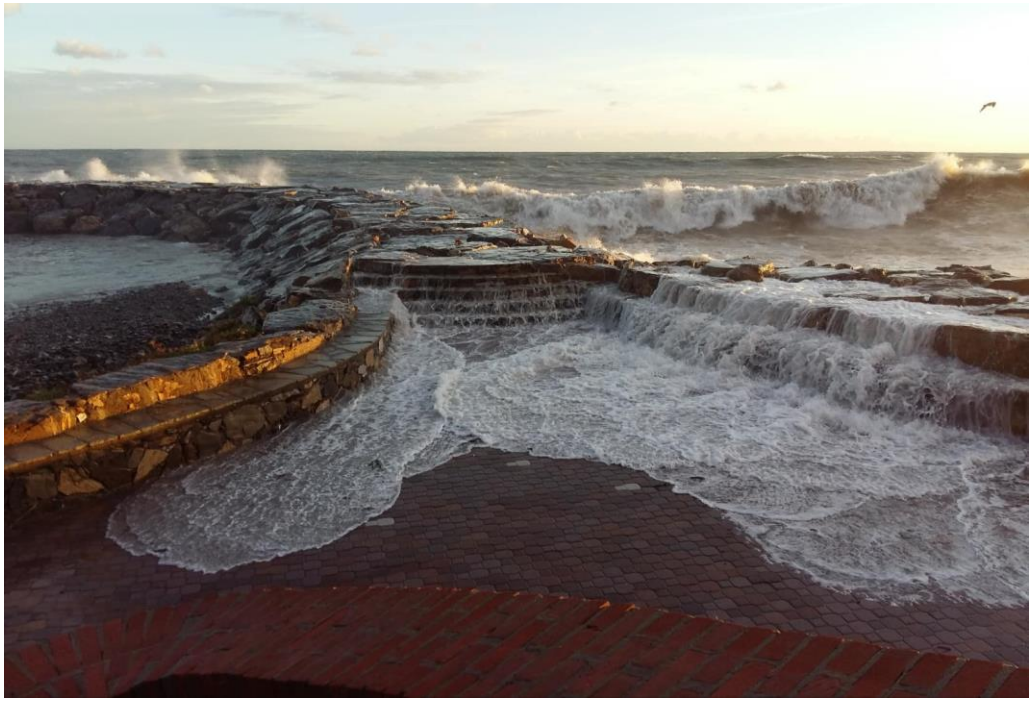


SOLUZIONE OTTOBRE 2020 PROGETTO DEFINITIVO



STUDIOGAGGERO

SAVONA – VIA PIA 130 R – FAX 019/8386702 – TEL 019/829463
CELL. 335/303133 – E-MAIL ing.gaggero@libero.it

El. F

COMUNE DI IMPERIA

PIANO DEGLI INTERVENTI A VALERE SULLE RISORSE DI CUI ALL'ART. 1 COMMA 1028 DELLA LEGGE 30 DICEMBRE 2018, N. 145. ANNUALITÀ 2020.
BORGO FOCE – COD 505 + 1273

STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE

NP 2186-B/1

Ottobre 2020

NP 2186-B/1 Imperia

Dott. ing. Paolo GAGGERO
C.F. GGGPLA49H27I480F
Collaboratore Dott. Ing. Luca Rossi



NP 2186 – B/1

COMUNE DI IMPERIA



PIANO DEGLI INTERVENTI A VALERE SULLE RISORSE DI CUI ALL'ART. 1 COMMA 1028 DELLA LEGGE 30 DICEMBRE 2018, N. 145. ANNUALITÀ 2020.
BORGO FOCE
COD 505 + 1273

SOLUZIONE OTTOBRE 2020

EL. F: STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE

Ottobre 2020

Dott. Ing. Paolo Gaggero
Collaboratore Dott. Ing. Luca Rossi

1 Sommario

1 INFORMAZIONI GENERALI SUL PROGETTO 4
1.1 Descrizione del progetto, comprese le caratteristiche fisiche 4
1.1.1 Premesse 4
1.1.2 Descrizione della localizzazione del progetto 4
1.1.3 Dinamica costiera 10
1.1.4 Esame delle alternative di intervento 12
1.1.5 Scelta proposta 14
1.1.6 Motivazioni tecniche della proposta 18
Effetti di mitigazione 18
Premesse 18
Configurazione attuale – calcolo della portata di tracimazione 19
Approccio per il calcolo della portata di tracimazione per opere a scogliera 20
Configurazione a progetto – calcolo della portata di tracimazione 21
Approccio per il calcolo della trasmissione per scogliere a cresta bassa 22
Approccio per il calcolo della portata di tracimazione per opere a parete verticale 23
1.2 Target ambientali di riferimento 24
1.3 Probabili effetti rilevanti del progetto sull'ambiente 27
1.3.1 Residui ed emissioni previste e produzione di rifiuti 27
1.3.2 Compatibilità paesistica, ambientale e vincoli 27
1.3.3 Uso delle risorse naturali, in particolare suolo, territorio, acqua e biodiversità 29
2 Criteri per la verifica di assoggettabilita' 30
2.1 Caratteristiche del progetto 30
2.1.1 Dimensioni e concezione dell'insieme del progetto 30
2.1.2 Cumulo con altri progetti esistenti e/o approvati 30
2.1.3 Utilizzo di risorse naturali, in particolare suolo, territorio, acqua e biodiversità 30
2.1.4 Inquinamento e disturbi ambientali 30
2.1.5 Rischi di gravi incidenti e/o calamità attinenti al progetto in questione, inclusi quelli dovuti al cambiamento climatico, in base alle conoscenze scientifiche 30
2.1.6 Rischi per la salute umana quali, a titolo esemplificativo e non esaustivo, quelli dovuti alla contaminazione dell'acqua o all'inquinamento atmosferico 31
2.2 Localizzazione del progetto, tenuto conto: 31
2.2.1 Utilizzo del territorio esistente e approvato 31
2.2.2 Ricchezza relativa, disponibilità, qualità e capacità di rigenerazione delle risorse naturali della zona (comprendenti suolo, territorio, acqua e biodiversità) e del relativo sottosuolo 31
2.2.3 Capacità di carico dell'ambiente naturale, con particolare attenzione alle seguenti zone: 32
2.3 Tipologia e caratteristiche dell'impatto potenziale 34
3 Conclusioni 35

2 INFORMAZIONI GENERALI SUL PROGETTO

2.1 Descrizione del progetto, comprese le caratteristiche fisiche

2.1.1 Premesse

Nell'ambito delle esigenze conseguenti alla mareggiata del 29-30 ottobre 2018 il Comune ha, dal primo momento, indicato la necessità di intervento sulla diga longitudinale di Borgo Foce, la cui presenza e configurazione non è stata sufficiente a difendere le strutture ed infrastrutture urbane (residenze, attività dei servizi al pubblico, passeggiata, ricovero a terra di imbarcazioni) che hanno subito gravi danni, con pericolo evidente per la pubblica incolumità.

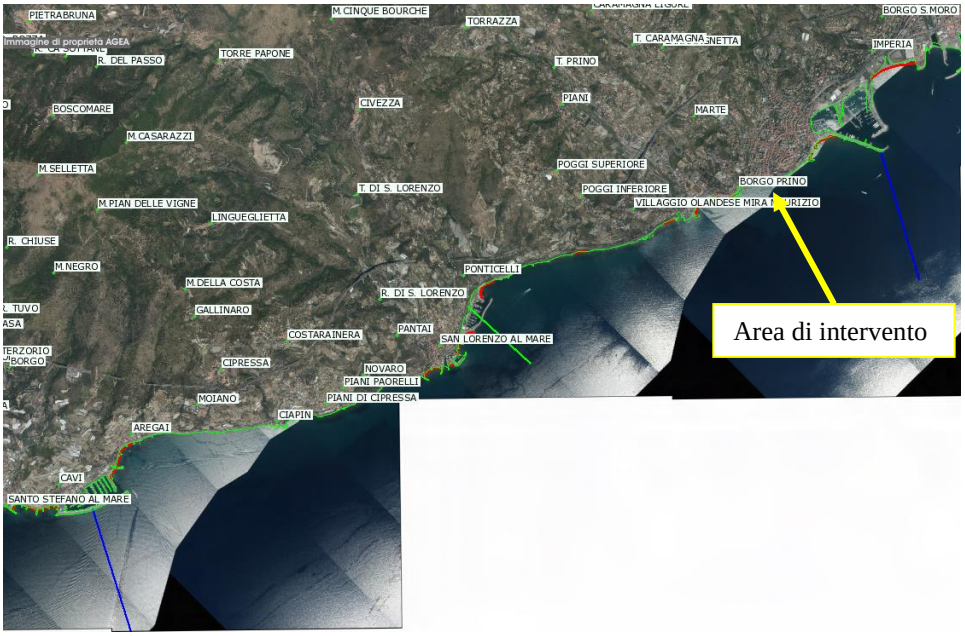
In esito alle complesse procedure di finanziamento collegate alla OCDPC 558/2018 l'intervento in Borgo Foce, ripetutamente indicato dal Comune come priorità per le azioni urgenti nell'anno 2020, è stato ricompreso nell'ordinanza del Commissario per l'emergenza n° 8 del febbraio 2020 e confermato dalla Protezione Civile Nazionale.

Nelle pagine seguenti vengono illustrate le problematiche ed individuata la soluzione che ci è apparsa la più vantaggiosa sotto i profili tecnico – economici.

2.1.2 Descrizione della localizzazione del progetto

Il tratto di costa su cui è previsto l'intervento è situato in località Borgo Foce del Comune di Imperia; il tratto costiero interessato è lungo circa ml 300 ed è compreso in

- unità fisiografica compresa tra Santo Stefano a mare (Identificativo 19 – Marina degli Aregai) e Porto Maurizio (identificativo 21 – Molo di Porto Maurizio) per un'estensione di circa 10 km;



- paraggio compreso tra San Lorenzo a Mare (identificativo 126 – Porto di san Lorenzo) e Porto Maurizio (identificativo 21 – Molo di Porto Maurizio) per un’estensione di circa 5 km;



- cella/e costiere: non presenti



Il tratto di litorale in oggetto prende il nome di Borgo Foce dall'esistenza, al suo interno, della foce del torrente Caramagna.

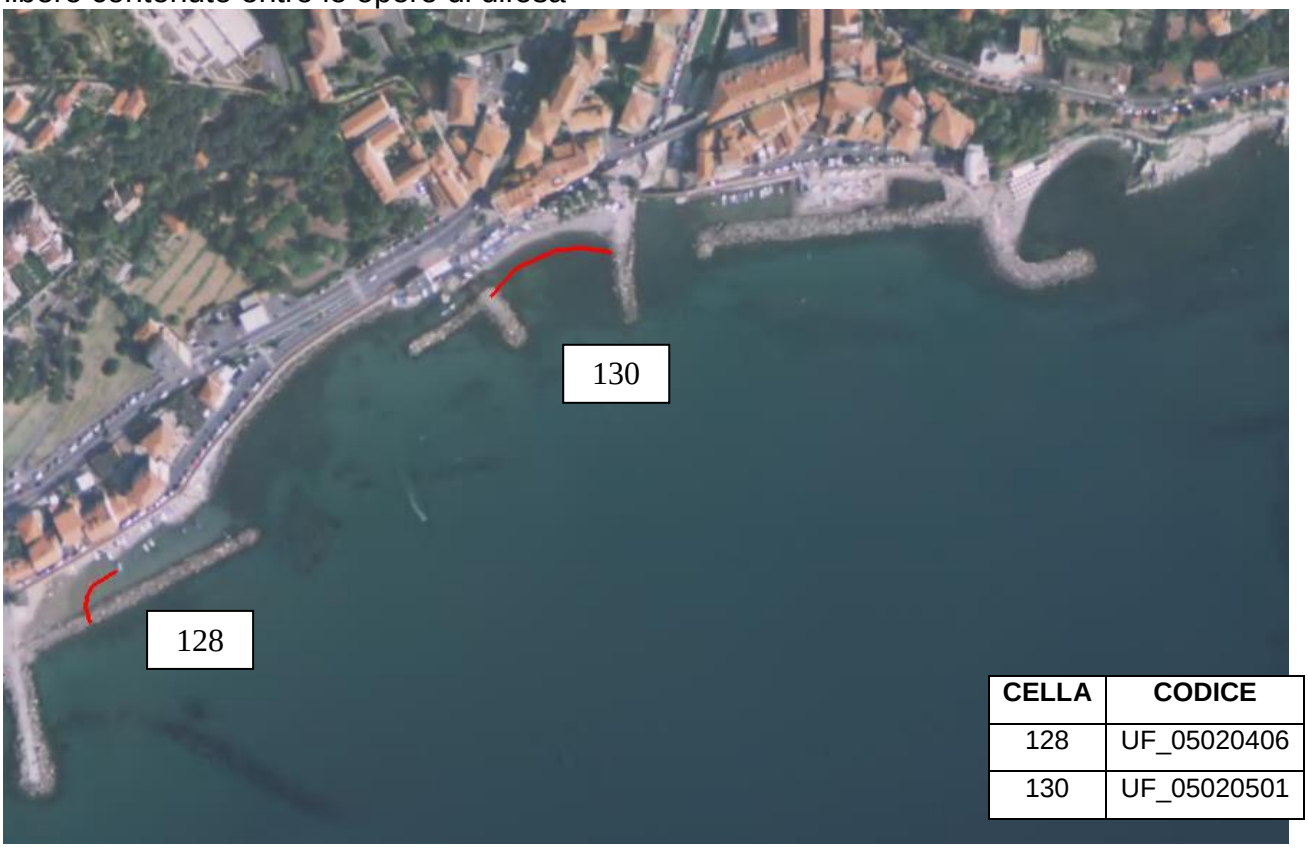
Il litorale ha un andamento concavo leggermente inclinato a circa 60° N e quindi esposto alle mareggiate provenienti dal 2° e 3° quadrante; queste ultime lo raggiungono comunque frontalmente dopo la rotazione rifrattiva, e le creste d'onda giungono generalmente parallele all'opera di difesa esistente.



Il tratto di litorale è limitato a ponente dal lungo pennello di Borgo Prino ed a levante dell'opera a "granchio" che la separa a levante dalla spiaggia denominata Foce Beach e dal promontorio roccioso su cui si snoda la passeggiata Moriani.

Il litorale, sul cui bordo si sviluppano i percorsi carrabili e pedonali che separano il mare dalle abitazioni ed esercizi pubblici retrostanti, è disordinatamente protetto da un sistema di opere longitudinali e trasversali evidentemente realizzate senza un disegno complessivo.

All'interno del suddetto litorale sono indicate due celle litorali corrispondenti a spiagge libere contenute entro le opere di difesa

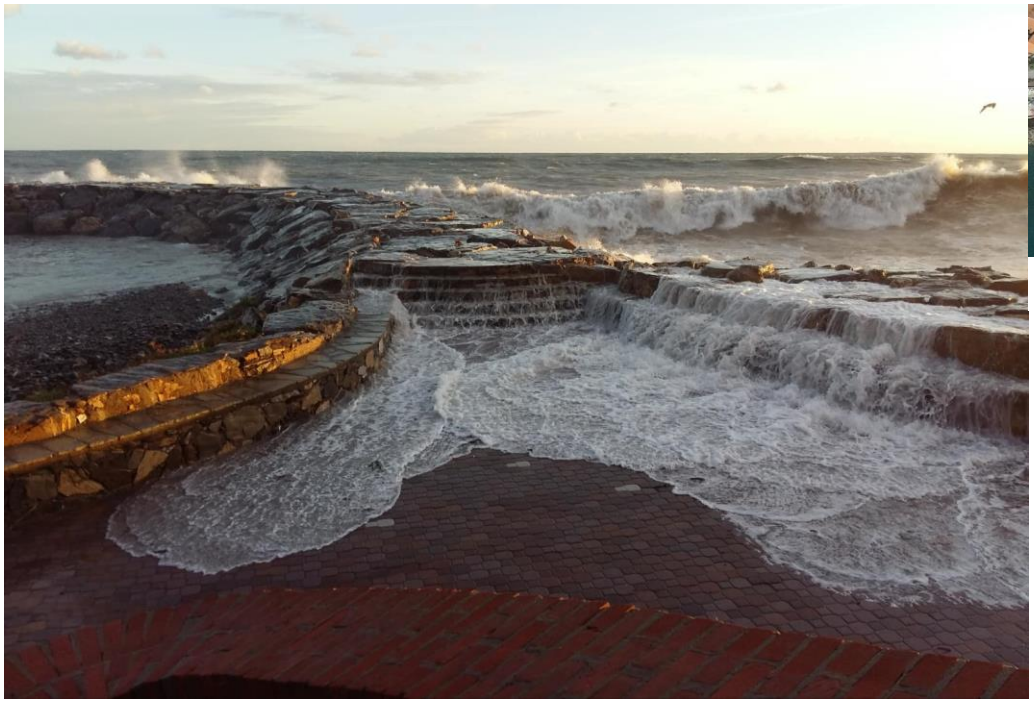


CELLA	CODICE
128	UF_05020406
130	UF_05020501

L'immagine azimutale del contesto evidenzia una certa simmetria, con due dighe parallele appoggiate ciascuna, con configurazione opposta, ad opere trasversali. La parte centrale della falcata è invece attrezzata con opere distribuite su tre allineamenti, di cui non si comprende del tutto la genesi (probabilmente i due elementi trasversali sono sorti a delimitazione e contenimento della spiaggia mentre la corta diga longitudinale vale a difesa degli usi del litorale).

Le due dighe in "*contrariè*" si sviluppano similmente per circa 140 ml (diga di ponente) e 150 ml (diga di levante). Peraltro la diga di ponente è molto più distanziata dal parapetto

stradale rispetto a quella di levante che, conseguentemente, difende con ridotta efficacia il litorale.





punto di presa

In conseguenza della minore distanza dalle strutture urbane, mentre alla radice della diga di ponente è presente una spiaggia libera (ove i documenti regionali indicano la cella litoranea), l'ambiente racchiuso dalla diga di levante è acquitrinoso e maleodorante, al punto da suggerire la realizzazione, in epoca imprecisata, di due tubazioni trasversali per agevolare il ricambio d'acqua, protette con griglie metalliche



Inoltre, mentre la diga di ponente non ha subito danneggiamenti durante la mareggiata 2018, quella di levante è stata aperta in più punti, probabilmente per l'azione più importante del moto ondoso riflesso con diverso effetto risonante dalle strutture urbane molto vicine.

Le seguenti immagini ritraggono un particolare dello stato della diga, ulteriori fotogrammi sono riportati all'interno della Tav.02, cui si rimanda.





Ed ancora la diga di ponente difende un sistema di piastre per imbarcazioni alate ed un percorso stradale a quote elevate rispetto al mare ed alla berma, mentre quella di levante deve proteggere un sistema urbano molto articolato anche con presenza di pubblici esercizi, passeggiate, giardini pubblici ed edifici residenziali a quota circa pari all'altezza in berma della stessa opera di difesa.

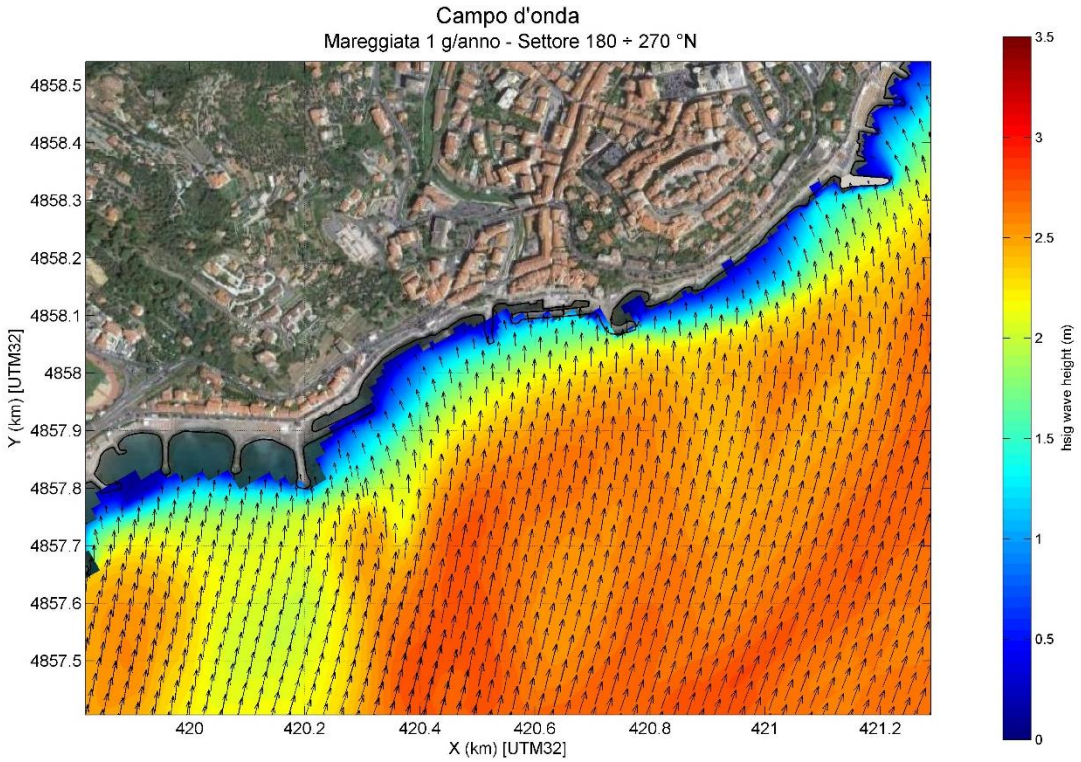
Appare quindi evidente come i due sistemi, apparentemente simili, siano gravati da problemi molto più pesanti in quello di levante, ed è chiara la motivazione che ha indotto l'Amministrazione Comunale ad indicarla nelle massime priorità di intervento.

Riteniamo opportuno rilevare anche che il Piano di Bacino dei torrenti Impero ed Caramagna, mentre evidenzia criticità gravi ed interventi (anche in parte realizzati) per i tratti del t. Caramagna a monte della foce, per quest'ultima, pur caratterizzata da un alveo cementato, non segnala problematiche idraulico-strutturali e soprattutto non suggerisce modifiche delle opere di contorno a mare della foce.

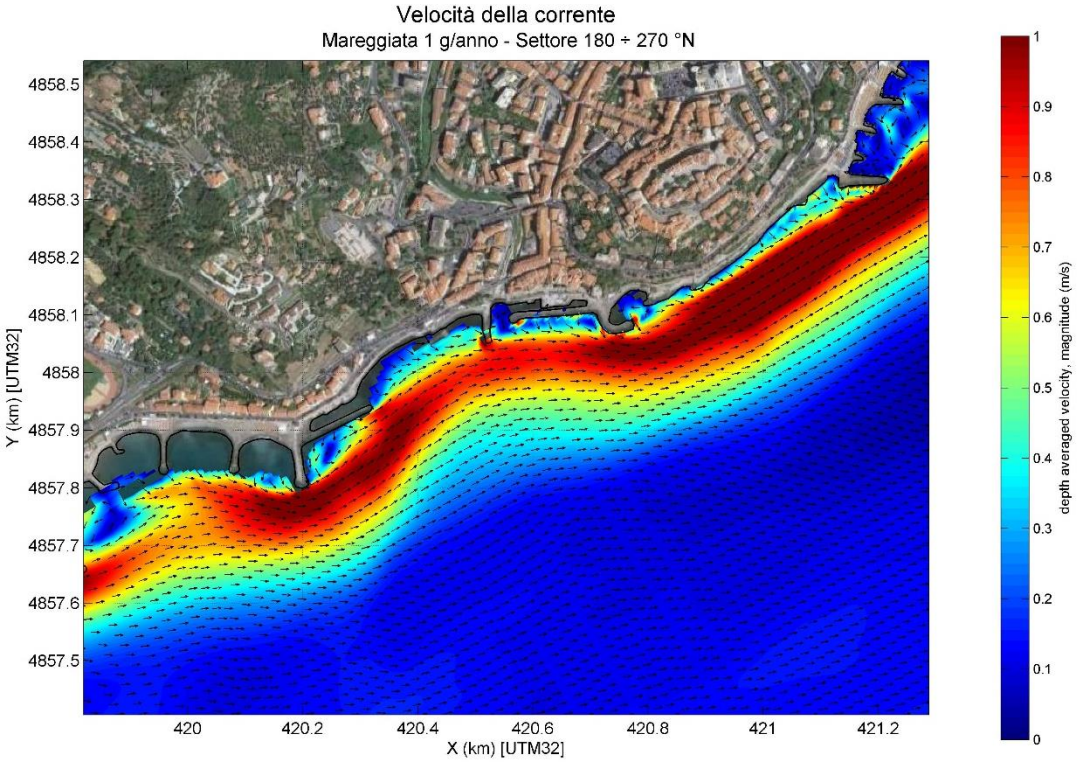
2.1.3 Dinamica costiera

La morfologia del sistema difensivo, ed in particolare del disegno planimetrico delle opere di difesa esistenti, rende con evidenza la mutua indipendenza degli effetti delle varie opere che, pur disordinatamente, difendono la costa.

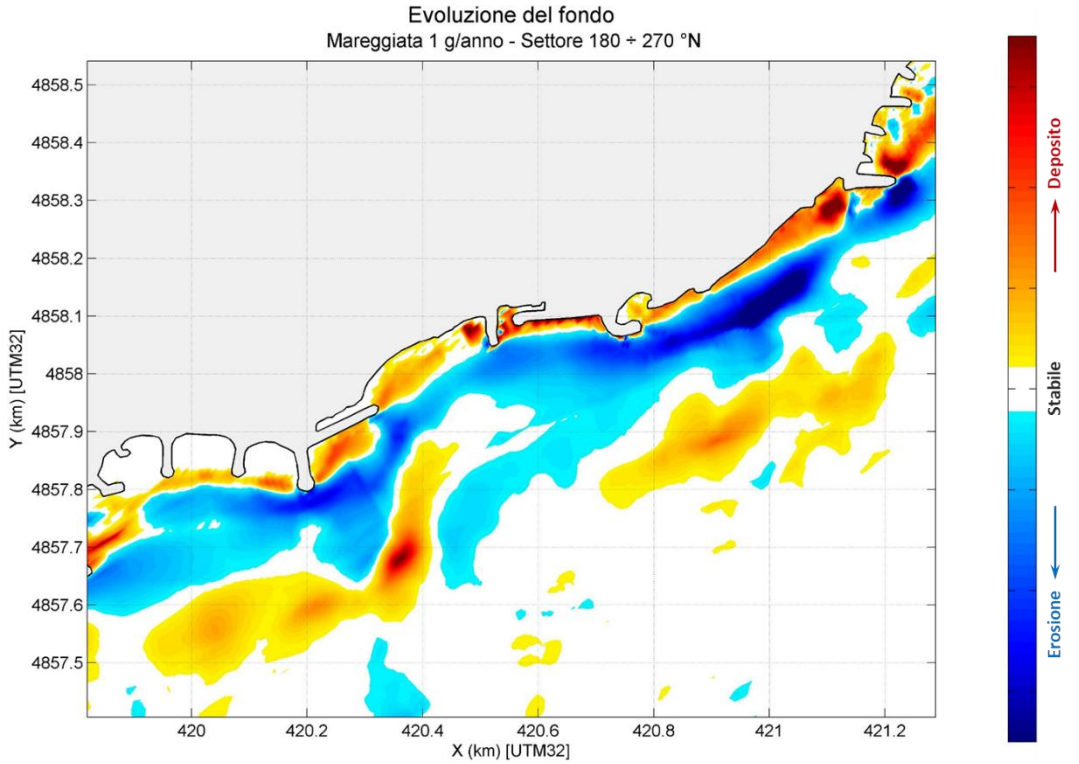
Abbiamo voluto testare i moti litoranei utilizzando il modello realizzato per la progettazione degli interventi su Porto Maurizio e Borgo Marina; ed in particolare sono stati sviluppati i campi d'onda, di velocità ed evoluzione del fondo per agitazioni provenienti dal settore più critico 180°-270° N.



Campo d'onda. Caratteristiche al largo: H_S = 3.37 m, T_P= 8.5 s, Dir = 215°N, U_w= 10.8 m/s.



Campo di velocità. Caratteristiche onda al largo: H_S = 3.37 m, T_P= 8.5 s, Dir = 215°N, U_w= 10.8 m/s.



Evoluzione del fondo. Caratteristiche onda al largo: H_S = 3.37 m, T_P= 8.5 s, Dir = 215°N, U_w= 10.8 m/s.

Il test è effettuato sullo stato di fatto, che mette in risalto come il campo relativo alla diga ed allo spazio compreso tra la stessa e la linea parallela passante per le opere trasversali

a lei latistanti abbia un comportamento uniforme, indipendentemente dalla morfologia della diga che non interviene nei processi litoranei del paraggio, governati dalle sporgenze del molo focivo destro del t. Caramagna e dal “granchio” che racchiude la spiaggia dello stabilimento “Foce Beach”.

2.1.4 Esame delle alternative di intervento

Per risolvere il tema collegato con le problematiche indicate nei paragrafi precedenti sono state individuate ed analizzate alcune differenti soluzioni, valutate sotto i profili tecnico – economici, per giungere alla scelta proposta:

A) **INCREMENTO DELLE DIFESE CON INNALZAMENTO DEL PARAPETTO STRADALE**. È ovviamente la soluzione paesisticamente più importante, che irrigidisce il contesto urbano e non risolve affatto i problemi di invasione delle acque durante le tempeste di mare e di vento. Riportiamo a titolo di esempio l’immagine di quanto accade ad Imperia a Borgo Peri dove esiste un muro alto (sotto strada) che ferma il moto ondoso



B) **SCOGLIERA RADENTE**. Un’eventuale scogliera radente potrebbe essere:

- sostitutiva della diga: l’ampiezza di berma dovrebbe essere molto estesa, dell’ordine dei 10 ml, con effetti paesistici inaccettabili, per una soluzione che conseguentemente dovrebbe essere estesa a tutta la falcatura argomentata nei precedenti paragrafi. Inoltre verrebbe completamente perso il sistema di alaggio delle piccole imbarcazioni;

- aggiuntiva alla diga: se già il sistema difensivo è stato definito disordinato, un'ulteriore opera così massiccia graverebbe ancor più il contesto ;

C) **INNALZAMENTO DELLA BERMA**. L'attuale altezza della diga (circa 2 ml sul l.m.m.) è compatibile con la quota urbana variabile intorno ai 2 m per quanto riguarda le visuali verso mare, che non sono interrotte neppure dal "granchio" posizionato più al largo. Un innalzamento muterebbe con profili negativi lo scenario, occludendone l'orizzonte.



D) **ALLARGAMENTO DELLA BERMA**. L'ordine di grandezza dell'eventuale allargamento è di circa 10 ml. L'opera indubbiamente appesantirebbe ancor più l'irrigidimento del litorale, con problemi paesistici non indifferenti. Inoltre le disponibilità finanziarie non sono sufficienti ad impiego delle necessarie quantità di massi di nuovo apporto.

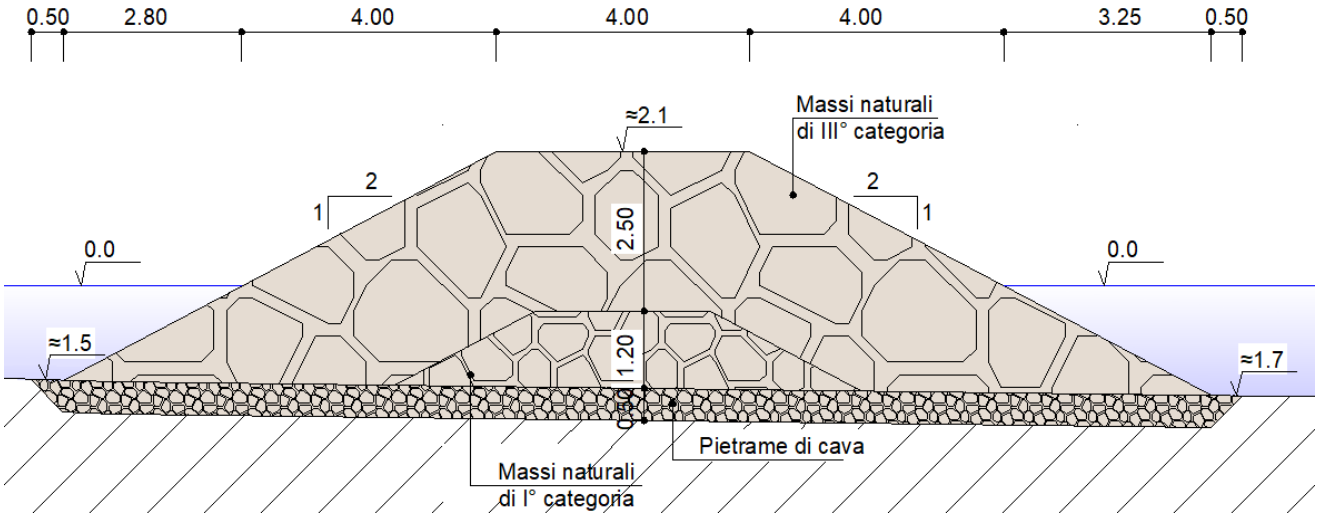
DIGA SUFFOLTA DI MAGGIOR AMPIEZZA. Rispetto alla soluzione D viene migliorato il tema paesistico. Peraltro i costi sarebbero ancora maggiori perché l'ampiezza dovrebbe ulteriormente crescere, complicando inoltre i temi di sicurezza per la nautica minore ivi localizzata.

2.1.5 Scelta proposta

I termini tecnici, paesistici ed economici inducono ad una diversa soluzione, proposta nel progetto e rappresentata nella seguente immagine:



La sezione tipologica dell'opera è caratterizzata da un piano di berma di larghezza 4.0 ml, posto a 2.1 m.s.l.m.m. Le scarpate sono previste con una pendenza pari a 2/1.



La mantellata è prevista in massi naturali di III° categoria, spessore medio 2.50 ml, caratterizzati da un peso oltre le 3.0 ton fino a circa 50 ml dal raccordo sul pennello esistente; quest'ultimo tratto, in esito alla maggiore profondità del fondale, dovrà essere caratterizzato da massi naturali di III° categoria con un peso di almeno 6.50 ton.

Il nucleo è previsto in massi naturali di I° categoria. L'impronta dell'opera di difesa a progetto che risulta esterna alla esistente, sarà caratterizzata da uno strato di imbasamento in tout venant, di spessore medio 50 cm. Gran parte del materiale è ricavato dal salpamento dell'esistente.

La soluzione si fonda sulle seguenti motivazioni:

- pur senza modificare il sistema originale di difesa, il disegno dell'opera ripercorre i temi ricorrenti della zona, affidati ad elementi curvilinei intrecciati;



- non viene modificato il rapporto tra le opere di difesa insistenti alla foce del torrente Caramagna;
- non viene alzato il livello della berma: il suo allontanamento è pari a quello del "granchio" esistente, che, come precedentemente documentato, non oscura l'orizzonte;

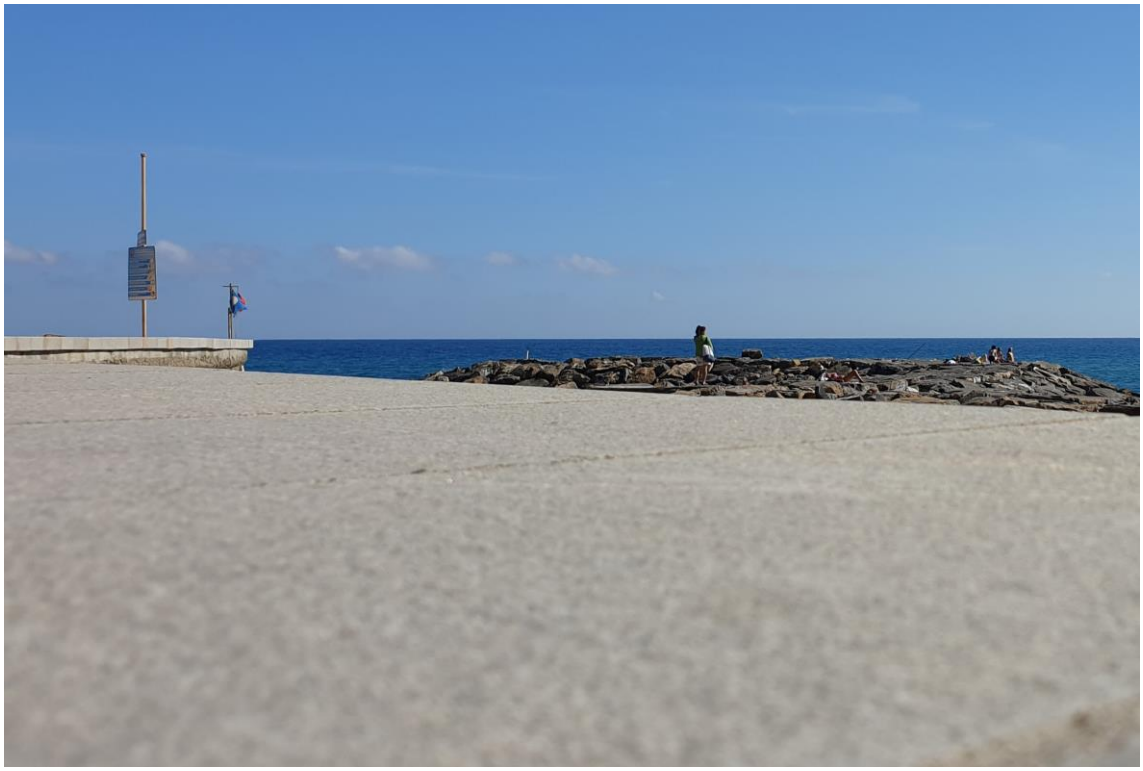


- allontanamento della struttura del litorale urbano, idonea a ridurre in termini davvero significativi, anche se non eliminare, la possibilità di tracimazione (vedi paragrafo 1.1.6);
- mantenimento della quota in elevazione della struttura rispetto al l.m.m.

La nuova posizione è la stessa del “granchio” di difesa della spiaggia “Foce Beach”. I fotogrammi di stato attuale dimostrano che quella posizione e l’altezza dell’opera (anch’essa a circa 2.00 ml sul l.m.m.) permettono la visuale dell’orizzonte

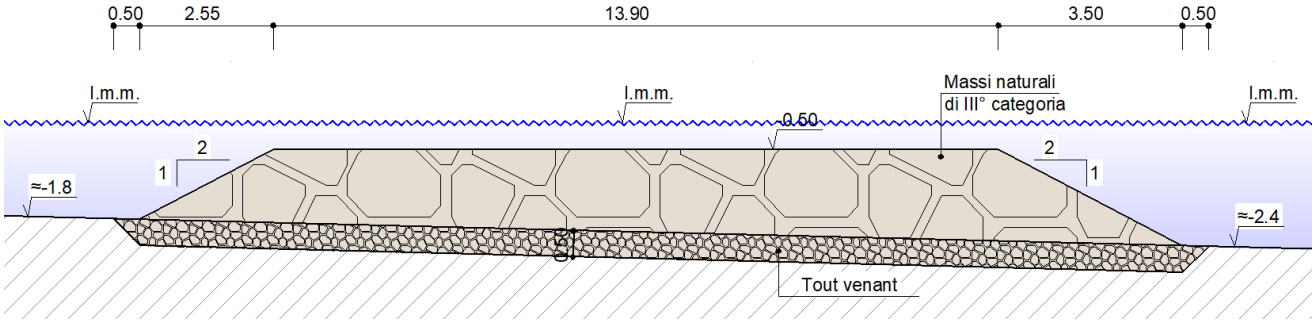


Per maggiore sicurezza sono stati scattati fotogrammi con l’obiettivo appoggiato sul muro/seduta del litorale.



- ricambio idrico dello specchio acqueo che separa la diga dal litorale assicurato da un limitato ma comunque ampio (circa 10.0 ml) tratto di abbassamento della berma emersa in berma sommersa, reso possibile dalla maggiore distanza

dell'opera dal litorale e dall'ampiezza dello specchio acqueo in cui l'onda residua (più alta di quella passante sulla soglia emersa) si abbassa aprendosi lateralmente; la sezione tipologica risulta pertanto la seguente



caratterizzata da una berma posta a quota -0.50 m.s.l.m.m. di larghezza circa 14.0 ml, scarpate a pendenza 2/1;

- possibilità di ulteriore miglioramento del contesto in termini di difesa e di utilizzo, mediante versamento nello specchio di sabbie e ghiaie. Il monitoraggio del nuovo sistema difensivo può rivelare idoneità del sito per utilizzi balneari con spiaggia libera, similmente a quanto esistente nel sistema speculare a ponente. Ove la qualità delle acque non risultasse normalmente idonea, la spiaggia può essere utilizzata per alaggio delle imbarcazioni (soprattutto in periodo estivo). In ambedue i casi riteniamo opportuno versare materiale di granulometria media (30/50 mm) di ghiaia possibilmente marina (a forma piatta e non sferica) tipica di situazioni similari.

  Come evidente dalle valutazioni tecniche del paragrafo successivo, **LO SPECCHIO ACQUEO NON PUÓ ESSERE DESTINATO AD ORMEGGI DI TIPO PORTUALE, NEPPURE "ALLA RUOTA";**
- conservazione dell'attuale configurazione nell'intorno della foce del t. Caramagna;
- costo dell'opera, realizzata mediante salpamenti e fornitura di ulteriori massi naturali, proporzionato con le disponibilità finanziarie attuali.
- Fornitura e posa in opera di circa 900 mc di ghiaia di mare, con ipotesi di prelievo dalla barra di foce del Torrente Impero o del Torrente Prino, preventivamente analizzati e sottoposti a parere del competente dipartimento ARPAL. In caso negativo saranno utilizzate ghiaie di cava terrestre o di fiume(D50 = 15/30).

Riteniamo inoltre che la configurazione generale del sito, le linee di collegamento scelte con le opere latistanti, l'andamento curvilineo in simmetria con il "granchio" esistente ed il

suo collegamento con la parte preesistente gravante nelle pertinenze della foce del t. Caramagna possono essere apprezzate come un miglioramento paesistico del contesto, attualmente caratterizzato da opere di natura morfologica confliggente, raccordate con angoli retti ove, oltretutto, si concentra l'energia delle onde incidenti, con i risultati evidenti nel fotogramma inserito in copertina.

Si segnale che il "Piano dei Lidi" recentemente approvato dall'Amministrazione Comunale adotta le forme proposte dal progetto, ripetute anche simmetricamente nel sistema di ponente.

2.1.6 Motivazioni tecniche della proposta

Effetti di mitigazione

Riportiamo nel seguito ulteriori valutazioni di idraulica marittima con l'obiettivo di chiarire gli effetti dell'opera progettata nei confronti del moto ondoso incidente, attualmente causa delle forti criticità lamentate.

Premesse

In primo luogo, vanno individuate le criticità ed i fenomeni responsabili di tali criticità. Le mareggiate di forte intensità, anche non estreme, determinano una importante tracimazione della scogliera, tanto vicina alla riva da comportarsi quasi come una difesa radente. La ricaduta dei frangenti investe sia lo scalo di alaggio che il retrostante lungomare.

La potenziale soluzione individuata consiste nell'allontanamento della scogliera dalla riva, in modo da creare un sufficiente bacino di dissipazione.

A quest'ultima è aggiunta la realizzazione di una spiaggia di ghiaia, che, come descritto in precedenza, può essere destinata a libera balneazione o alaggio estivo delle piccole imbarcazioni, in rapporto alla normale qualità delle acque opportunamente monitorate.

Nello specifico, lo spostamento della barriera verso il largo ha il vantaggio di ridurre significativamente la portata di tracimazione sulle infrastrutture retrostanti (piazzale di ricovero imbarcazioni, strada litoranea e abitato).

La configurazione attuale delle opere di difesa infatti è tale per cui le mareggiate estreme incidenti sul litorale impattano sulla scogliera generando portate di tracimazione consistenti, con valori ben superiori ai limiti indicati in letteratura come

“accettabili” in relazione alla sicurezza strutturale e funzionale. Le portate tracimanti la barriera, considerata la prossimità delle stessa alla linea di costa, non subiscono significative attenuazioni e investono direttamente le infrastrutture retrostanti.
La soluzione progettuale proposta, con spostamento verso il largo della barriera frangiflutti, ha quindi come obiettivo quello di ridurre l’impatto delle mareggiate sul litorale, limitando la portata di tracimazione a valori compatibili con la sicurezza strutturale delle opere. Vedremo nel seguito che sarà infatti comunque necessario interdire il transito di pedoni e veicoli sulla strada litoranea e sulla passeggiata nel caso di mareggiate eccezionali.
È evidente che per mettere completamente in sicurezza il lungomare sono necessari ulteriori interventi, rispetto ai quali la riconfigurazione della barriera frangiflutti costituisce un prerequisito.
Peraltro abbiamo esaminato nel paragrafo 4 interventi anche sulla parte delle strutture urbane (in particolare la realizzazione di un parapetto o più alto muro paraonde) che non si confanno con lo scenario globale del sito, caratterizzato da un’importante qualità paesistica. Pertanto, considerate le caratteristiche infrastrutturali (derivate da scelte rivelatesi errate) ormai consolidate, gli interventi possono solo mirare alla mitigazione degli eventi di mareggiata.
Per dare evidenza dell’efficacia della soluzione progettuale proposta si è proceduto al calcolo della portata media di tracimazione, sia con riferimento alla configurazione attuale delle opere di difesa che alla configurazione progettuale proposta, limitata allo spostamento della barriera frangiflutti.

Configurazione attuale – calcolo della portata di tracimazione

Il calcolo della portata di tracimazione in configurazione attuale è stato condotto considerando la metodologia proposta nello EurOtop Manual (2018) per opere a scogliera in massi naturali; l’approccio di calcolo è descritto nel successivo paragrafo.
Il calcolo è stato condotto con riferimento alla sezione tipologica della barriera frangiflutti, caratterizzata da una quota di coronamento di +2.10 m s.m.m., una pendenza della scarpata esterna di 2:1 e una mantellata in doppio strato di massi naturali.
Essendo l’opera realizzata in zona frangente, l’altezza d’onda risulta limitata dal fondale; per fondali a debole pendenza, a favore di sicurezza, si può assumere che essa coincida con l’altezza d’onda frangente, assunta pari a 0.78 volte la profondità (d)

al piede dell'opera. Nel calcolo è stato considerato un sovralzo del livello medio del mare di +0.70 m s.m.m..

Per quanto riguarda il periodo di picco da associare nel calcolo all'altezza d'onda di progetto, si è fatto riferimento ai dati relativi al clima ondoso al largo del paraggio. Nel caso specifico, con riferimento ad un tempo di ritorno di progetto di 70 anni (considerato per il dimensionamento delle opere) e al settore principale di provenienza delle mareggiate (Libeccio), è stato considerato un valore del periodo di picco di 10.8 s.

I risultati del calcolo sono riportati nella successiva Tabella 1.1; per la profondità al piede dell'opera è stato considerato il massimo valore desunto dai dati batimetrici disponibili, pari a -2.50 m s.m.m.. La portata di tracimazione risulta superiore a 100 l/s/m, ben oltre il limite definito in letteratura per la sicurezza funzionale dell'opera (pari a 50 l/s/m).

DATI DI INPUT						*COEFFICIENTI*			*CALCOLO*
***d* (m s.m.m.)**	***Sovralzo* (m s.m.m.).**	***H* (m)**	***Tp* (s)**	***Pend. scarp.***	***Quota cor.* (m s.m.m.)**	γ_f	γ_b	γ_β	***q* (l/s/m)**
-2.50	+0.70	2.50	10.8	2:1	+2.10	0.40	1.00	1.00	**129.1**

Tabella 1.1 –CONFIGURAZIONE ATTUALE - Calcolo della portata di tracimazione

Approccio per il calcolo della portata di tracimazione per opere a scogliera

La metodologia utilizzata consente di valutare la portata media di tracimazione in funzione dei parametri caratteristici dell'onda incidente, della tipologia e della geometria della mantellata; in particolare, vengono considerati:

- tipo e disposizione degli elementi utilizzati per la mantellata;
- quota del coronamento;
- altezza d'onda della mareggiata;
- direzione di incidenza dell'onda rispetto alla normale al paramento (β).

La portata media di tracimazione q, espressa in metri cubi al secondo per metro di sviluppo del coronamento [m³/s/m], è stata calcolata con riferimento al "design and assessment approach" (approccio di progetto) utilizzando la seguente espressione:

$$\frac{q}{\sqrt{gH_{mo}^3}} = 0.1035\exp\left[-\left(1.35 \cdot \frac{R_c}{H_{m0} \cdot \gamma_f \cdot \gamma_\beta}\right)^{1.3}\right]$$

dove

- H_{m0} rappresenta l'altezza significativa al piede dell'opera [m];
- R_C rappresenta la quota del coronamento rispetto al livello del mare incrementato del setup [m];
- γ_f rappresenta il coefficiente che tiene conto della scabrezza della mantellata [-];
- γ_β rappresenta il coefficiente che tiene conto dell'incidenza della direzione media di propagazione rispetto alla normale al paramento [-].

Il valore del fattore di riduzione γ_f per mantellate in massi naturali costituite, come nel caso in esame, da doppio strato e nucleo permeabile è pari a 0.40.

Il coefficiente γ_β, che tiene conto dell'inclinazione dell'onda rispetto al paramento dell'opera, può essere ricavato con le seguenti espressioni:

$$\gamma_\beta = 1 - 0.0063|\beta| \qquad for\ 0° \leq |\beta| \leq 80°$$

per $|\beta| > 80°$ può essere utilizzato il valore $\beta = 80°$.

Configurazione a progetto – calcolo della portata di tracimazione

In configurazione di progetto, la barriera frangiflutti viene spostata verso il largo e di conseguenza le mareggiate incidenti, per effetto della scogliera, raggiungono il piazzale retrostante parzialmente attenuate.

Per il calcolo della portata di tracimazione si è proceduto come di seguito indicato:

1. determinazione dell'altezza d'onda trasmessa oltre la barriera;
2. calcolo della portata di tracimazione, con riferimento alla tipologia strutturale del piazzale (opera a parete verticale) e considerando come input l'onda trasmessa.

L'onda trasmessa oltre la barriera frangiflutti è stata calcolata considerando l'approccio semplificato descritto nel Rock Manual (CIRIA C683, 2008).

Il calcolo è stato condotto con riferimento alla sezione tipologica della barriera frangiflutti, che rimane sostanzialmente invariata rispetto allo stato attuale: quota di coronamento di +2.10 m s.m.m., pendenza della scarpata esterna di 2:1 e mantellata in doppio strato di massi naturali.

Anche in questo caso, a favore di sicurezza si è assunto che l'altezza d'onda di progetto coincida con l'altezza d'onda frangente, assunta pari a circa 0.78 per la profondità (d) al piede dell'opera. Nel calcolo è stato considerato un sovralzo del livello medio del mare di +0.70 m s.m.m.; il periodo di picco è stato assunto pari a 10.8 s (mareggiata TR 70 anni da Libeccio)

I risultati del calcolo sono riportati nella successiva Tabella 2.1; per la profondità al piede dell'opera è stato considerato il massimo valore desunto dai dati batimetrici

disponibili, pari a -3.50 m s.m.m.. Considerando il valore del coefficiente di trasmissione (0.33), si ottiene un'altezza d'onda trasmessa di 1.09 m circa.

Il calcolo della portata di tracimazione in configurazione di progetto è stato condotto considerando la metodologia proposta nello EurOtop Manual (2018) per opere a parete verticale; l'approccio di calcolo è descritto nel successivo paragrafo.

Il calcolo è stato condotto considerando che il muro di sponda del piazzale si trovi ad una quota di circa +2.15 m s.m.m.; a favore di sicurezza, si tratta della quota più bassa rilevata. Nel calcolo è stato considerato un sovralzo del livello medio del mare di +0.70 m s.m.m..

I risultati sono riportati nella successiva Tabella 2.2: la portata di tracimazione risulta pari a circa 4 l/s/m, con una significativa riduzione rispetto al valore calcolato con riferimento alla configurazione attuale. In questo caso viene garantita la sicurezza strutturale dell'opera (q < 50 l/s/m), ma, in caso di mareggiate eccezionali, dovrà comunque essere interdetto il transito di persone e veicoli sul piazzale e sul lungomare.

DATI DI INPUT				***CALCOLO***	
d (m s.m.m.)	***Sovralzo (m s.m.m.).***	***H (m)***	***Quota cor. (m s.m.m.)***	***C_t (l/s/m)***	***H_t (m)***
-3.50	+0.70	3.28	+2.10	**0.33**	**1.09**

Tabella 2.1 –CONFIGURAZIONE DI PROGETTO - Calcolo della trasmissione

DATI DI INPUT		***CALCOLO***
H (m)	***Quota cor. (m s.m.m.)***	***q (l/s/m)***
1.09	+2.15	**4.10**

Tabella 2.2 –CONFIGURAZIONE DI PROGETTO - Calcolo della portata di tracimazione

Approccio per il calcolo della trasmissione per scogliere a cresta bassa

Le formulazioni adottate per il calcolo della trasmissione, proposte nel CIRIA (metodo semplificato), forniscono il valore del coefficiente di trasmissione in funzione del rapporto tra altezza del coronamento (R_c) e altezza d'onda (H_s):

$$-2.00 < \frac{R_c}{H_s} < -1.13 \quad \rightarrow \quad C_t = 0.80$$

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

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

Approccio per il calcolo della portata di tracimazione per opere a parete verticale

La metodologia utilizzata consente di valutare la portata media di tracimazione in funzione dei parametri caratteristici dell'onda incidente e della geometria dell'opera. Nel caso specifico, si è per semplicità ipotizzato che si tratti di opera a parete verticale che non risente dell'influenza del fondale (l'onda è sostanzialmente limitata dalla presenza della barriera frangiflutti) e priva di berma di protezione al piede in massi. La portata media di tracimazione q [m³/s/m], è stata calcolata con riferimento al "design and assessment approach" (approccio di progetto) utilizzando la seguente espressione:

$$\frac{q}{\sqrt{gH_{mo}^3}} = 0.054\exp\left[-\left(2.12 \cdot \frac{R_c}{H_{m0}}\right)^{1.3}\right]$$

dove:

- H_{m0} rappresenta l'altezza significativa al piede dell'opera [m];
- R_C rappresenta la quota del coronamento rispetto al livello del mare incrementato del setup [m].

Pertanto al soluzione proposta:

- è preferita rispetto alle varie alternative indicate ai paragrafi precedenti poiché :
  - dal punto di vista strutturale è capace di mitigare sostanzialmente l'impatto delle mareggiate sul litorale, limitando la portata di tracimazione a valori compatibili con la sicurezza strutturale e funzionale del contesto (attuale 129.1 l/sec. m; con soluzione proposta 4.1 l/sec. m.)
  - dal punto di vista ambientale non interferisce con ambienti bionaturalistici di interesse e rispetta le caratteristiche del paesaggio (forme, dimensioni, visuali sull'orizzonte) garantisce un ricambio idrico con recupero possibile di spiagge anche balneari.

2.2 Target ambientali di riferimento

Aspetti ambientali

Nella seguente figura viene riportato uno stralcio del ‘’Nuovo atlante degli habitat marini 2020’’, con individuata l’area di intervento.

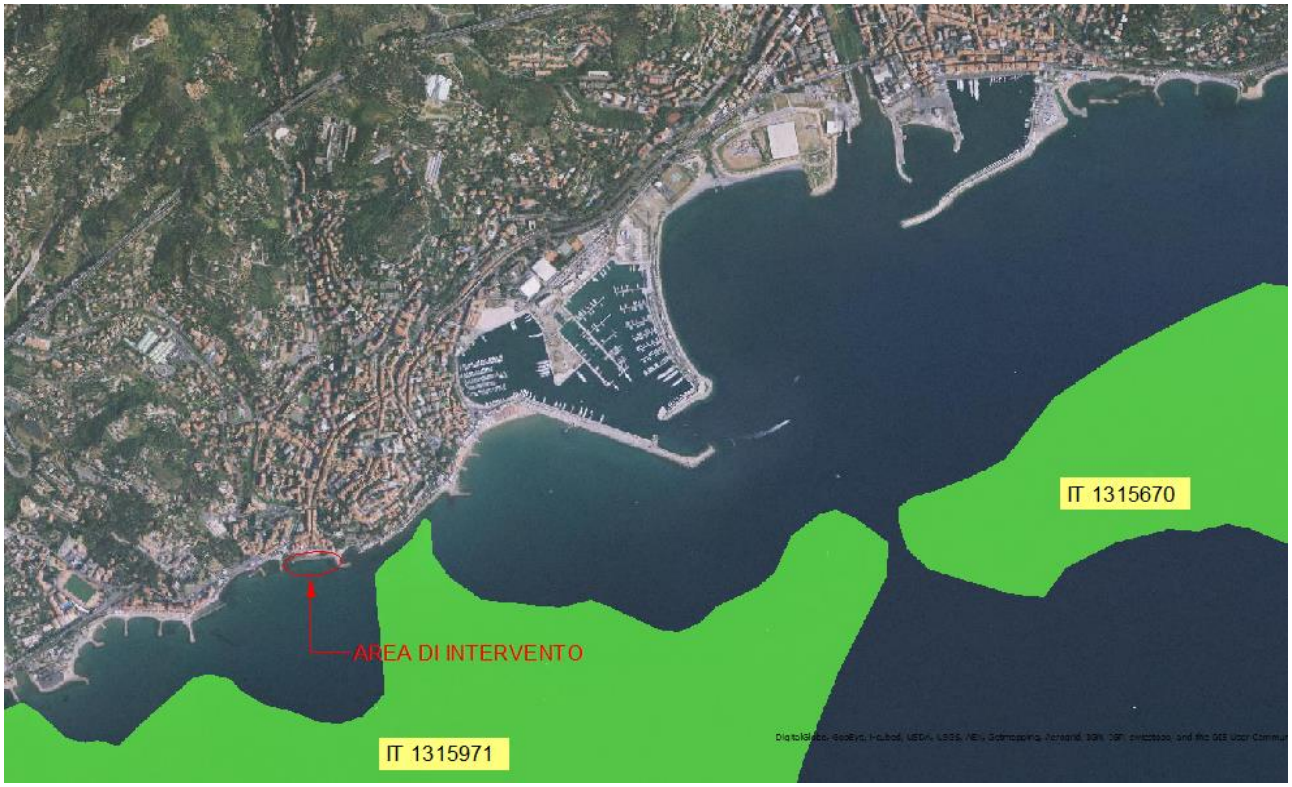


L’area di intervento ricade all’interno del seguente habitat:

- Alghe fotofile su substrato prevalentemente artificiale;

A fronte di quanto riportato ed osservato, riteniamo che le operazioni a progetto tenuto conto del fine progettuale ed in esito alla modesta interferenza con una possibile presenza di Alghe fotofile, non risultino incisive od incompatibili con gli habitat esistenti. In ogni caso durante lo svolgimento delle lavorazioni, dovranno essere assunte tutte le possibili cautele e precauzioni atte al limitare al massimo l’interazione con i possibili habitat marini esistenti.

Nella successiva figura viene proposto un estratto cartografico con individuate le Zone Speciali di Conservazione (Z.S.C. ex S.I.C.) presenti nell’intorno dell’area di intervento.



Il limite di levante dell'area di intervento risulta a circa 200 ml dalla limitrofa Z.S.C. (ex S.I.C.) IT 1315971, pertanto non interferente

Nel presente paragrafo sono descritte le componenti dell'ambiente coinvolte dal progetto ; i comparti ambientali maggiormente sensibili e/o interessati dalle operazioni di cantierizzazione sono i seguenti:

Aria

La realizzazione delle opere interferisce con la componente ambientale ''atmosfera'' unicamente durante la cantierizzazione, a causa dell'emissione di inquinanti aeriformi da parte dei mezzi di cantiere.

Gli impatti possibili durante la cantierizzazione si riferiscono essenzialmente alla qualità dell'aria dovuta all'aumento delle emissioni inquinanti e delle polveri (dovuto alle operazioni di salpamento e riposizionamento di elementi lapidei naturali, cosi come durante le operazioni fornitura e posa in opera di massi naturali di apporto); è importante sottolineare come le condizioni meteoclimatiche (in particolare vento e temperatura) siano fattori determinanti nella riduzione od amplificazione dell'inquinamento.

In fase di cantierizzazione le possibili fonti di inquinamento sono legate alle lavorazioni eseguite con i mezzi d'opera. Tutti i macchinari e mezzi d'opera propedeutici alle

lavorazioni dovranno essere omologati con marcatura CE secondo la Direttiva Macchine, oltre a detenere il proprio libretto ‘’Uso, manutenzione e revisione’’.
Per evitare la diffusione di polveri, i materiali di apporto esterno saranno lavati preventivamente in cava.

Acqua

In fase di cantiere tutte le attività saranno condotte nel rispetto della disciplina vigente in materia di qualità della risorsa idrica; la realizzazione dell’intervento non necessita di tecnologie con impiego di prodotti contaminanti acque o terreno.
In fase di cantiere gli impatti sono correlati essenzialmente con l’intorbidimento temporaneo delle acque dovuto al salpamento e riposizionamento degli elementi lapidei esistenti, cosi come per le operazioni di fornitura e posa in opera di nuovi massi.
Tutto il materiale di apporto sarà lavato preventivamente in cava.

Rumore

In fase di cantiere è prevedibile una variazione, comunque non significativa, del clima acustico della zona in relazione all’aumento del traffico veicolare indotto dalla presenza del cantiere.
Oltre alle emissioni acustiche imputabili al traffico veicolare derivante dalle attività cantieristiche, si incrementerà anche il rumore connesso all’utilizzo dei macchinari tipici di cantiere: le singole emissioni sonore sono mediamente elevate e sarà quindi importante garantire l’esclusivo utilizzo di mezzi d’opera silenziati e/o comunque conformi alla normativa CE secondo la Direttiva Macchine.
Sarà fondamentale comunque recepire ed applicare le normative vigenti in materia, svolgendo azioni di sensibilizzazione sul personale riguardo la necessità di svolgere le operazioni e mantenere modalità di lavorazione che consentano di minimizzare l’esposizione al rumore.

Rifiuti

Le lavorazioni a progetto non prevedono la formazione di rifiuti o di materiali di risulta da allontanare dal cantiere. Per quanto riguarda invece i rifiuti derivanti dalla gestione del cantiere verranno adottati i normali principi di raccolta differenziata. Tutte le operazioni di trasporto e smaltimento dei rifiuti saranno svolte in conformità alle vigenti normative di settore e alle norme di tipo infortunistico e d’igiene e tutela degli ambienti di lavoro.

Flora e vegetazione

L'esecuzione dei lavori a progetto non costituisce particolare criticità per l'eliminazione e/o danneggiamento di vegetazione di potenziale interesse naturalistico/scientifico.

Le operazioni a progetto comportano il posizionamento di elementi lapidei naturali in aree su cui non insistono habitat marini di particolare interesse.

2.3 Probabili effetti rilevanti del progetto sull'ambiente

2.3.1 Residui ed emissioni previste e produzione di rifiuti

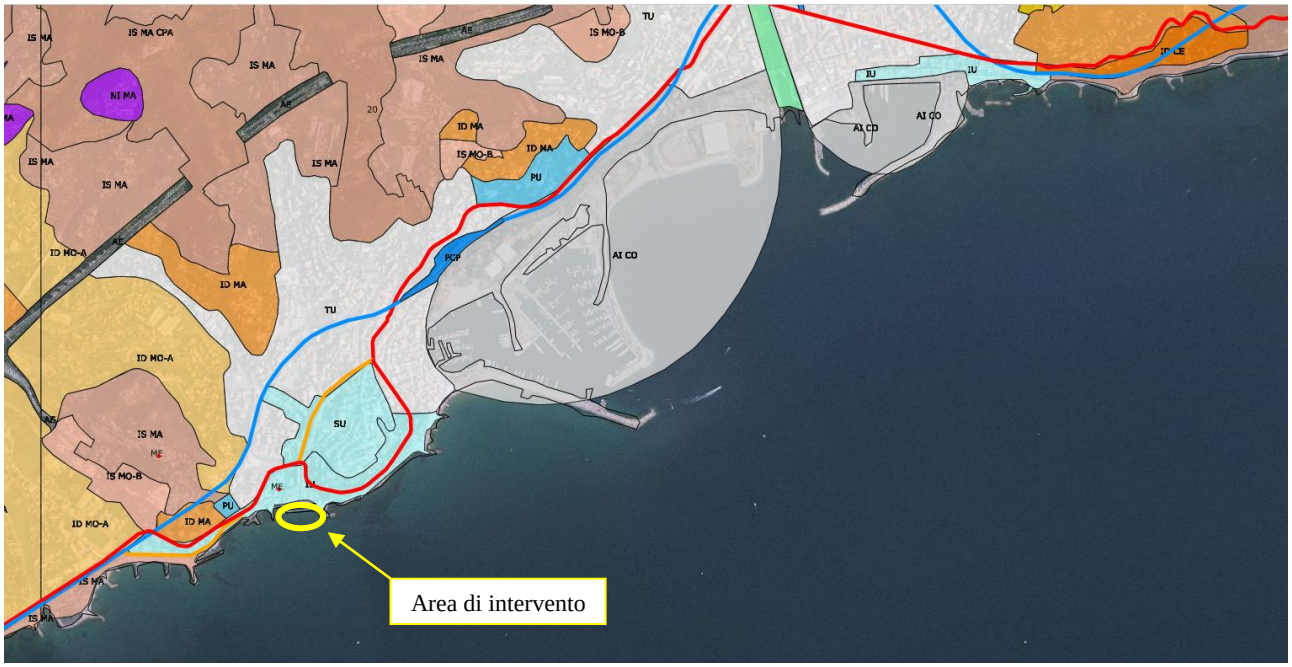
Le opere, una volta realizzate, non produrranno emissioni o rifiuti.

Durante la fase di cantierizzazione le emissioni ambientali potranno leggermente aumentare in seguito alla presenza dei mezzi di cantiere: in ogni caso questo aumento non risulta significativo e/o incompatibile con l'area di intervento. Gli elementi costituenti le opere a progetto risultano compatibili con l'ambiente di posa.

2.3.2 Compatibilità paesistica, ambientale e vincoli

Il P.T.C.P. ha dato l'avvio ad un lavoro di ripristino paesaggistico, ecologico ed urbanistico, volto a restituire identità e bellezza al territorio ligure. Uno dei maggiori obiettivi a cui il piano tende è quello di conservare e valorizzare, nell'ambito di un sempre più rapido e confuso sviluppo urbanistico territoriale, il patrimonio ambientale, naturale, paesistico e culturale ed è per questo che assume molteplici valori, da piano paesaggistico a piano di tutela delle bellezze naturali, delle acque e di difesa del suolo. Nelle seguenti figure si riportano gli stralci degli elaborati che costituiscono il P.T.C.P. in cui ricade l'area di intervento.

Il P.T.C.P. ha la zonizzazione normativa riportata nella successiva figura (codice IU).



Assetto insediativo – Ambito IU

L'ambito di appartenenza (IU) è normato all'interno del documento '' Norme di attuazione (D.C.R. n° 6 del 26 febbraio 1990 e s.m.i.)'' ed è sottoposto al regime di mantenimento.

Per quanto concerne la compatibilità ambientale si rimanda a quanto osservato ai paragrafi Aspetti Ambientali (Cap. 1.2).

Nell'area oggetto di intervento insistono i seguenti vincoli bellezze d'insieme:

- Vincolo paesistico bellezze d'insieme codice 070348 ''integrazione vincoli delle zone nei comuni di Riva L. S. Stefano al M. Costarainera S. Lorenzo al M. Imperia Diano Marina S. Bartolomeo e Cervo (Complesso paesistico Paradiso)'' – Decreto Ministeriale del 24/04/1985



- Vincolo paesistico bellezze d'insieme codice 070310 ''la zona Parrasio sita nel Comune di Imperia ricca di bellezze naturali integrate da ambienti caratteristici – Decreto Ministeriale del 19/02/1963



L'area di intervento ricade altresì nella fascia compresa entro i 300 ml dalla costa.

2.3.3 Uso delle risorse naturali, in particolare suolo, territorio, acqua e biodiversità

Le operazioni a progetto prevedono unicamente l'utilizzo di massi lapidei nelle seguenti quantità:

Tout Venant	circa	1 250	mc
Massi I° categoria	circa	600	ton
Massi III° categoria	circa	3 200	ton
Ghiaia di mare	mc	900	mc

3 Criteri per la verifica di assoggettabilita'

Per la predisposizione delle informazioni e dei dati del paragrafo precedente si è tenuto conto dei contenuti richiesti nell'Allegato IV-bis – Contenuti dello Studio Preliminare Ambientale di cui all'articolo 19 - D.Lgs 152/06. Verrà ora riportato un breve riepilogo di quanto sopra esposto, in conformità ed a completamento dei contenuti richiesti dall'Allegato V – Criteri per la Verifica di assoggettabilità di cui all'articolo 19 – D.Lgs 152/06.

3.1 Caratteristiche del progetto

Sono state analizzate le caratteristiche del progetto ed il loro impatto in relazione agli aspetti evidenziati nei successivi paragrafi.

3.1.1 Dimensioni e concezione dell'insieme del progetto

La completa descrizione del progetto è riportata al paragrafo 2.1 e nei grafici allegati.

3.1.2 Cumulo con altri progetti esistenti e/o approvati

L'area di intervento risulta unicamente caratterizzata dalle lavorazioni comprese nel piano degli interventi a valere sulle risorse di cui all'art.1 comma 1028 della legge 30 dicembre 2018, n° 145 annualità 2020 – Codice 505 e codice 1273. Sull'area specifica non sono presenti altri interventi.

3.1.3 Utilizzo di risorse naturali, in particolare suolo, territorio, acqua e biodiversità

Un riassunto dei materiali necessari per la realizzazione dell'opera è riportato al paragrafo 2.3.3.

3.1.4 Inquinamento e disturbi ambientali

I comparti ambientali potenzialmente interessati dalle lavorazioni a progetto, sono stati analizzati al paragrafo 1.3.

3.1.5 Rischi di gravi incidenti e/o calamità attinenti al progetto in questione,

inclusi quelli dovuti al cambiamento climatico, in base alle conoscenze scientifiche

Non si individuano gravi incidenti/calamità attinenti al progetto in questione, inclusi quelli dovuti al cambiamento climatico., nei confronti del quale l'opera realizza una mitigazione degli effetti di impatto delle mareggiate sul litorale

3.1.6 Rischi per la salute umana quali, a titolo esemplificativo e non esaustivo, quelli dovuti alla contaminazione dell'acqua o all'inquinamento atmosferico

Non si individuano rischi per la salute umana, né in fase di cantierizzazione né in fase di esecuzione e successiva gestione. Le acque protette sono attualmente usate per alaggio di piccole imbarcazioni; il progetto realizza maggiore protezione.

3.2 Localizzazione del progetto, tenuto conto:

E' stata considerata la sensibilità ambientale delle aree geografiche che possono risentire dell'impatto del progetto, tenuto conto in particolare degli aspetti evidenziati nei seguenti paragrafi.

3.2.1 Utilizzo del territorio esistente e approvato

Gli interventi risultano compatibili con l'uso attuale del territorio: si evidenzia la possibilità, da valutare con monitoraggio ambientale, di recupero di una spiaggi balneare.

3.2.2 Ricchezza relativa, disponibilità, qualità e capacità di rigenerazione delle risorse naturali della zona (comprendenti suolo, territorio, acqua e biodiversità) e del relativo sottosuolo

I materiali richiesti per la realizzazione delle opere sono prevalentemente inerti lapidei, approvvigionabili da cave di prestito nell'intorno dell'area di intervento. I materiali di apporto richiesti risultano di facile approvvigionamento sia per tipologia sia per

quantitativo. Un riassunto dei materiali necessari per la realizzazione dell'opera è riportato al paragrafo 2.3.3. Tutti i materiali di apporto saranno lavati preventivamente all'impiego.
Per la creazione della spiaggia a tergo dell'opera di difesa si prevede l'utilizzo di ghiaia di mare, per la cui provenienza si individuano allo stato le barre focive del T. Impero e del T. Prino, previa analisi e valutazione del competente dipartimento ARPAL. Ove tale materiale non fosse idoneo, sarà prelevato da cave di terra o di fiume.

3.2.3 Capacità di carico dell'ambiente naturale, con particolare attenzione alle seguenti zone:

3.2.3.1Zone umide, zone riparie, foci dei fiumi

L'area di intervento non ricade né in zone umide né in zone riparie.
Si segnala che in prossimità del limite di ponente dell'area di intervento è presente la foce del torrente Caramagna. La testata della diga emersa, cosi come circa i successivi 25 ml di sviluppo del corpo diga, non vengono modificati rispetto alla configurazione attuale: le eventuali mutue interazioni con il torrente non saranno pertanto differenti dalle esistenti, per le quali non sono segnalate criticità dal vigente Piano di Bacino.

3.2.3.2Zone costiere e ambiente marino

Le operazioni a progetto ricadono sia in zone costiere sia in ambiente marino ma, in esito alla finalità delle stesse, risultano compatibili con l'ambiente circostante.
Gli habitat marini potenzialmente interessati sono riportati al paragrafo 1.2, cui si rimanda.

3.2.3.3Zone montuose e forestali

L'area di intervento non ricade in zone montuose e forestali.

3.2.3.4Riserve e parchi naturali

L'area di intervento non ricade in riserve o parchi naturali.

3.2.3.5 Zone classificate o protette dalla normativa nazionale, siti rete Natura 2000

L'area di intervento non ricade in siti della rete Natura 2000.

3.2.3.6 Zone in cui si è già verificato, o nelle quali si ritiene che si possa verificare, il mancato rispetto degli standard di qualità ambientale pertinenti al progetto stabiliti dalla legislazione dell'Unione

L'area di intervento non ricade in zone in cui si è già verificato il mancato rispetto degli standard di qualità ambientale stabiliti dalla legislazione dell'unione.

3.2.3.7 Zone a forte densità demografica

L'area di intervento non ricade in zona a forte densità demografica; a tergo dell'area di progetto è presente la località Borgo Foce, compresa nella città di Imperia.

3.2.3.8 Zone di importanza paesaggistica, storica, culturale o archeologica

Nell'area oggetto di intervento insistono i vincoli bellezze d'insieme individuati al paragrafo 2.3.2

3.2.3.9 Territori con produzioni agricole di particolare qualità e tipicità di cui all'articolo 21 del decreto legislativo 18 maggio 2001, n° 228

L'area di intervento non ricade in territori con produzioni agricole di particolare qualità e tipicità di cui all'articolo 21 del decreto legislativo 18 maggio 2001, n° 228.

3.3 Tipologia e caratteristiche dell'impatto potenziale

I potenziali impatti ambientali del progetto debbono essere considerati in relazione ai criteri stabiliti ai punti 1 e 2 dell'allegato V al D.Lgs 152/06 con riferimento ai fattori di cui all'articolo 5, comma 1, lettera *c),* del decreto, e tenendo conto, in particolare:

a) dell'entità ed estensione dell'impatto quali, a titolo esemplificativo e non esaustivo, area geografica e densità della popolazione potenzialmente interessata;
b) della natura dell'impatto;
c) della natura transfrontaliera dell'impatto;
d) dell'intensità e della complessità dell'impatto;
e) della probabilità dell'impatto;
f) della prevista insorgenza, durata, frequenza e reversibilità dell'impatto;
g) del cumulo tra l'impatto del progetto in questione e l'impatto di altri progetti esistenti e/o approvati;
h) della possibilità di ridurre l'impatto in modo efficace.

A fronte di quanto riportato ed osservato nelle pagine precedenti, l'intervento non risulta impattante nei termini sopra citati.

4 Conclusioni

Il progetto, dopo aver esaminato la alternativa di intervento, indica le prerogative della proposta scelta sotto i profili strutturale ed ambientale:

- Strutturale:
    - è capace di mitigare sostanzialmente l'impatto delle mareggiate sul litorale, limitando la portata di tracimazione a valori compatibili con la sicurezza strutturale e funzionale del contesto (attuale 129.1 l/sec.m; con soluzione proposta 4.1 l/sec.m)
- Ambientale:
    - l'opera non interferisce con ambienti bionaturalistici di interesse (v. paragrafo 1.2) e rispetta le caratteristiche del paesaggio (forme, dimensioni, visuali sull'orizzonte), garantisce un ricambio idrico con recupero di spiagge anche balneari.

- La parte emersa della struttura è interrata per una decina di metri, e in quel tratto la berma sommersa (di ampiezza circa 14 ml) è prevista a quota -0.50 m.s.l.m.m. La configurazione è strutturalmente collaudata: sul tema, per quanto riguarda la esperienza di StudioGaggero, ricordiamo che a San Bartolomeo al Mare le dighe emerse realizzate dall'allora genio Civile OOMM, soggette a crolli e scivolamenti di massi sulle testate, sono state collegate con una struttura sommersa, che ha stabilizzato i varchi.
- Nella parte orientale dello specchio acqueo protetto della nuova configurazione della diga è prevista la fornitura e posa di 900 mc di ghiaia a formazione di una spiaggia, con finalità di:
    - diminuire ulteriormente l'energia dell'onda prima che raggiunga le strutture urbane;
    - formare un'area di agevole alaggio estivo per le piccole imbarcazioni o, in alternativa, in esito a monitoraggio ambientale delle acque, recuperare una spiaggia balneare simile a quella esistente e certificata all'interno della struttura speculare addossata al pennello di levante di Borgo Prino.
- La ghiaia può essere prelevata dalla barra fociva del Torrente Impero o del Torrente Prino; ove la qualità del materiale, per il quale ARPAL potrebbe preventivamente imporre specifiche analisi, non risultasse idoneo, sarò utilizzata ghiaia di cava terrestre o di fiume, opportunamente analizzata e valutata da ARPAL.