| | |
|---|---|
| | |
| | |
| Revisione 02 | luglio 2020 |
| Revisione 01 | giugno 2020 |
| Progetto GENERALE definitivo | maggio 2020 |



STUDIOGAGGERO

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

El. G

# COMUNE DI ALBENGA

**REALIZZAZIONE DI INTERVENTI MIRATI ALLA RICOSTITUZIONE O ADEGUAMENTO DEI PENNELLI ESISTENTI E L'INSERIMENTO DI NUOVE INFRASTRUTTURE ATTE AL CONTENIMENTO DEL FENOMENO EROSIVO CON CONSEGUENTE RIPASCIMENTO DEL TRATTO DI LITORALE INTERESSATO**

## RELAZIONE PAESAGGISTICA




| | | |
|---|---|---|
| | NP 2173 | Dott. ing. Paolo GAGGERO |
| Maggio 2020 | FILE NP 2173/Albenga – Arenili di | |

NP 2173

# COMUNE DI ALBENGA

## REALIZZAZIONE DI INTERVENTI MIRATI ALLA RICOSTITUZIONE O ADEGUAMENTO DEI PENNELLI ESISTENTI E L'INSERIMENTO DI NUOVE INFRASTRUTTURE ATTE AL CONTENIMENTO DEL FENOMENO EROSIVO CON CONSEGUENTE RIPASCIMENTO DEL TRATTO DI LITORALE INTERESSATO

# El. G – RELAZIONE PAESAGGISTICA

Maggio 2020

Dott. Ing. Paolo Gaggero

**Comune di ALBENGA - Provincia di SAVONA**

# RELAZIONE PAESAGGISTICA

***1) PROPONENTE***

***AMMINISTRAZIONE COMUNALE***

- ☐ Persona fisica
- ☐ Società
- ☐ Impresa
- ☒ Ente (Amministrazione Comunale)
- ☐ Altro …….

***2) TIPOLOGIA DELL'OPERA***

***REALIZZAZIONE DI INTERVENTI MIRATI ALLA RICOSTRUZIONE O ADEGUAMENTO DEI PENNELLI ESISTENTI E L'INSERIMENTO DI NUOVE INFRASTRUTTURE ATTE AL CONTENIMENTO DEL FENOMENO EROSIVO CON CONSEGUENTE RIPASCIMENTO DEL TRATTO DI LITORALE INTERESSATO***

***3) OPERA CORRELATA A:***

- ☐ Edificio
- ☐ Area di pertinenza intorno a edificio agricolo
- ☐ Lotto di terreno
- ☐ Strade
- ☐ Corsi d'acqua
- ☒ Terreno aperto (Battigia)

***4) CARATTERE DELL'INTERVENTO***

- ☐ Temporaneo o stagionale
- ☒ Permanente
  - ☒ Fisso
  - ☐ Rimovibile

***5a) DESTINAZIONE D'USO***

- ☐ Residenziale
- ☐ Ricettiva/turistica
- ☐ Industriale/artigianale
- ☐ Agricolo
- ☐ Commerciale/direzionale
- ☒ Altro (demanio marittimo - battigia)

***5b) USO ATTUALE DEL SUOLO*** (se lotto di terreno)

- ☐ Urbano
- ☐ Agricolo
- ☐ Boscato
- ☐ Naturale non coltivato
- ☒ Altro (battigia)

***6) CONTESTO PAESAGGISTICO DELL'INTERVENTO***

- ☒ Insediamento urbano
  - ☐ centro storico
  - ☐ area limitrofa al centro storico
  - ☐ area di edificazione recente
  - ☒ area di margine urbano
- ☐ Insediamento rurale
  - ☐ centro storico
  - ☐ area limitrofa al nucleo storico
  - ☐ area di margine
  - ☐ casa sparsa
- ☐ territorio rurale
  - ☐ macchia mediterranea
- ☒ area naturale

***7) MORFOLOGIA DEL CONTESTO PAESAGGISTICO***

- ☒ costa (bassa/alta)
- ☐ ambito lacustre/vallivo
- ☐ pianura
- ☐ versante (collinare/montano)
- ☐ altopiano
- ☐ promontorio
- ☐ piana valliva (montana/collinare)
- ☐ terrazzamento
- ☐ crinale

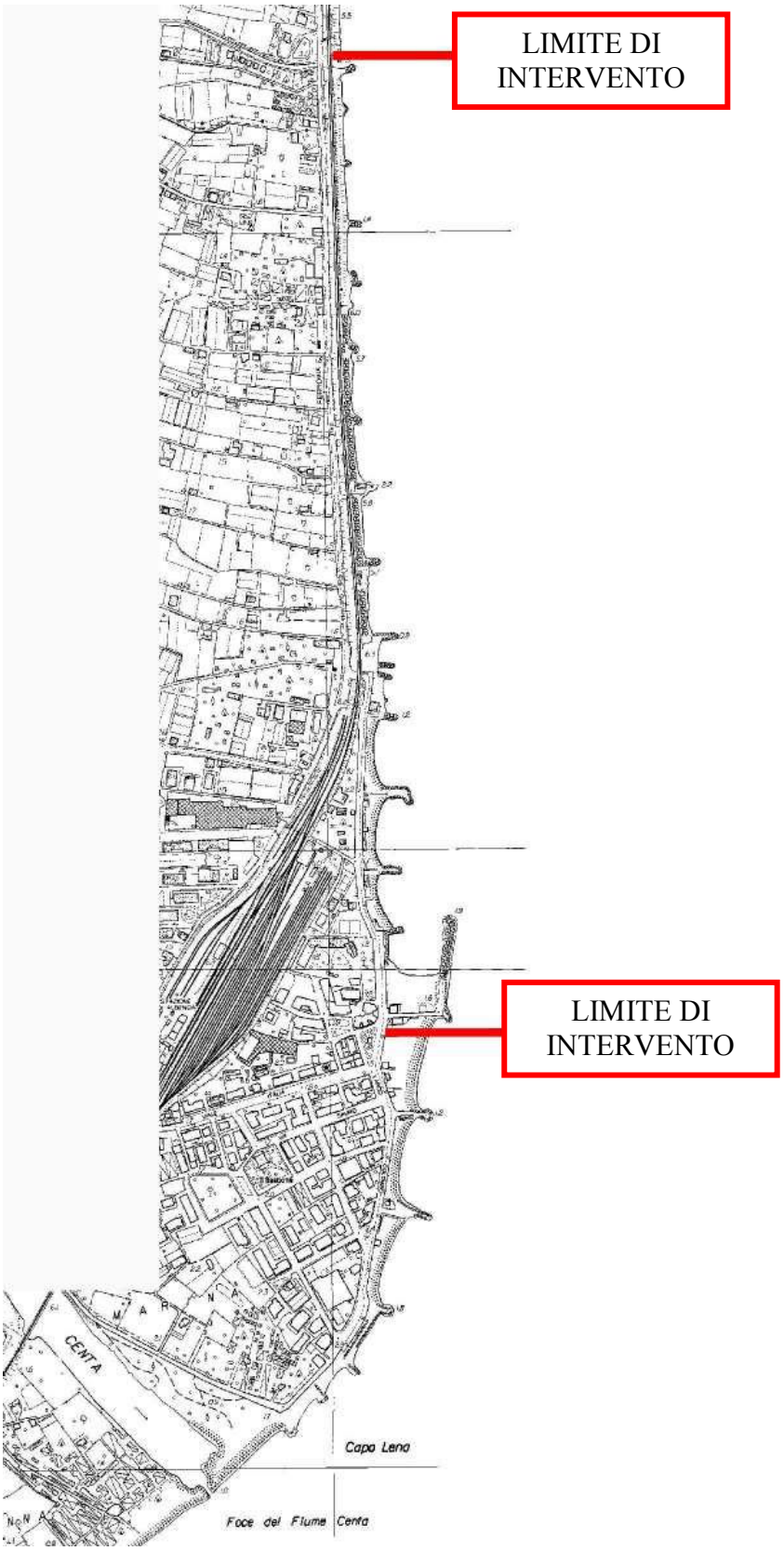
***8) UBICAZIONE DELL'OPERA E DELL'INTERVENTO***

***a)*** Estratto stradario con indicazione precisa dell'edificio, via, piazza, n. civico se l'intervento ricade in area urbana :

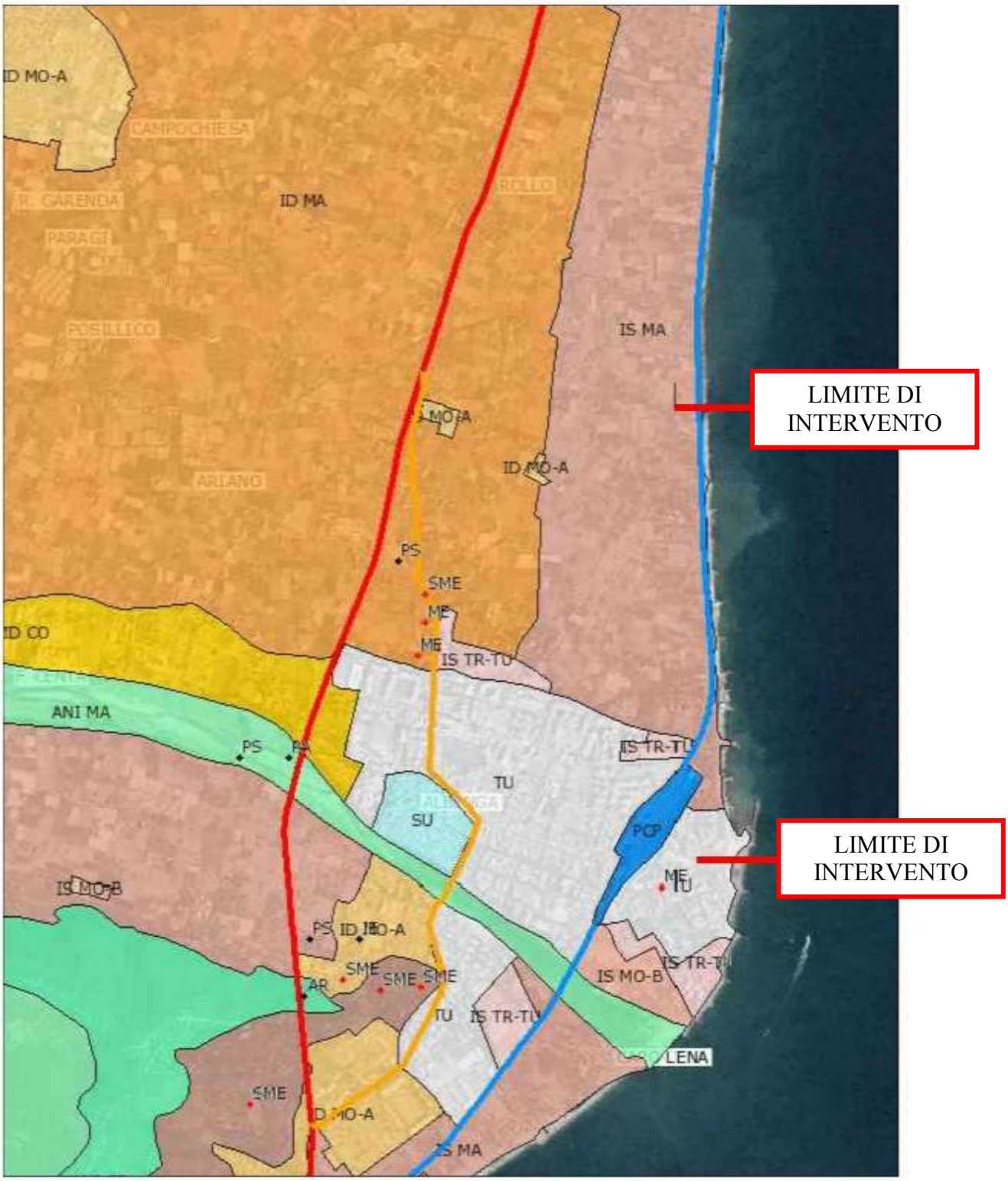



***arenili sul litorale di ALBENGA***

***b)*** Estratto CTR se l'intervento ricade in territorio extraurbano o rurale Sulla cartografia di cui ai punti a) e b) l'edificio – area d'intervento dovranno essere evidenziati attraverso apposito segno grafico o coloritura, nonché dovranno essere evidenziati i punti di ripresa fotografica



***c)*** Estratto degli strumenti di pianificazione pasistica (P.P., P.T.C.P., P.U.R.T.) e delle relative norme di contenuto paesistico ove sia evidenziata l'area dell'intervento del contesto paesaggistico




***P.T.C.P. – ASSETTO INSEDIATIVO***




***P.T.C.P. – ASSETTO GEOMORFOLOGICO***




***P.T.C.P. – ASSETTO VEGETAZIONALE***

***9) ESTREMI DEL PROVVEDIMENTO DICHIARATIVO DEL NOTEVOLE INTERESSE PUBBLICO (art. 136-141-157 Dlgs 42/04):***

Fare riferimento al sottopunto successivo.

***9b) PRESENZA DI AREE TUTELATE PER LEGGE (art. 142 Dlgs 42/04)***

Territorio costiero compreso in una fascia entro 300 metri.

***10) NOTE DESCRITTIVE DELLO STATO ATTUALE DELL'IMMOBILE O DELL'AREA TUTELATA***

Il territorio litoraneo di Albenga (e Ceriale) è stato oggetto degli studi e delle indicazioni di intervento contenute nel Piano di Tutela dell'Ambiente Marino e Costiero 08 (PTAMC), redatto dagli uffici della Regione Liguria ai sensi dell'art. 41 della L.R. 20/2006 ed approvato con Delibera del Consiglio Regionale n° 7 del 26/02/2016.

Nei documenti del PTAMC sono riassunti le fasi storiche dello sviluppo della piana di Albenga e del suo litorale, dalla posizione della foce del fiume Centa in età romana (a circa 1 km a nord della posizione attuale), ai primi segnali di fenomeni erosivi all'inizio del 1900, con i primi interventi di difesa. Prosegue il testo con l'evidenza delle erosioni in esito al raddoppio verso mare della linea ferroviaria (anni 1930): il rilevato ferroviario ha causato infatti un'azione di riflesso che ha divorato completamente la spiaggia, con problemi di stabilità per lo stesso rilevato. Tra le tavole di progetto è riportato il processo di variazione della linea di riva dedotta dalla cartografia regionale.

Lo scenario attuale è più favorevole di quello apparso negli ultimi decenni del secolo scorso, in esito all'interruzione delle massicce estrazioni di inerti lungo il corso del fiume Centa.

Le spiagge sono progradate sia a sud che a nord dell'intorno della foce del fiume Centa, con benefici effetti di ripascimento distribuiti sul litorale latistante. In particolare a nord, sino alla darsena, l'ampiezza della spiaggia si è sviluppata appoggiandosi alle sporgenze dei pennelli, sui quali sono state realizzate con successo operazioni di rimodellazione ed addolcimento delle scarpate.

La darsena, nei tempi precedenti alla sistemazione del pennello sottoflutto di parziale chiusura della bocca, ha catturato grandi volumi di materiale fine transitante lungo la spiaggia sommersa. In un primo periodo la sua parziale realizzazione fu causa di gravi fenomeni erosivi nelle spiagge a nord, cessati al raggiungimento dell'equilibrio tra opere e pendenze naturali del sedimento. Attualmente subito a nord della darsena è presente la maggiore concentrazione di opere fisse (pennelli) di tutto il litorale albenganese, con risultati variabili e contrastanti sulla stabilità delle spiagge locali.

La presenza del rio Burrone ha certamente influito sulla qualità dell'antropizzazione del litorale. Proprio alla foce del rio Burrone inizia il parallelismo del litorale con la ferrovia e la successione di modesti sporgenti in massi radicati alla scarpata ferroviaria. La spiaggia, letteralmente sparita dopo la costruzione del raddoppio ferroviario, non è più ricomparsa, se non in modeste lingue di granulometria pesante appoggiate alla scarpata sud dei pennelli più strutturati. In zona sono presenti anche alcuni stabilimenti balneari, soggetti alla violenza del mare che pure, in tutto il tratto antistante la ferrovia, si evolve su fondali modesti: è evidente, come già segnalato, l'azione parzialmente riflessiva della scarpata ferroviaria, che allontana i sedimenti a distanze che superano le testate degli sporgenti.

Si segnala che il progetto è appoggiato sullo stato attuale descritto, nella batimetria, dal rilievo regionale 2012 per profondità superiori a 4.0 m, sovrapposto ad un precedente rilievo di StudioGaggero del 2004 spinto sino alla profondità di 1.0 m: i due rilievi collimano. Per le profondità locali e stata eseguita una verifica nella primavera 2020 per punti significativi nei pressi delle opere esistenti e realizzande; non sono emerse sostanziali differenze.

## *11) DESCRIZIONE SINTETICA DELL'INTERVENTO E DELLE CARATTERISTICHE DELL'OPERA (dimensioni materiali, colore, finiture, modalità di messa in opera ecc)*

.

La proposta del progetto si articola su 3 punti (coerenti con le indicazioni del PTAMC):

**I** volumi di ripascimento

**II** rivisitazione e/o realizzazione di pennelli in massi di appoggio al ripascimento

**III** un elemento trasversale (che chiameremo ancora pennello) realizzato in pali di legno.

Viene aggiunto, poiché richiesto da più parti (pescatori professionisti, lega navale) la proposta di intervento sulla diga della darsena.

### *RIPASCIMENTO*

Le azioni di ripascimento si suddividono in:

- stagionali, per volumi specifici inferiori od uguali a 10 mc/ml
- strutturali, per volumi superiori.

Il limite dei 10 mc/ml ha un significato preciso: è stato determinato, sulla base di profili mediati delle spiagge liguri, come quantitativo di sabbie/ghiaie necessarie per far avanzare la linea di battigia di 1 ml. Evidentemente il litorale in oggetto necessita di maggiori quantità, che il PTAMC ha valutato (per tutto il tratto in fregio alla ferrovia sino a Ceriale) pari a 1.000.000,00 di mc, ovvero, considerata una lunghezza di circa 3.500 ml, un versamento specifico pari a:

1.000.000 / 3500 = 285 mc/ml

Ovviamente la filosofia del presente progetto, promosso da prospettive di finanziamento a breve – medio termine, non può comprendere quantitativi così ingenti che, per il tratto in esame di circa 1320 (da sottoflutto darsena a rio Antognano) ai prezzi correnti intorno a 30/35 €/mc, comporterebbero una spesa netta di 1.320x285x30=11.286.000,00 € ed al lordo delle somme a disposizione dell'Amministrazione circa 15/16 milioni di €. Pertanto, sulla base di profili tipo dell'attuale fondale, i ripascimenti vengono proposti per una media di 30 mc/ml, valore mai realizzato sul litorale di Albenganese.

Relativamente alla granulometria del ripascimento sono stati tracciati alcuni profili in applicazione della curva di DEAN, descritti dalle seguenti espressioni:

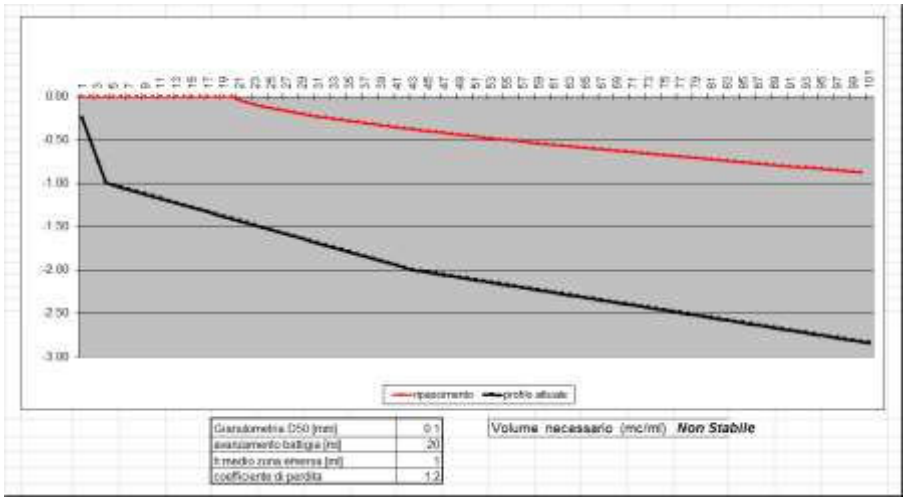
$$d = A(y)^{2/3}$$

dove:

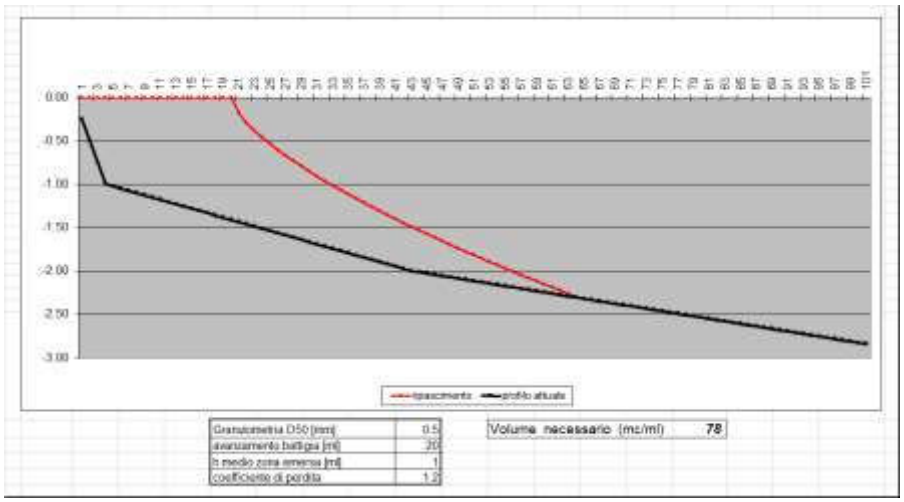
- d = profondità del punto a distanza y dalla linea di riva
- y = distanza del punto dalla linea di riva
- A = parametro dipendente dal diametro medio $D_{50}$ sei sedimenti:
  - $A=0.41 \times D_{50}^{0.94}$ per $D_{50}< 0.4$ mm
  - $A=0.23 \times D_{50}^{0.32}$ per $D_{50}< 10$ mm
  - $A=0.23 \times D_{50}^{0.28}$ per $10<= D_{50}< 40$ mm
  - $A=0.46 \times D_{50}^{0.11}$ per $D_{50} > 40$ mm

I profili sono stati tracciati per materiale di ripascimento a granulometria crescente ($D_{50}$ pari a mm 0.1, 0.5, 1.0, 3.0, 10, 20), con altezza media della spiaggia emersa di 1.0 m sul l.m.m., ed avanzamento della battigia (ove esiste, altrimenti dalla linea inerodibile) pari a 20 ml.

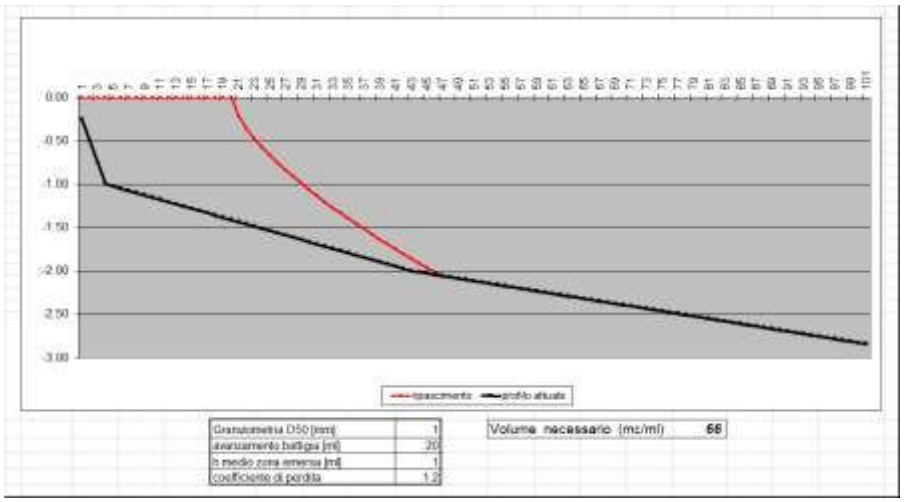
E' stata considerata anche una perdita immediata del 20%.



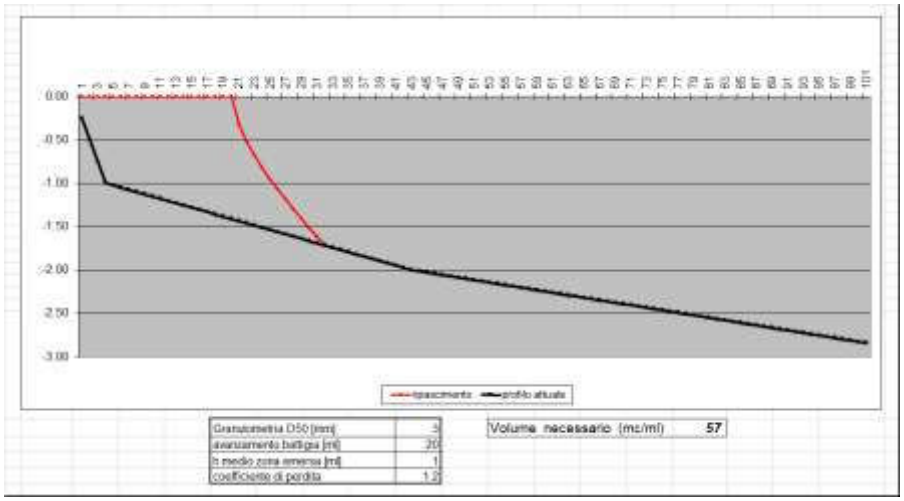

$D_{50}$ = 0.1 mm



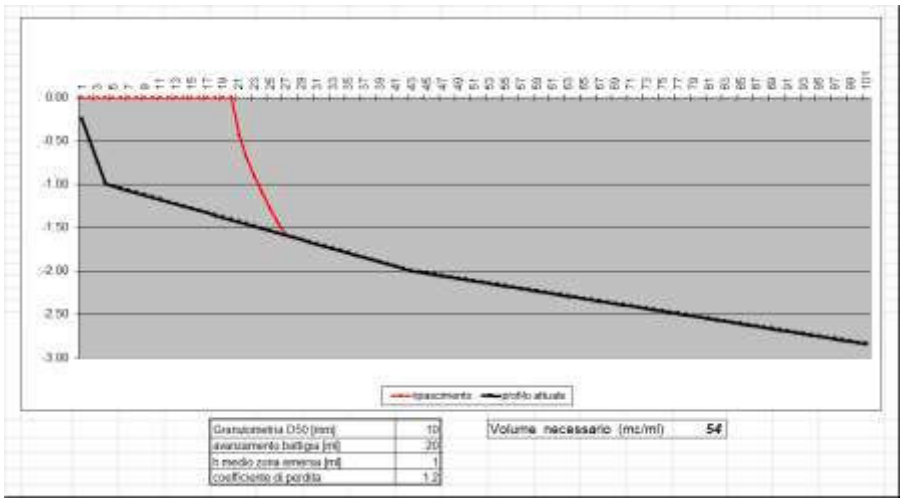

$D_{50}$ = 0.5 mm



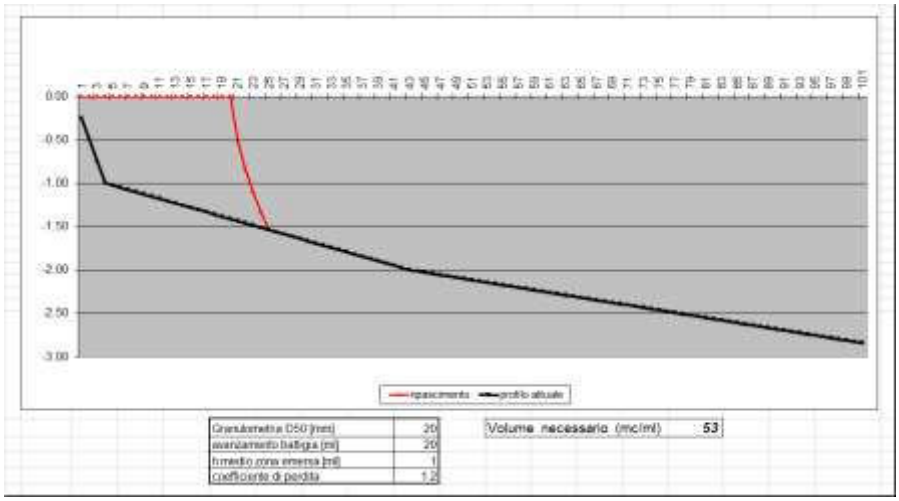

$D_{50}$ = 1 mm




$D_{50}$ = 3 mm




$D_{50}$ = 10 mm

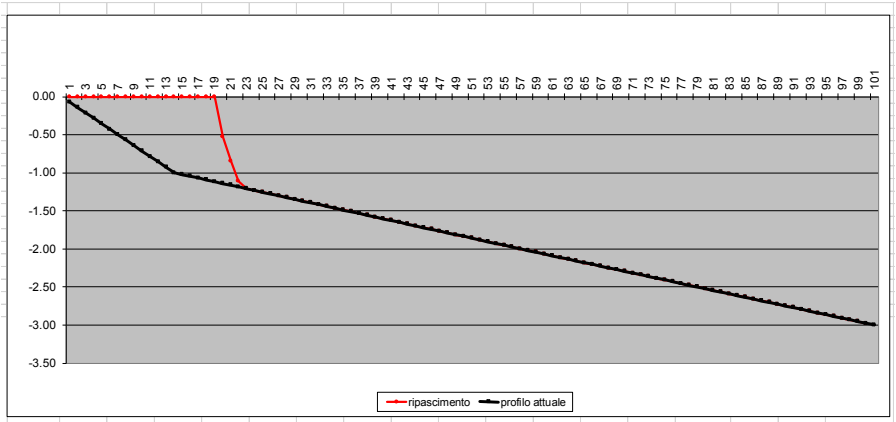



$D_{50}$ = 20 mm

Come già ricordato nei grafici delle pagine che precedono, sul profilo attuale, si è ipotizzato un versamento capace di fare avanzare la battigia (a quota costante +1.0 ml) di 20 ml (a titolo esemplificativo).
Per diversi diametri caratteristici del materiale di ripascimento, sono state tracciate le curve di equilibrio e valutati i volumi specifici. Risulta:

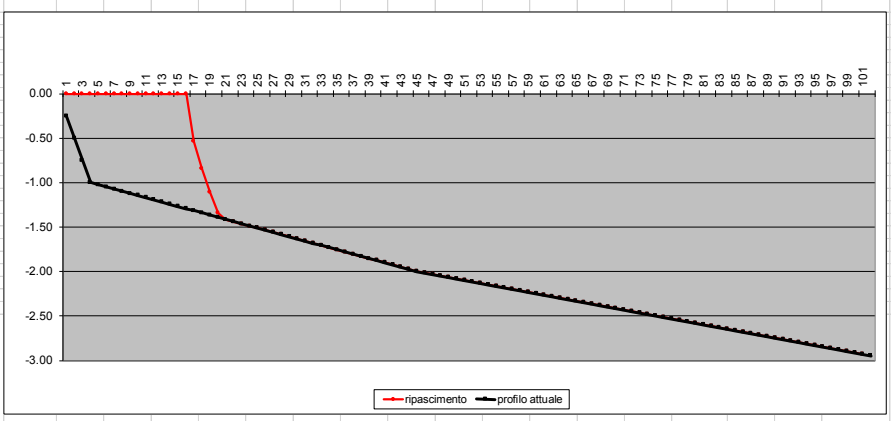
| $D_{50}$ (mm) | mc | mc necessari |
|---|---|---|
| 0.1 | instabile | - |
| 0.5 | stabile | 78 |
| 1.0 | stabile | 66 |
| 3.0 | stabile | 57 |
| 10 | stabile | 54 |
| 20 | stabile | 53 |

A nostro parere appare quindi chiaro che la granulometria del materiale di apporto debba opportunamente essere compresa tra 10 e 20 mm ($D_{50}$). Sopra di essa può essere versato uno strato stagionale di sabbie sottili (0,3 – 1,0 mm) che possono essere utilizzate anche per eventuali successivi ripascimenti stagionali. Il $D_{50}$= 20 mm viene assunto rappresentativo del prodotto commerciale di cava determinato 15/30 mm.
Il tenore di ripascimento a progetto, in rapporto con le economie disponibili, risulta pari a circa 40 mc/ml, pertanto alcuni possibili profili di equilibrio, tracciati su 2 sezioni caratterizzate da differenti pendenze, sono i seguenti:




| | |
|---|---|
| Granulometria D50 [mm] | 20 |
| avanzamento battigia [ml] | 19 |
| h medio zona emersa [ml] | 1 |
| coefficiente di perdita | 1.2 |

Volume necessario (mc/ml) ***39***




*ripascimento*

| | |
|---|---|
| granulometria D50 (mm) | 20 |
| avanzamento battigia (ml) | 16 |
| h medio zona emersa (ml) | 1 |
| coefficiente di perdita | 1.2 |

Volume necessario (mc/ml) ***41***

I due profili tracciati individuano un avanzamento della linea di battigia all'atto del versamento compreso tra circa 16 e 19 ml (altezza media zona emersa 1.0 ml, coeff di perdita 20%).

Le varie configurazioni di DEAN indagate, mostrano quanto devono essere pronunciati i pennelli rispetto alla spiaggia. In particolare, per la granulometria 20 mm, i pennelli devono essere di lunghezza almeno ml 40 (il doppio dell'ampiezza di spiaggia emersa + sommersa) . Sono stati dimensionati con lunghezza di 60 ml, nella prospettiva di ulteriori versamenti di ben altro volume previsti dal PTAMC e di adeguato margine di sicurezza sul contenimento delle

sabbie/ghiaie; la maggiore lunghezza diverrebbe economicamente gravosa se realizzata in un secondo tempo(testate da salpare e rimodellare).

Le conclusioni raggiunte sulla granulometria dei ripascimenti (prodotto commerciale 15/30) ben si coniuga con il sedimento presente naturalmente (e non del tratto di litorale meno occupato dalla concessioni balneari). Su tale tratto, riferibile a nord del pennello 13 sino al rio Antognano, i sedimenti presenti sono del tipo rappresentato nel seguente fotogramma, che raffigura di fatto la granulometria stabile ai piedi della scarpata ferroviaria.



Su questa ghiaie i concessionari balneari versano prima della stagione materiali sabbiosi 2-3 mm.

***RIVISITAZIONE E/O REALIZZAZIONE PENNELLI***

È stato verificato in scala naturale nel tratto immediatamente a levante della darsena che il passo di 120 ml tra i pennelli realizza celle capaci di contenere spiagge non ampie ma normalmente stabili. Pertanto la cadenza viene confermata su tutta la zona del progetto sino alla foce del rio Antognano e si suggerisce, per omogeneità quando sarà affrontato il tema, sino al canale Muragne. Le foci dei rii interrompono il ritmo, che riprende peraltro più a levante. In un primo tempo avevamo pensato di spostare i pennelli esistenti, salpandoli e ricostruendoli a distanze costanti. Le complicazioni che ne derivano per la conservazione delle concessioni demaniali in corso hanno sconsigliato tale soluzione e i radicamenti dei pennelli restano nella attuale posizione.

Il pennello 8 ha attualmente una forma planimetrica particolare, con la testata rivolta verso SE; se ne prevede la modifica e la regolarizzazione. Nella tabella seguente vengono riportati riassuntivamente gli interventi:

| pennello | Prolungamento in asse | lunghezza ml finita | immutato | note |
|---|---|---|---|---|
| **7** | | | X | |
| **8** | | | | modifica testata |
| **9** | X | 60 | | |
| **10** | | | X | Semplice modellamento manutentivo |
| **11** | | | X | |
| **12** | | | X | |
| **13** | X | 60 | | |
| **14** | X | 60 | | |
| **15** | X | 60 | | |
| **16** | X | 60 | | |
| **17** | X | 60 | | |
| **18** | X | 60 | | |
| **19** | X | 60 | | |
| **20** | X | 60 | | |
| **21** | X | | | Prolungamento in pali di legno |
| **DARSENA** | Rimodellamento ed imbasamento difesa | | | |

Durante preventive fasi istruttorie è stata evidenziata la presenza dei pennelli 10, 11 e 12 fuori cadenza ritmica dell'intero sistema:

- il pennello 12 funge da argine al rio Burrone;
- il pennello 11 separa aree di attività balneari distinte: a sud spiaggia, a nord locazione di piccole imbarcazioni;
- il pennello 10 non ha specifica destinazione: sarà compito dei monitoraggi verificare la opportunità di eventuale salpamento.

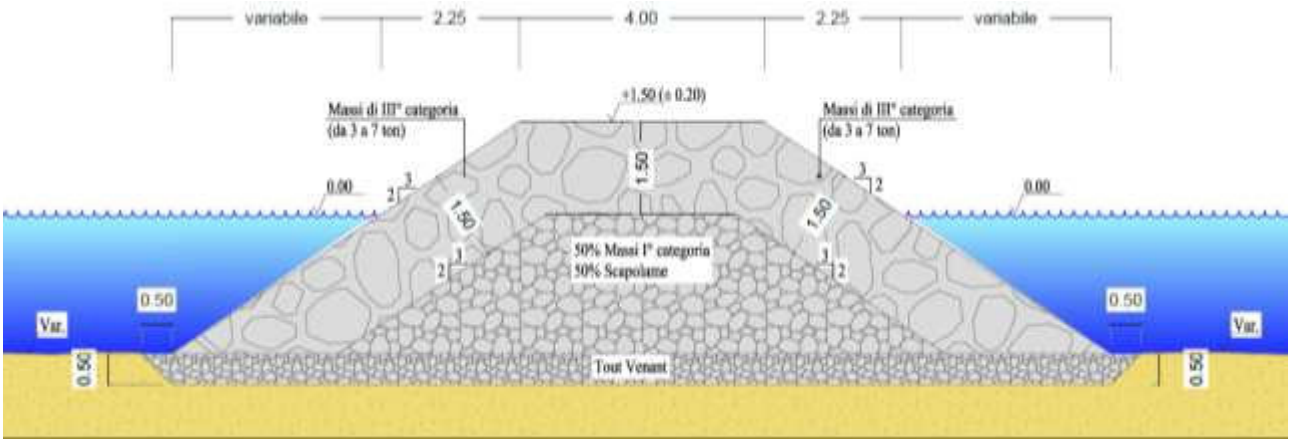
I pennelli esistenti e confermati senza importanti modifiche restano con le misure attuali di ampiezza a quota berma, pendenza etc. (pennelli 7 – 8 – 11 – 12). In corrispondenza del ristorante Lo Scoglio (15) la struttura esistente viene allungata oltre l'edificio e il dehor che lo occupano; si segnala che è stato recentemente attuato il progetto che lo riguarda approvato nell'anno 2013.

Le nuove o rinnovate strutture avranno

- ampiezza berma ml 4.00
- altezza berma ml 1.50 (± 20 cm)
- pendenza scarpata di testa 2.5 / 1
- pendenza scarpata del tronco 3 / 2

Tutte le mantellate saranno realizzate con massi di 3ª categoria. Le profondità raggiunte in testata sono generalmente dell'ordine dei 2.0/2.5 ml, max 3.0 ml.

Il ripascimento sarà così distribuito:



| TRA PENNELLI | DISTANZE | MC/ML | MC COMPLESSIVI |
|---|---|---|---|
| 7 – 8 | 120 | 40 | 4 800 |
| 8 – 9 | 120 | 40 | 4 800 |
| 9 – 13 | 130 | 40 | 5 200 |
| 13 – 14 | 120 | 40 | 4 800 |
| 14 – 15 | 120 | 40 | 4 800 |
| 15 – 16 | 105 | 40 | 4 400 |
| 16 – 17 | 120 | 40 | 4 800 |
| 17 – 18 | 110 | 40 | 4 400 |
| 18 – 19 | 90 | 40 | 3 600 |
| 19 - 20 | 100 | 40 | 4 000 |
| 20-21 | 90 | 40 | 3 600 |
| | | **Sommano mc** | **49 200** |

Il dimensionamento dei pennelli è effettuato con il collaudato algoritmo di Hudson. La dimensione dell'onda incidente viene assunta pari a quella dell'onda solitaria in corrispondenza dei fondali antistanti la parte più pronunciata dei pennelli.
Rispetto a stime più accurate desumibili da estensioni delle valutazioni sull'onda già contenute nel PTAMC, il peso dei massi di mantellata è probabilmente sovradimensionato. Peraltro il concetto, ormai generalizzato in Liguria, di non impiegare massi inferiori alla 3° categoria per le mantellate delle nuove opere, porterebbe comunque al risultato ottenuto nel seguito(pendenza scarpata del tronco 3/2 = 1.5/1).

La formula di Hudson e rappresentata dalla seguente espressione

W=(Wr/(Sr-1)^3*A^3/(Kctg@))

dove

| | | | |
|---|---|---|---|
| Wr e' il peso specifico del litotipo usato per la scarpata | = t/mc | 2.6 | |
| A e' l'altezza d'onda incidente sull'opera | = m | 2.34 | |
| ctg@ e' la inclinazione della scarpata sull'orizzontale | = | 1.5 | |
| K e' un coefficiente | | K = 2 | |
| per cui nel caso in esame il valore del peso del singolo masso W risulta =ton | | | 3.14 |

L'onda massima di progetto e' determinata con la teoria dell'onda solitaria (a vantaggio sicurezza)sulla profondita massima circostante pari a ml 3.00

| | |
|---|---|
| volume masso mc | 1.21 |
| diametro sfera equivalente | 1.32 |

Viene fornita peraltro una tabella di variazione dei valori di W al variare di A e di ctg@

| | altezza d' onda incidente | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| pendenza | 1.5 | 1.75 | 2 | 2.25 | 2.5 | 2.75 | 3 | 3.25 | 3.5 | 3.75 | 4 | 4.25 | 4.5 | 4.75 | 5 |
| 1/1 | 1.24 | 1.97 | 2.94 | 4.18 | 5.74 | 7.63 | 9.91 | 12.60 | 15.74 | 19.36 | 23.49 | 28.18 | 33.45 | 39.34 | 45.88 |
| 1.5/1 | 0.83 | 1.31 | 1.96 | 2.79 | 3.82 | 5.09 | 6.61 | 8.40 | 10.49 | 12.91 | 15.66 | 18.79 | 22.30 | 26.23 | 30.59 |
| 2/1 | 0.62 | 0.98 | 1.47 | 2.09 | 2.87 | 3.82 | 4.96 | 6.30 | 7.87 | 9.68 | 11.75 | 14.09 | 16.72 | 19.67 | 22.94 |
| 2.5/1 | 0.50 | 0.79 | 1.17 | 1.67 | 2.29 | 3.05 | 3.96 | 5.04 | 6.30 | 7.74 | 9.40 | 11.27 | 13.38 | 15.74 | 18.35 |
| 3/1 | 0.41 | 0.66 | 0.98 | 1.39 | 1.91 | 2.54 | 3.30 | 4.20 | 5.25 | 6.45 | 7.83 | 9.39 | 11.15 | 13.11 | 15.29 |
| 3.5/1 | 0.35 | 0.56 | 0.84 | 1.19 | 1.64 | 2.18 | 2.83 | 3.60 | 4.50 | 5.53 | 6.71 | 8.05 | 9.56 | 11.24 | 13.11 |
| 4/1 | 0.31 | 0.49 | 0.73 | 1.05 | 1.43 | 1.91 | 2.48 | 3.15 | 3.93 | 4.84 | 5.87 | 7.04 | 8.36 | 9.84 | 11.47 |
| 4.5/1 | 0.28 | 0.44 | 0.65 | 0.93 | 1.27 | 1.70 | 2.20 | 2.80 | 3.50 | 4.30 | 5.22 | 6.26 | 7.43 | 8.74 | 10.20 |
| 5/1 | 0.25 | 0.39 | 0.59 | 0.84 | 1.15 | 1.53 | 1.98 | 2.52 | 3.15 | 3.87 | 4.70 | 5.64 | 6.69 | 7.87 | 9.18 |

| categorie | | |
|---|---|---|
| | 1ª | da 50 kg a ton 1 |
| | 2ª | da ton 1.01 a ton 3.0 |
| | 3ª | da ton 3.01 a ton 7.0 |
| | 4ª | oltre 7.01 ton |

| pendenza | onda incidente prevista 2.34 |
|---|---|
| 1/1 | 4.70 |
| 1.5/1 | 3.14 |
| 2/1 | 2.35 |
| 2.5/1 | 1.88 |
| 3/1 | 1.57 |
| 3.5/1 | 1.34 |
| 4/1 | 1.18 |
| 4.5/1 | 1.05 |
| 5/1 | 0.94 |

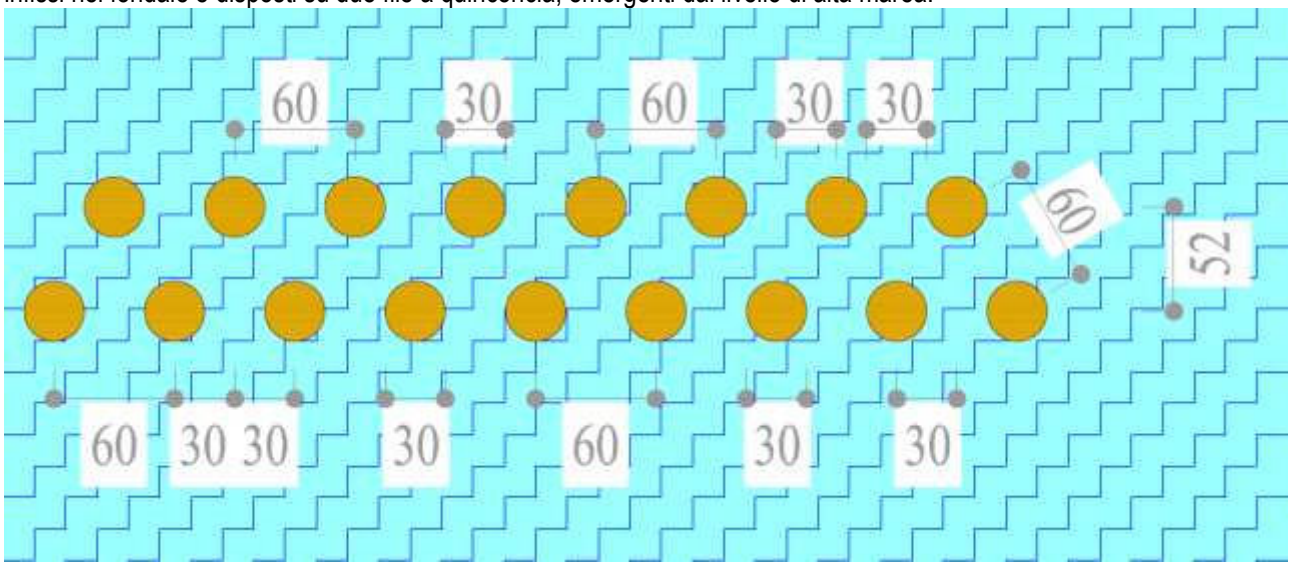



In esito alla particolare posizione e conformazione dell'area di intervento, subito a ridosso della scarpata in massi a sostegno del terrapieno della linea ferroviaria, le operazioni di fornitura e posa in opera di elementi lapidei (pietrame di

cava, tout venant, massi di I° e III° categoria) sono previste da mare; tale ipotesi progettuale non preclude una eventuale realizzazione da terra, mediante la formazione di una pista di cantiere (da realizzare con materiale da ripascimento) prospiciente alla sopracitata scarpata, con radice dal pennello guardiano del rio Burrone. Tale ipotesi dovrà essere verificata in rapporto alla dimensione dei mezzi da cantiere che si intenderanno utilizzare.
Le operazioni di ripascimento sono invece previste via terra mediante il progressivo versamento di materiale a formazione di una pista di cantiere atta a raggiungere le aree oggetto di intervento. Si segnala che sarà altresì possibile approvvigionare il materiale da cava mediante i sottopassi esistenti lungo lo sviluppo del rilevato ferroviario, mediante mezzi di idonea dimensione.

***PENNELLO IN LEGNO***

Come già riferito, nel tratto terminale viene prevista una struttura trasversale sperimentale realizzata in pali di legno infissi nel fondale e disposti su due file a quinconcia, emergenti dal livello di alta marea.




Esistono moltissimi esempi di setti trasversali con pali di legno, generalmente realizzati in acque oceaniche. Peraltro, in esito ad alcune osservazioni in fase preistruttoria, avviamo consultato la Università di Padova, Firenze e Genova per verificare l'esistenza di esperienze anche nel mediterranei, e segnatamente in Italia, l'esito è stato positivo, con esempi sulle coste adriatiche e tirreniche. La teoria dei setti permeabili in pali è di carattere scientifico e non applicativo: i modelli per lo studio delle longshore current sono molto complicati, soprattutto se bisogna simulare la permeabilità, per cui vengono privilegiati i monitoraggi di campo. Come sopra riferito esistono varie applicazioni: i pali possono essere accostati, oppure distanziati e la quota della testa è generalmente al di sopra dei livelli della spiaggia emersa e della quota del livello di mare in alta marea. Ove l'escursione di quest'ultima è molto forte, i pali vengono sommersi durante la fase alta ed emergono in quella bassa. La soluzione proposta realizza un ostacolo semipermeabile trasversale al trasporto solido. Con essa si attende che il flusso dei sedimenti, corrente al piede della scarpata ferroviaria o della spiaggia emersa, venga parzialmente arrestato, o meglio rallentato dal setto e pertanto riesca a decantare con conseguente creazione o manutenzione della spiaggia. Le caratteristiche degli elementi sono:

- pali in ontano od essenza idonea (vedi capitolo 6 ed allegato)
- diametro cm 30
- lunghezza di infissione ml 5,0
- interasse longitudinale cm 60
- interasse trasversale cm 52
- ampiezza varchi trasversali e diagonali cm 30.

La lunghezza prevista per questo setto sperimentale è anch'essa di 60 ml, eventualmente realizzata per lotti da monitorare. Ove i monitoraggi fornissero risultati positivi sull'efficacia del setto, questo potrebbe essere ripetuto nella parte a nord del rio Antognano sino al canale Muragne. Ovvero anche, se il setto venisse realizzato prima degli interventi su alcuni pennelli in massi del tratto a sud del rio Antognano, questi potrebbero essere sostituiti con altrettanti elementi in pali di legno, previa competente progettazione ed approvazione.

La realizzazione del setto potrà avvenire, nei fondali in sabbia, con l'impiego di vibroinfissore o piantapali(vedi immagine) montato sulla macchina di sollevamento , che può essere posata su pontone o su pista provvisoria di servizio.







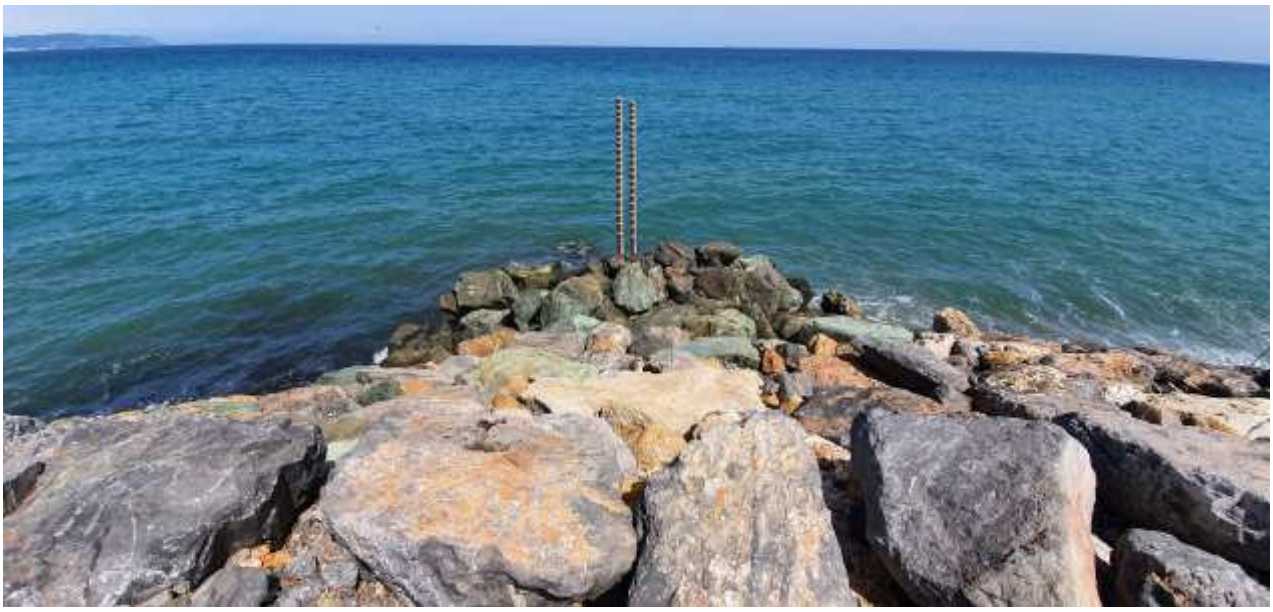
*Fotogramma di stato attuale*



*Fotomontaggio allungamento pennelli in massi e ripascimento*



*Fotogramma di stato attuale*



*Fotomontaggio pennello in pali*

## *CRITERI DI INTERVENTO PER STRALCI REALIZZATIVI*

Il quadro economico di progetto indica importi dei lavori e delle somme a disposizione normalmente incompatibili con il bilancio comunale, e resesi disponibili solo in esito alla OCDPC 558/2018. Peraltro l'Amministrazione dovrà intervenire per stralci; questi ultimi dovranno seguire un percorso logico e le diverse azioni dovranno essere correlate tra loro con criteri di:

- ✓ gradualità
- ✓ completezza.

Mentre il concetto di gradualità è facilmente intuibile, la completezza ha contenuti tecnici che, pur semplici, è opportuno chiarire.

Il progetto prevede sostanzialmente:

a) una serie di pennelli, più o meno pronunciati e diversamente collocati,
b) volumi di ripascimento.

Se i pennelli sono dedicati, come in effetti sono, all'ampliamento od alla creazione di una spiaggia (segnatamente a sud degli stessi) è necessario che insieme al pennello venga realizzato anche il ripascimento. Anzi, il processo è inverso, come già indicato nel PTAMC: l'azione di ripascimento è principale; quella di intervento sui pennelli è conseguente, dedicata al contenimento del ripascimento. E come per il pennello è evidente che possa essere realizzato a stralci in lunghezza, anche il volume del ripascimento può essere modulato conseguentemente. Ove si intervenga su più pennelli, il ripascimento dovrà essere previsto in corrispondenza di ciascuno.
Di norma nel progetto il ripascimento ha la funzione diretta di creazione della spiaggia (di competenza del singolo pennello) senza che si alteri improvvisamente il bilancio del trasporto solido e senza che si manifestino effetti erosivi sottoflutto alla direzione risultante di quest'ultimo. Nel caso del pennello semimpermeabile in pali di legno riteniamo che, diversamente da come indicato per gli altri in massi, sia opportuno non realizzare immediatamente il ripascimento sopraflutto, ma attendere gli esiti dell'opera con un monitoraggio costante nell'intorno del pennello.
Più in generale, poiché non è possibile pensare ad un intervento sull'intero litorale il cui inizio dovrebbe opportunamente essere posizionato all'estremità nord del tratto, la realizzazione a stralci impone una progressione in senso sud → nord, con ampiezza variabile dei settori di intervento, valutata caso per caso.
Come già espresso, il progetto generale definitivo individua e propone il primo stralcio, descritto nella seguente tabella, che trova corrispondenza nelle ultime pagine del computo metrico estimativo. Le opere previste nel 1° stralcio sono riportate in colore verde sulle tabelle generali già inserite al p.to 5.2 della presente relazione.

| pennello | Prolungamento in asse | lunghezza ml finita | immutato | note |
|---|---|---|---|---|
| **7** | | | X | |
| **8** | | | | modifica testata |
| **9** | X | 60 | | |
| **10** | | | X | Semplice modellamento manutentivo |
| **11** | | | X | |
| **12** | | | X | |
| **13** | X | 60 | | |
| **14** | X | 60 | | |
| **15** | X | 60 | | |
| **16** | X | 60 | | |
| **17** | X | 60 | | |
| **18** | X | 60 | | |
| **19** | X | 60 | | |
| **20** | X | 60 | | |
| **21** | X | | | Prolungamento in pali di legno |
| **DARSENA** | Ripristino della scarpata lato mare | | | |

| TRA PENNELLI | DISTANZE | MC/ML | MC COMPLESSIVI |
|---|---|---|---|
| 7 – 8 | 120 | | |
| 8 – 9 | 120 | 15 | 1 800 |
| 9 – 13 | 130 | 15 | 1 950 |
| 13 – 14 | 120 | 25 | 3 000 |
| 14 – 15 | 120 | 25 | 3 000 |
| 15 – 16 | 105 | 10 | 1 100 |
| 16 – 17 | 120 | 10 | 1 200 |
| 17 – 18 | 110 | 30 | 3 300 |
| 18 – 19 | 90 | 30 | 2 700 |
| 19 - 20 | 100 | | |
| 20-21 | 90 | | |
| **Sommano mc** | | | **18 050** |

Le scelte progettuali di 1° stralcio sono figlie delle seguenti considerazioni:

- Pennelli:
  - completa esecuzione in unica fase: minor costo realizzativo rispetto a stralci funzionali;
  - lunghezza 60 ml: prospettiva di ulteriori versamenti, anche di granulometrie più fini;

- Tenore di ripascimento

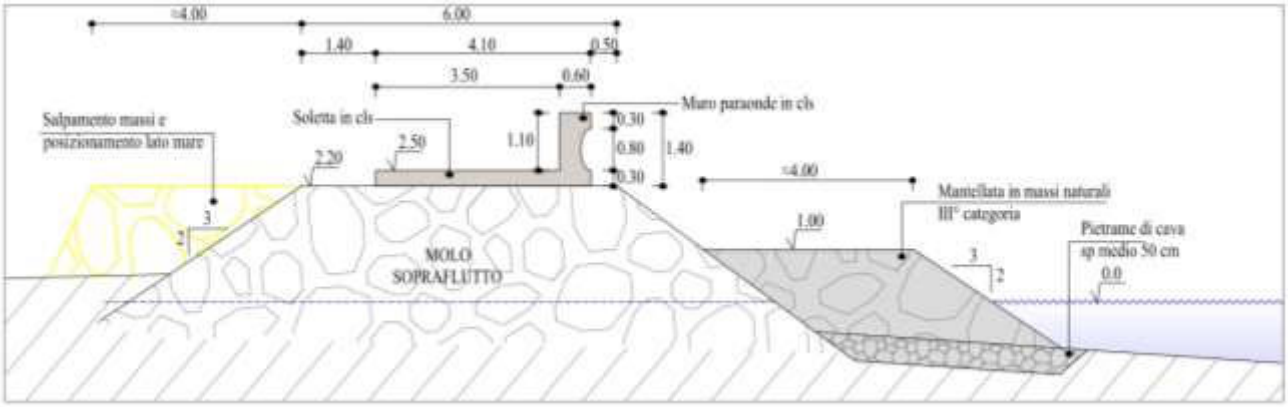
La disponibilità finanziaria permette un apporto di materiale pari a 18 000 mc, valore che corrisponde ad un tenore di circa 20 mc/ml su tratto racchiuso dal pennello 8 al pennello 19 (lunghezza ≈900 ml). In esito alla configurazione dell'arenile esistente, si prevede una distribuzione del materiale da ripascimento caratterizzata da tenori crescenti dal centro urbano al rio Antognano, al fine di conferire pari inerzia all'intero tratto

## *DARSENA E SPIAGGIA A SUD DELLA STESSA*

Nel progetto non sono riportate indicazioni relativamente al tratto di litorale compreso tra la foce del fiume Centa e la darsena (questa compresa). In effetti il litorale si presenta con spiagge ampie e stabili, comprese tra pennelli anche recentemente allungati e/o sistemati. Non pare quindi necessario alcun tipo di intervento strutturale, mentre potrebbero essere opportuni eventuali ripascimenti stagionali in caso di erosioni temporanee in prossimità della stagione balneare. La darsena si è colmata di sabbia fine, stabile e sede di riparo fuor d'acqua per centinaia di imbarcazioni gestite dalla Lega Navale Italiana, dal Circolo Nautico e, in minor densità, dalle locali associazioni di pescatori. In un'ottica di riassetto generale del litorale potrebbe emergere l'opportunità di svuotamento della darsena per la formazione di uno specchio protetto (con interventi strutturali idonei ad eliminare l'interrimento) anche con un ampliamento dell'occupazione litoranea complessiva. Si renderebbero disponibili ingenti quantità di sabbie che, pur molto fini, potrebbero essere riversate sulla spiaggia più a nord. Un programma in tal senso era stato prodotto, durante la fase di formazione del PTAMC, dall'Amministrazione Comunale allora in carica; gli investimenti necessari peraltro non sono al momento reperibili.

Nel presente progetto alla darsena viene invece destinata solamente l'attenzione riguardante il ripristino di alcuni fornelli che si sono formati durante la mareggiata e, a più lungo periodo, i troppo frequenti fenomeni di tracimazione della diga che la contiene.

Pertanto i ripristini sono realizzati con massi di 3° categoria (circa 250 ton) mentre per la riduzione di frequenza della tracimazione, senza pretendere di realizzare uno sbarramento invalicabile alle onde, si è ipotizzato una modifica della morfologia della diga, con la formazione di una risberma esterna, realizzata anche con il salpamento di massi della parte più a sud della diga stessa, più ampia della testata. Completerà l'opera di difesa un muro paraonde di modesta altezza, di cui si fornisce un primo schema nella successiva pagina.




*Sezione tipologica*

La proposta di paraonde sulla diga della darsena sarà approfondita e verificata nell'ambito della progettazione esecutiva degli stralci successivi al 1°.

## ***12) EFFETTI CONSEGUENTI ALLA REALIZZAZIONE DELL'OPERA***

- Moderazione della variabilità evolutiva ai fini della razionalizzazione della manutenzione(riduzione della frequenza degli interventi manutentivi);
- Modeste ottimizzazioni al layout attuale delle opere;
- Incremento della resilienza nelle zone più critiche;
- Risoluzione delle criticità esistenti;

***13) MITIGAZIONE DELL'IMPATTO DELL'INTERVENTO***

Utilizzo di materiali (massi naturali e inerte per ripascimento) simili a quelli esistenti nelle zone limitrofe, come dimensione e colorazione. I materiali d'apporto saranno lavati preventivamente al posizionamento.

Albenga, li maggio 2020




Il tecnico incaricato
Dott. Ing. Paolo Gaggero