



COMUNE DI TRANI

Provincia di Barletta - Andria - Trani

INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE E RIGENERAZIONE TERRITORIALE DELL'AMBITO COSTIERO COMUNALE

PROGETTO ESECUTIVO

PROGETTISTA:

R.U.P.:

Ing. Francesco LACAVALLA

Ordine Ingegneri Provincia BT, n. 867
Bisceglie (76011 BT - Italy), P.zza Margherita, 9

Geom. Salvatore FERRANTE

U.T.C. - Settore LL.PP.

ALLEGATO:

R_GEN

TITOLO ELABORATO:

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

SCALA:

--

PRIMA EMISSIONE:

DICEMBRE 2016

AGGIORNAMENTI:

1- Gennaio 2018; 2- Febbraio 2019

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

1.0.0 PREMESSA

In attuazione delle previsioni contenute all'art. 1, comma 364 della L. n. 208/2015 (c.d. Legge di stabilità 2016), nonché del:

- *Protocollo d'intesa tra la Regione Puglia e la Provincia di Barletta Andria Trani, Comuni di Barletta, Bisceglie, Margherita di Savoia, Trani per la riqualificazione e rigenerazione territoriale dell'ambito costiero provinciale* sottoscritto in data 13.11.2014;
- *Accordo di Programma tra il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti e la Regione Puglia* sottoscritto in data 28.07.2016 e successivamente approvato con D.G.R. n. 1770 del 23.11.2016;

sono stati stanziati, in favore del Comune di Trani e per l'annualità 2016, € 1.530.000 per la realizzazione di interventi per la riqualificazione e rigenerazione territoriale dell'ambito costiero comunale.

Nel Dicembre 2016 è stato quindi redatto il progetto degli *Interventi di riqualificazione e rigenerazione territoriale dell'ambito costiero comunale*, successivamente inviato agli Enti competenti per l'emissione del proprio parere.

Sulla base delle osservazioni formulate in seno alla prima CdS tenutasi in data 22.05.2017 nonché dei diversi pareri nel frattempo pervenuti, si è provveduto all'integrazione/aggiornamento del progetto. Le principali attività svolte possono essere così riassunte:

- ✓ Caratterizzazione ambientale delle aree costiere a sud del porto di Trani mediante rilievo batimetrico e geomorfologico, prelievo di campioni del fondale per analisi fisiche, chimiche, granulometriche e bentoniche, video ispezioni del fondale con Operatore Tecnico Subacqueo (Vedi Allegato R_AMB);
- ✓ Integrazione dello studio meteomarinario e analisi dell'evoluzione della linea di costa e del profilo di spiaggia (Vedi Allegato R_IDRA.02);
- ✓ Redazione di fotoinserimenti delle opere progettate nei relativi siti d'intervento (Vedi Allegato R_INT.01);
- ✓ Approfondimento delle valutazioni in ordine alla compatibilità paesaggistica degli interventi (Vedi Allegato R_INT.02);
- ✓ Approfondimento della valutazione dell'impatto dei lavori durante la fase di cantiere con particolare riferimento alla fase di trasporto del materiale lapideo (Vedi Allegato R_SIA);

- ✓ Predisposizione del modello di Domanda D1 per la consegna delle aree demaniali marittime (Vedi Allegato DO.RI.);
- ✓ Aggiornamento, sulla scorta di quanto ai punti precedenti, dei diversi elaborati di progetto (si evidenzia come a seguito degli approfondimenti condotti è stata stralciata la scogliera soffolta originariamente prevista sul sito d'intervento n. 1).

2.0.0 INQUADRAMENTO GENERALE

2.1.0 Caratteristiche geologiche

La zona oggetto di studio, rappresentata dal tratto di costa a falesia alta circa 2,00÷7,00 m si inserisce, in generale, in un contesto geomorfologico caratterizzato da "terrazzi marini" dolcemente degradanti verso la linea di costa. La continuità di detti terrazzi viene a volte interrotta da solchi di incisioni paleotorrentizie ("lame") spazieggiati, ad interfluvi quasi piani, e orientati verso NE, cioè verso la linea di costa.

Nel dettaglio il tratto di costa oggetto di studio delimita parte del ripiano più basso sollevato di circa 6.00 metri sul l.m..

Dal punto di vista geolitologico, affiorano sia i depositi pleistocenici sia, in misura minore, i depositi del cretaceo.

I depositi pleistocenici sono caratterizzati dalla: *"Unità a prevalente componente siltoso-sabbiosa e/o arenitica"*.

Lo spessore varia da pochi metri a circa 15 metri; la successione calcareo-terrigena è trasgressiva, con leggera discordanza angolare, sul sottostante calcare cretaceo "Calcare di Bari" che costituisce il basamento rigido della zona. Nella Carta Idrogeomorfologica della Regione Puglia tale formazione rientra nella: *"Unità prevalentemente calcarea e dolomitica"*.

Per quanto riguarda l'idrologia superficiale il territorio di Trani è caratterizzato da alcuni solchi erosivi ("Lame") che si sviluppano in direzione SW-NE perpendicolarmente alla linea di costa e sono asciutti, solo in caso di copiose precipitazioni convogliano per brevi periodi notevoli quantità di acqua ("mene").

In particolare, i tratti di costa interessati dagli interventi non si collocano lungo "lame" o impluvi o corsi d'acqua episodici e, pertanto, non ricadono dal punto di vista idraulico in aree a pericolosità di inondazione.

Circa gli aspetti idrogeologici la falda idrica principale (“falda profonda”) di tipo artesiano, che si stabilisce nei calcari del basamento, lungo il litorale dà sovente luogo a sorgenti di emergenza. Relativamente ai siti di intervento non si rinvennero sorgenti o punti di scarica della falda acquifera sotterranea

L’andamento generale delle isopieze mostra che le direzioni principali di deflusso idrico sono pressoché perpendicolari alla costa.

Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione geologica redatta dal Geol. Pansini (Allegato R_GEO).

2.2.0 Caratteristiche dei fondali e dei sedimenti di spiaggia

Nell’Ottobre 2017 la SIT Srl di Noci (BA) ha eseguito i rilievi e le analisi per la caratterizzazione ambientale delle aree costiere a sud del porto di Trani.



Figura 1 - Aree oggetto dell’indagine e loro suddivisione in ambiti

I rilievi condotti hanno permesso di definire sia le caratteristiche batimetriche che quelle geomorfologiche del fondale. Le immagini seguenti riportano alcuni risultati delle indagini svolte.

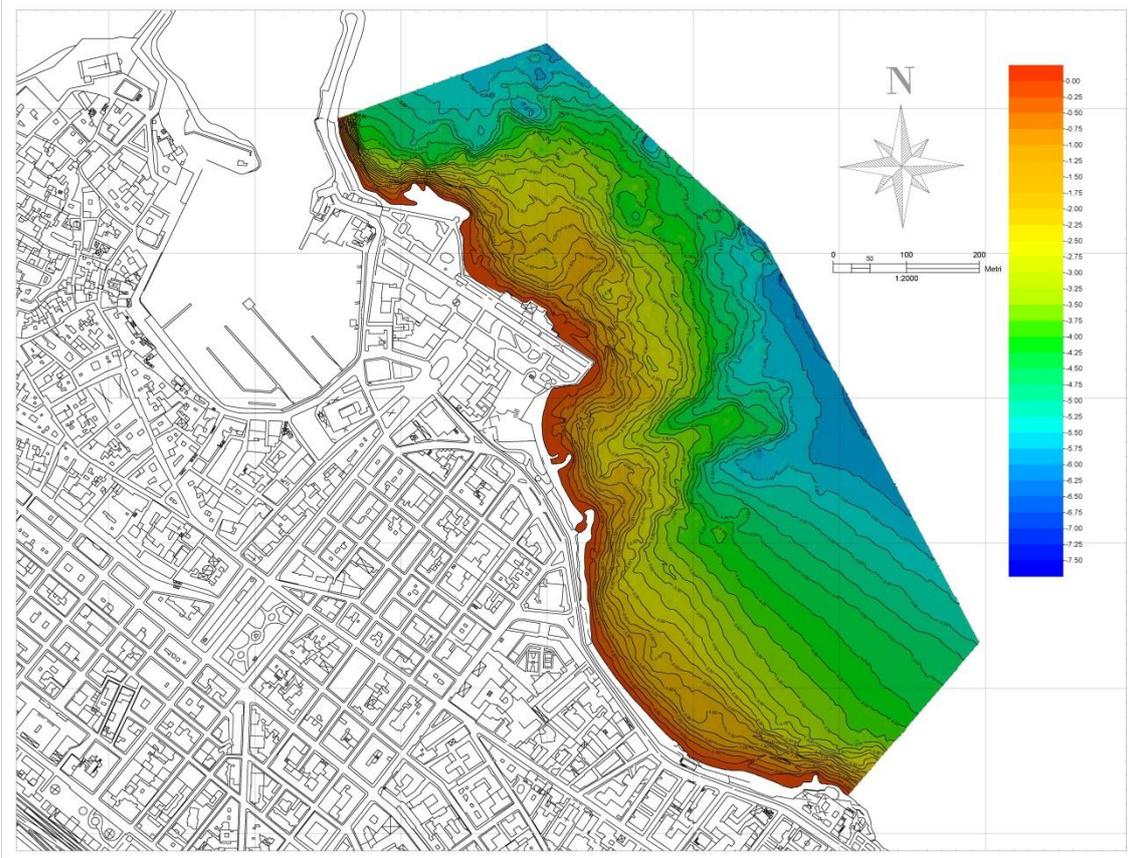


Figura 2 - Batimetria/DTM Area 1

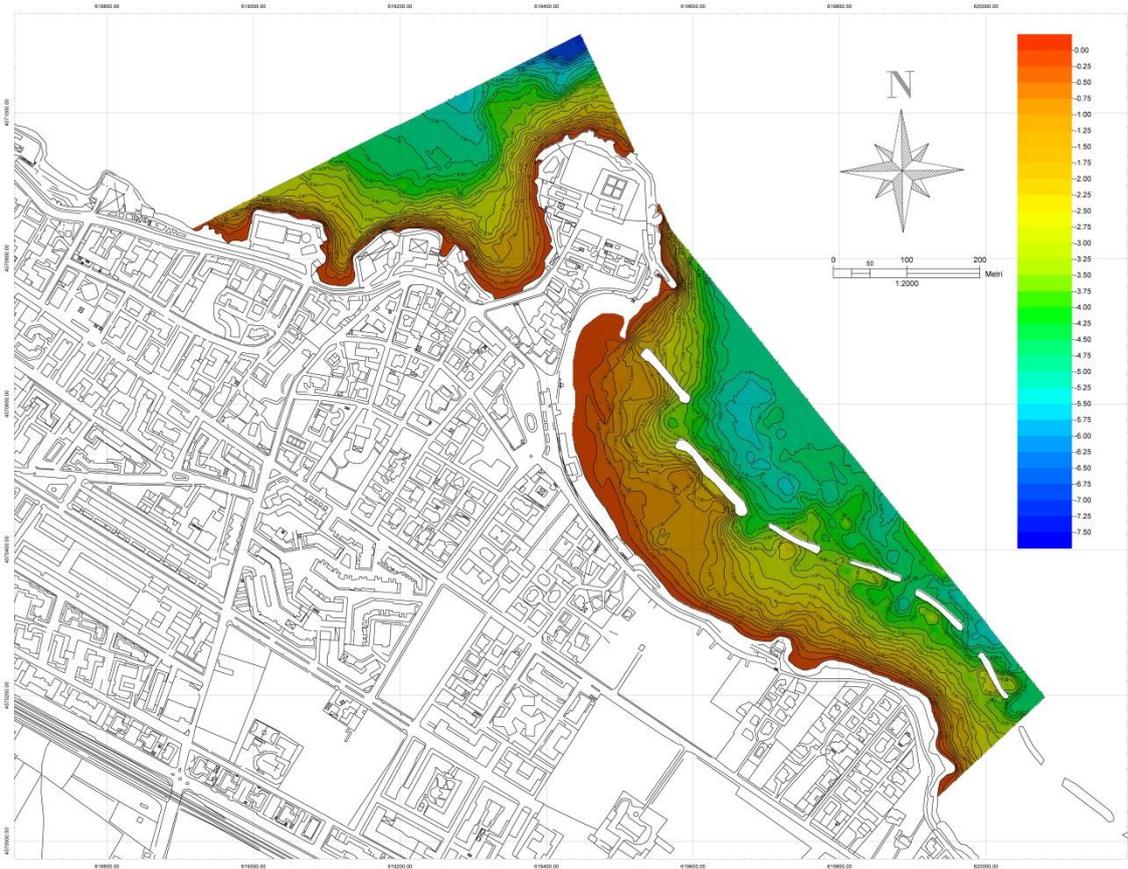


Figura 3 - Batimetria/DTM Area 2



Figura 4 – Side Scan Sonar Area 1



Figura 5 – Side Scan Sonar Area 2

Il rilievo batimetrico, condotto attraverso l'utilizzo di un ecoscandaglio idrografico di tipo Single-Beam, mostra come le due zone si presentino con delle altezze molto esigue fino ai margini del rilievo stesso, a circa 300 metri dalla costa infatti le profondità registrate si attestano all'incirca di -6 metri e sono costanti per i margini esterni.

Avvicinandosi alla costa le profondità diventano incostanti a causa della presenza di rocce che in taluni casi affiorano anche oltre il pelo dell'acqua.

Le indagini geomorfologiche sono state invece eseguite con l'ausilio di una strumentazione side scan sonar correlata da video ispezioni con operatore subacqueo e prelievo campioni. Si riportano di seguito i risultati delle indagini:

L'area 1 di Trani può essere suddivisa in tre zone di conformazione geologica differente, La prima zona, rappresentata in Figura 4 con il numero 1, è distinta da conformazioni rocciose anche affioranti, le profondità sono molto esigue al punto che la risposta acustica del sonar ha spesso saturato facendo sì che alcune superfici possano sembrare di natura sabbiosa, ma da confronto con i dati batimetrici è constatabile che le formazioni rocciose sono presenti per quasi tutta la zona.

Spostandosi verso nord si incontra quella che è stata evidenziata in blu e numerata con il 2, qui le profondità degradano leggermente, ma sempre ai limiti di operatività dello strumento di rilievo. Le formazioni rocciose diventano più discontinue lasciando macchie di sabbia più estese che lasciano spazio a segni di vegetazione ai margini del rilievo.

Infine nella zona 3 si osserva una morfologia del fondale prettamente di tipo granuloso con sabbie grossolane e ciottoli lungo tutta la sua estensione, fa eccezione solo la porzione più costiera dove le formazioni rocciose sono più compatte ma indubbiamente meno rilevanti della zona 1.

L'area 2 (vedi Figura 5) può essere distinta in due zone principali, quella evidenziata in verde con il numero 1 si mostra come una zona a prevalenza rocciosa, in particolare vicino al promontorio, così come nella piccola baia ove le rocce sono in una formazione agglomerata non lasciando spazio a macchie sabbiose, spostandosi invece verso ovest l'interpretazione del mosaico fa osservare come le formazioni rocciose diventano più rade e rase lasciando spazio a granulometrie sabbiose grossolane.

Nella zona 2 evidenziata da un colore blu si riscontrano granulometrie sabbiose più fini con la presenza sporadica di ciottoli. Spostandosi dalla costa verso il largo la granulometria sabbiosa risulta essere di tipo molto fine almeno fino al raggiungimento delle barriere di protezione, qui sui fondali si costatano la presenza di rocce di grandezze variabili, probabilmente di natura antropica provenienti dal disfacimento delle stesse

barriere di protezione. Nella zona più a largo la risposta acustica del side ha rilevato la presenza di macchie di vegetazione.

Infine è stata contrassegnata in rosso la zona numero 3, un'area a profondità tale da non poter essere navigata (inferiore al metro) e quindi non è stato possibile realizzare alcun rilievo side scan sonar.

Dalle ispezioni video emerge che gran parte delle conformazioni rocciose presentano su di esse alghe rosse (Rhodophyta) che si estendono fino alla costa.

Come già anticipato le indagini video e strumentali sono state completate con il prelievo ed analisi di n. 9 campioni di sedimento (Vedi Figura 6, Figura 7 e Tabella 1).

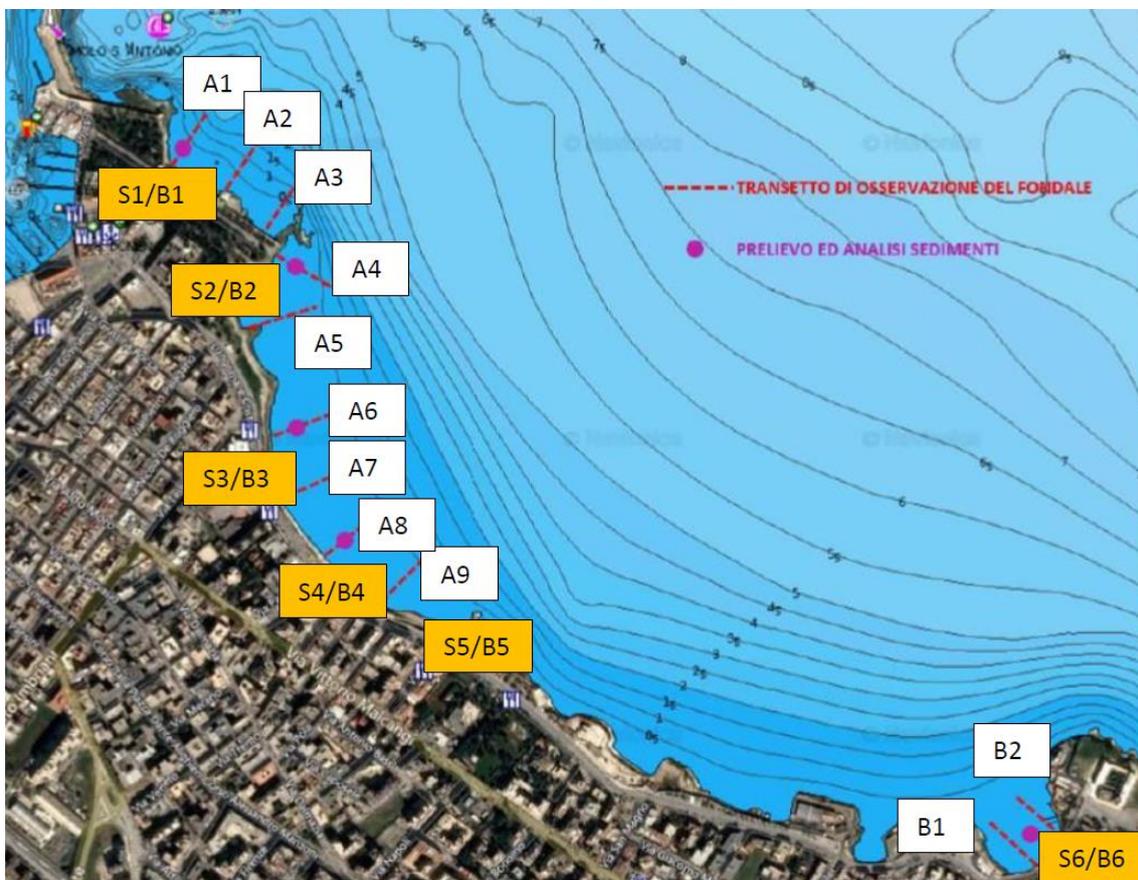


Figura 6 - Transetti di osservazione fondale e punti di campionamento Area 1

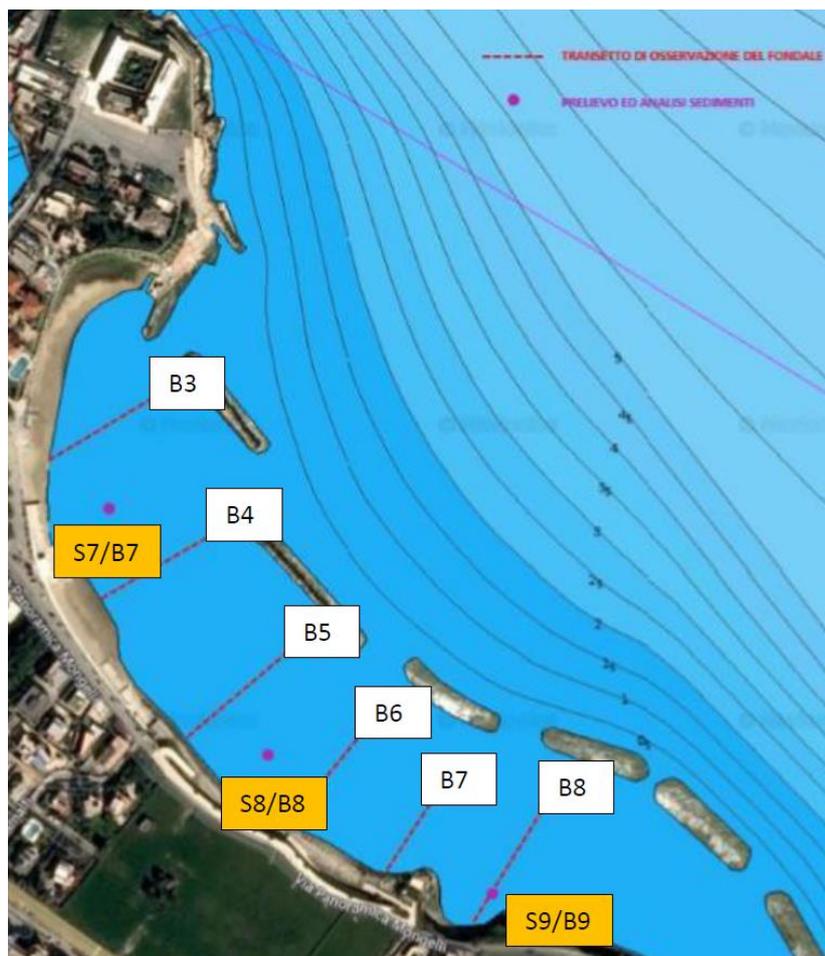


Figura 7 - Transetti di osservazione fondale e punti di campionamento Area 2

LISTA TAXA SORTING MACROZOOBENTHOS									
SYNTAXA	N. INDIVIDUI								
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9
MOLLUSCHI	0	0	0	0	0	0	0	0	1
ANELLIDI POLICHETI	1	0	0	0	0	0	0	0	0
CROSTACEI DECAPODI	0	0	0	0	0	0	1	1	0
CROSTACEI ISOPODI	1	1	0	1	0	7	0	0	0
CROSTACEI ANFIPODI	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CROSTACEI ANSIPODI	0	0	0	0	0	0	0	0	1
CROSTACEI CUMACEI	0	0	0	0	0	0	1	3	0
INDICI DI DIVERSITA'	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9
Indice di diversità di Shannon	1.000	0.000	N.C.	0.000	N.C.	0.000	1.585	0.811	1.000
Indice di equiripartizione di Pielou	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
Indice di Ricchezza Specifica di Margaleff	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
Indice di Dominanza di Simpson	0.500	1.000	N.C.	1.000	N.C.	1.000	0.333	0.625	0.500

Tabella 1 – Riepilogo schede di sorting e identificazione tassonomica

Per entrambe le aree investigate non sono stati riscontrati habitat prioritari.

Per maggiori dettagli si rimanda all'allegato R_AMB.

Nell'Ottobre 2018 è stata eseguita una nuova campagna d'indagini finalizzata alla caratterizzazione chimica e granulometrica dei sedimenti di spiaggia nonché ad un approfondimento delle conoscenze sulle caratteristiche bentoniche dell'area di studio.

All'uopo sono stati effettuati 2 tipi di campionamento: il primo ha interessato n. 6 punti distribuiti tra le spiagge emerse e la quota -1m; il secondo ha invece riguardato n. 15 punti in mare distribuiti lungo 4 transetti estesi sino alla quota -15m.

La successiva Figura 8 mostra la posizione dei transetti e dei punti di campionamento mentre la Tabella 2 ne esplicita le coordinate e profondità.



Figura 8 - Punti di campionamento e transetti di rilievo

ID Campione	Coordinate Geografiche (long; lat)	Profondità (m)
Campioni di Sedimento		
Campione_1	16° 25.484'E; 41° 16.766'N	0
Campione_2	16° 25.541'E; 41° 16.679'N	0
Campione_2*	16° 25.661'E; 41° 16.423'N	0
Campione_2(-1)	16° 25.665'E; 41° 16.427'N	-1
Campione_3	16° 26.427'E; 41° 16.191'N	0
Campione_3(-1)	16° 26.420'E; 41° 16.195'N	-1
Campioni di Benthos		
BT1_a	16° 26.190'E; 41° 17.218'N	-13.8
BT1_b	16° 26.412'E; 41° 17.246'N	-14.3
BT1_c	16° 26.534'E; 41° 17.529'N	-15.1
BT1_d	16° 25.809'E; 41° 16.997'N	-9.8
BT1_e	16° 25.909'E; 41° 16.966'N	-9.5
BT2_a	16° 25.821'E; 41° 16.484'N	-5.1
BT2_b	16° 25.793'E; 41° 16.543'N	-6.0
BT2_c	16° 25.976'E; 41° 16.649'N	-9.0
BT2_d	16° 26.251'E; 41° 16.673'N	-10.1
BT2_e	16° 26.867'E; 41° 17.380'N	-14.8
BT3_a	16° 26.308'E; 41° 16.284'N	-4.0
BT4_a	16° 26.705'E; 41° 16.090'N	-3.5
BT4_b	16° 26.843'E; 41° 16.097'N	-7.3
BT4_c	16° 26.909'E; 41° 16.239'N	-11.0
BT4_d	16° 27.211'E; 41° 16.349'N	-15.0

Tabella 2 - Coordinate geografiche e profondità punti di prelievo

Rimandando, per maggiori dettagli, alle Relazioni tecniche elaborate dalla SIT, si riportano di seguito le principali risultanze delle attività svolte.

Le analisi granulometriche sui sedimenti di spiaggia hanno evidenziato come il diametro D_{50} dei diversi campioni analizzati sia compreso tra i 16.9 ed i 53.2mm e presenti un valor medio di 30.9mm.

Gli stessi campioni, sottoposti ad analisi diffrattometrica ai Raggi X per il riconoscimento delle fasi cristalline, hanno mostrato un elevato tenore di calcite; nel dettaglio si è osservato come i campioni 2(-1), 2*(0) e 3(0) siano costituiti al 100% da calcite mentre nei restanti la stessa si trova in percentuali sempre superiori al 79%. Nei campioni 1(0) e 2(0) è stata riscontrata la presenza di quarzo rispettivamente nella misura del 9 e 21% il che lascia presupporre, specie per l'ultimo campione, l'intrusione di materiale non autoctono.

Strettamente connessa alla composizione dei sedimenti è la colorazione degli stessi; tutti i campioni sono classificabili con il Munsell Soil Color Chart 10YR - 7/1 e 10YR - 7/2, ad eccezione del campione 2(0) che appare più scuro e classificabile con il Munsell Soil Color Chart 10YR - 5/2.

La successiva Tabella 3 sintetizza i principali parametri dei sedimenti di spiaggia analizzati mentre la Figura 9 riporta la citata Munsell Soil Color Chart.

CAMPIONE	PROFONDITA' [m]	DIAMETRO D50 [mm]	COLORE Munsell Soil Color Chart	CALCITE CaCO ₃ [%]	QUARZO SiO ₂ [%]	DOLOMITE CaMg(CO ₃) ₂ [%]
1	0,00	22,1	10 YR - 7/2	88	9	3
2	-1,00	30,9	10 YR - 7/2	100	<1	
2	0,00	16,9	10 YR - 5/2	79	21	
2*	0,00	36,6	10 YR - 7/2	100	<0,1	
3	-1,00	25,6	10 YR - 7/1	87	<1	13
3	0,00	53,2	10 YR - 7/2	100	<1	<1

Tabella 3 – Principali parametri dei sedimenti di spiaggia

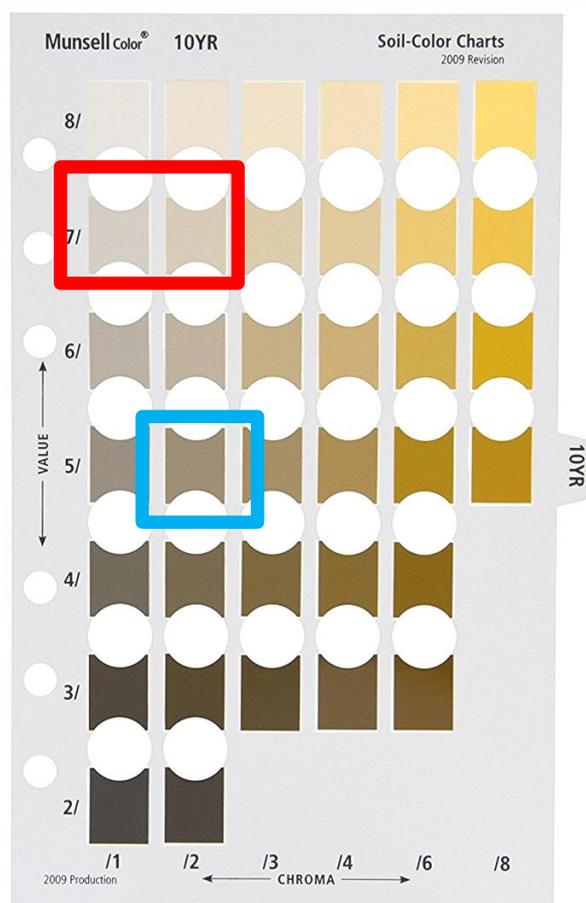


Figura 9 – Colorimetria sedimenti di spiaggia

(il riquadro azzurro individua il campione 2(0) mentre quello rosso tutti gli altri)

Per quanto concerne invece i 15 campioni di sedimento prelevati dal fondale sino alla quota -15m, le analisi tassonomiche hanno permesso di rinvenire ed identificare 3.768 individui afferenti a 54 taxa. I campioni analizzati sono numericamente dominati dalle seguenti specie:

- Anellidi Policheti *Owenia fusiformis* (2015 individui);
- Molluschi bivalvi *Peronidia albicans* (336 individui);
- Anellidi Policheti *Nephtys hombergii* (147 individui);
- Molluschi Bivalvi *Dosinia lupinus* (124 individui);
- Molluschi Bivalvi *Lucinella divaricata* (121 individui).

L'analisi del fondale attraverso rilievi Side Scan Sonar non ha quindi mostrato, nelle aree d'intervento, la presenza di Fanerogame marine se non una piccola chiazza di *Cymodocea nodosa* sul Transetto 2.

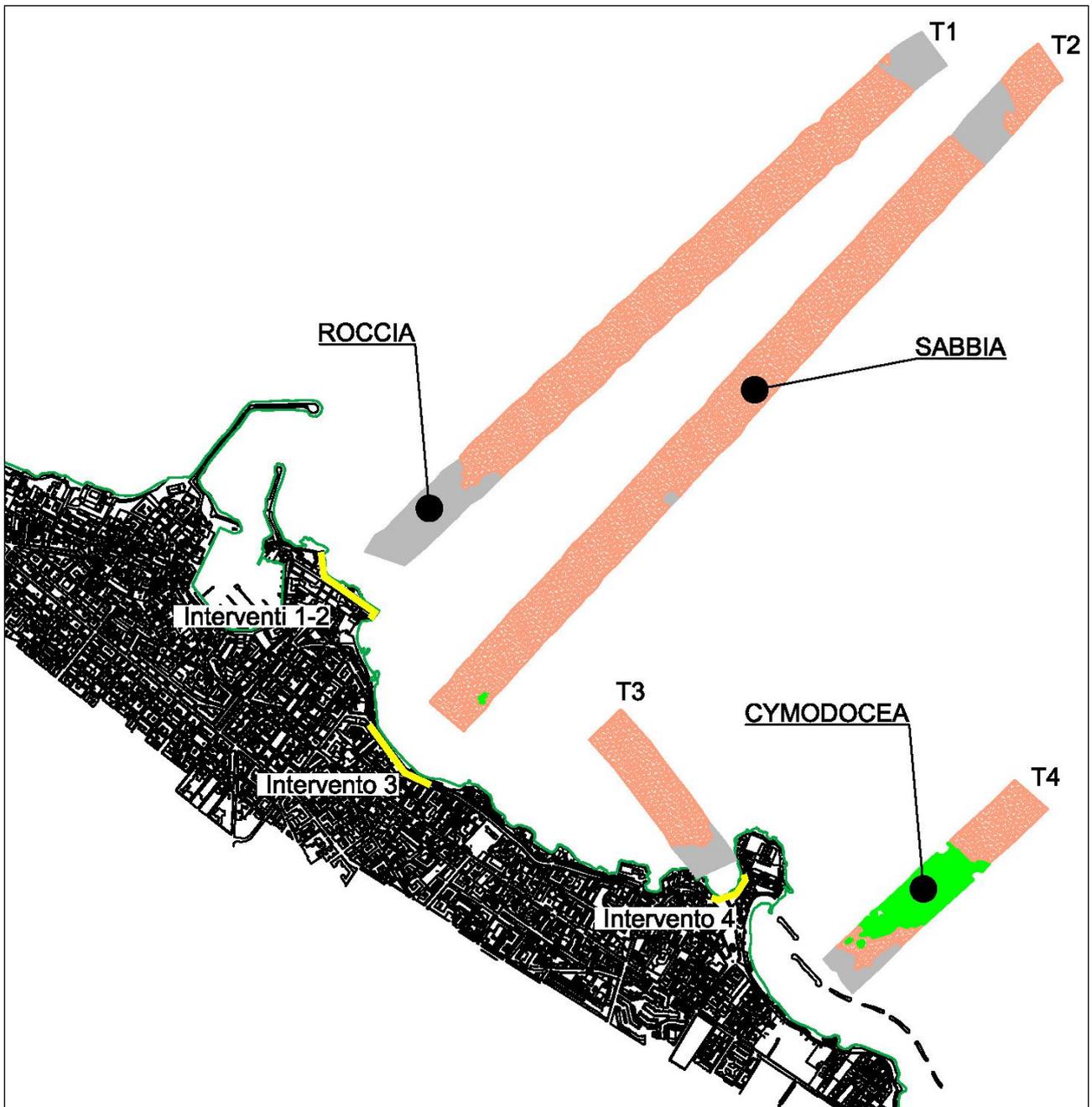


Figura 10 – Risultati delle indagini SSS 2018

2.3.0 Caratteristiche meteomarine del paraggio

Il tratto di litorale in esame è sottoposto ad settore di traversia principale individuabile fra la radente al promontorio del Gargano [343°N] e quella il porto di Bari [114°N]. Ondazioni minori sono comunque possibili dalle ulteriori direzioni di generazione all'interno del Golfo di Manfredonia [300 - 340°N]. (Vedi Figura 11).

Nel settore di traversia principale (340° ÷ 110°N) la lunghezza dei fetch geografici ovvero della porzione di mare sulla quale può avvenire la generazione del moto ondoso ad

opera dell'azione esercitata dal vento, è limitata dalla costa croata ÷ albanese con distanze, da costa a costa, variabili dai 190 ai 320 Km circa. Nel settore secondario invece (300° ÷ 340°N) la presenza del promontorio del Gargano limita i fetch a circa 60km



Figura 11 - Settore di traversia / fetch geografici

La valutazione delle caratteristiche meteomarine di largo proprie del paraggio in esame è stata condotta sulla scorta dei dati anemometrici triorari registrati presso la Stazione dell'Aeronautica Militare di Bari-Palese nel periodo 01/01/1951 – 31/12/1999 e di quelli orari acquisiti dalla Rete Mareografica Nazionale presso la stazione sita nel Porto Traghetti di Bari nel periodo 01/01/2000 – 31/12/2014.

In tale periodo sono state individuate 8.824 mareggiate e, per ciascuna di essa, se ne sono determinate le caratteristiche in termini di periodo e altezza d'onda significativa, durata e direzione di propagazione. Nella successiva Figura 12 sono sintetizzati i risultati dell'elaborazione.

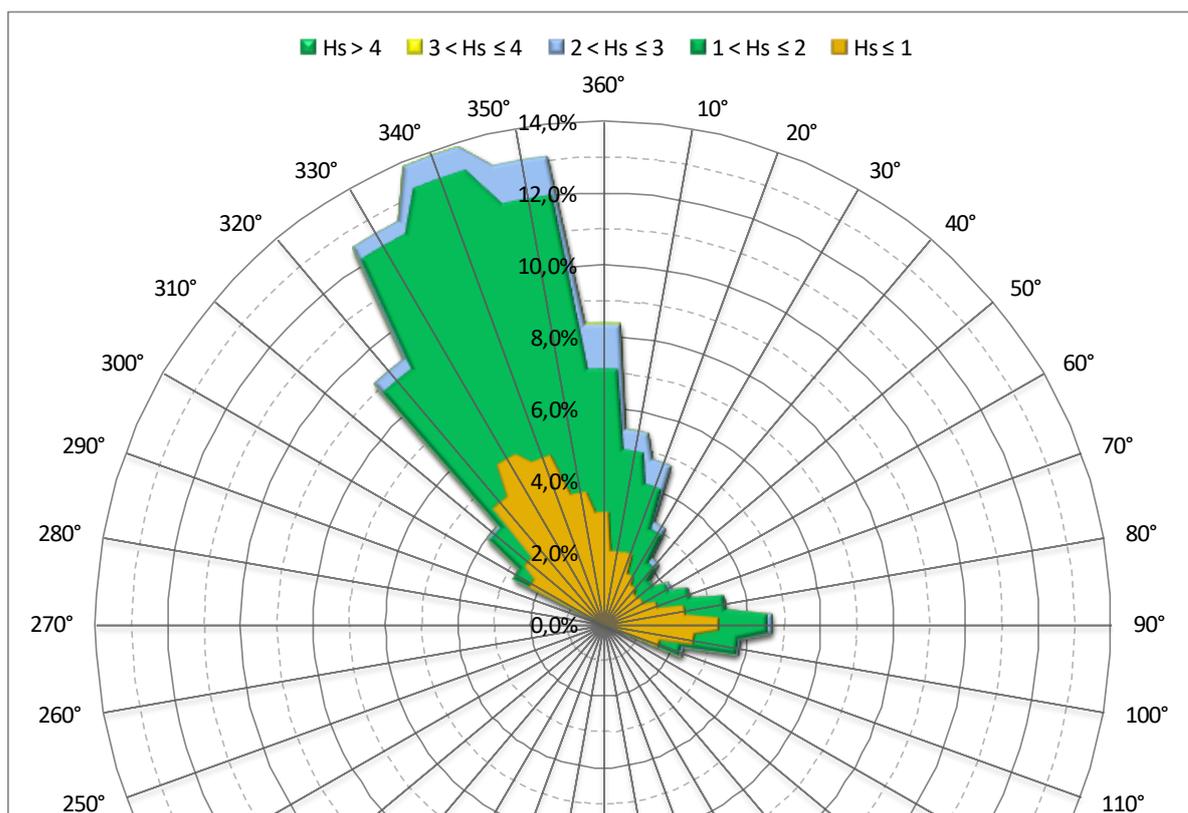


Figura 12 - Durata degli eventi osservati per classi di altezza d'onda e direzione di provenienza.

La ricostruzione della serie storica delle mareggiate verificatesi nel periodo 1951-2014 ha inoltre costituito la base per la determinazione delle caratteristiche dell'onda attesa con assegnato tempo di ritorno (Vedi Tabella 4).

Direzione	Parametri Gumbel		Tempi di ritorno [anni]					
	α	ε	1	2	5	20	35	50
300-110	2,319	2,228	1,57	2,39	2,87	3,51	3,75	3,91

Tabella 4 - Dati riassuntivi elaborazione statistica di lungo periodo

Le caratteristiche del moto ondoso di largo sono state successivamente propagate verso riva attraverso un modello spettrale per vento ed onde di terza generazione in grado di simulare i seguenti fenomeni fisici:

- interazione non lineare onda-onda;
- dissipazione dovuta al cosiddetto “white capping”
- dissipazione dovuta all'attrito con il fondo;

- dissipazione dovuta al frangimento;
- rifrazione e shoaling dovuti alle variazioni del fondale;
- interazione onde-correnti;
- diffrazione;
- riflessione.

Il modello è stato implementato su una maglia “flessibile” (non strutturata) costituita da circa 56.000 elementi triangolari di lato variabile dai 5m (sotto costa) ai 150m (intorno all’isobata -40m).

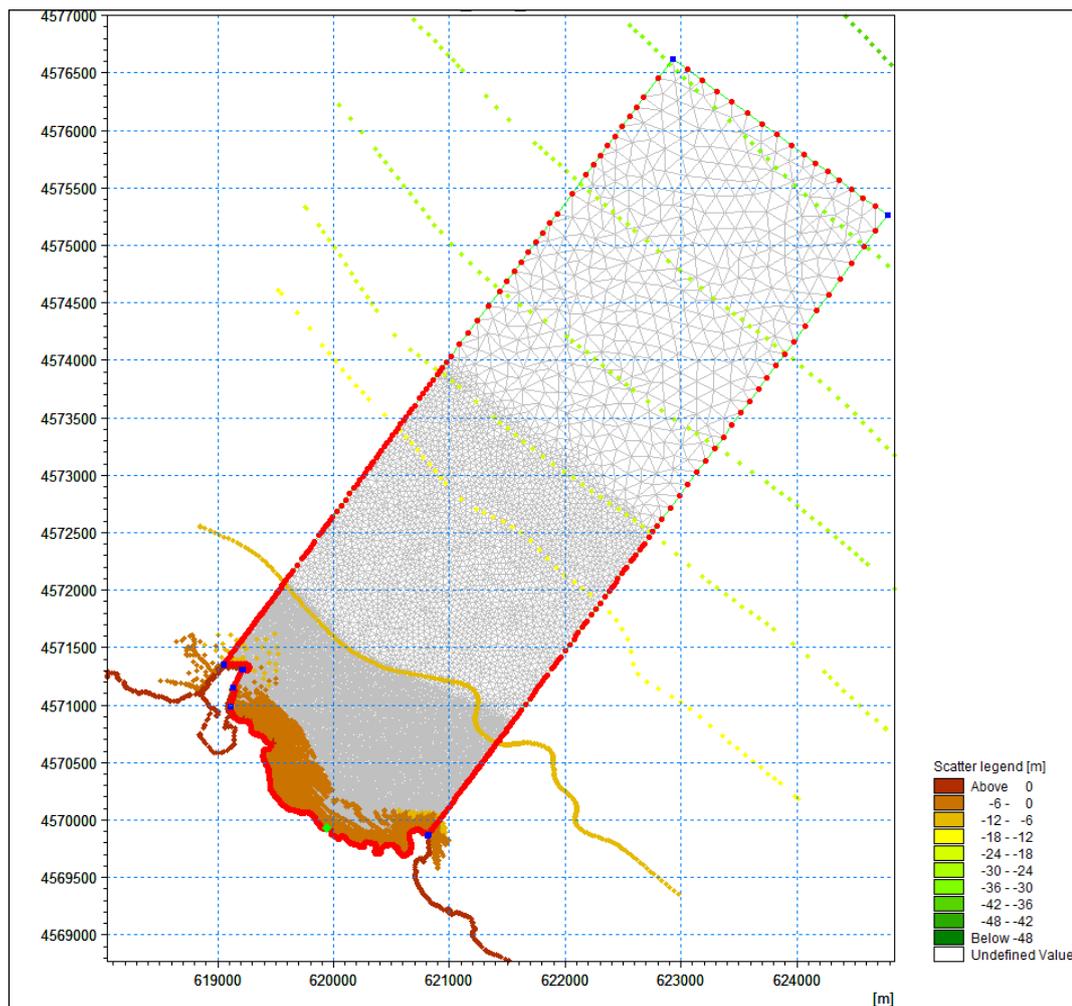


Figura 13 - Dominio di calcolo e dati batimetrici

La modellazione ha permesso di ricavare mappe di propagazione come quelle mostrata in Figura 14 nonché le rose del clima ondoso in 5 punti significativi del dominio di calcolo (Figura 21).

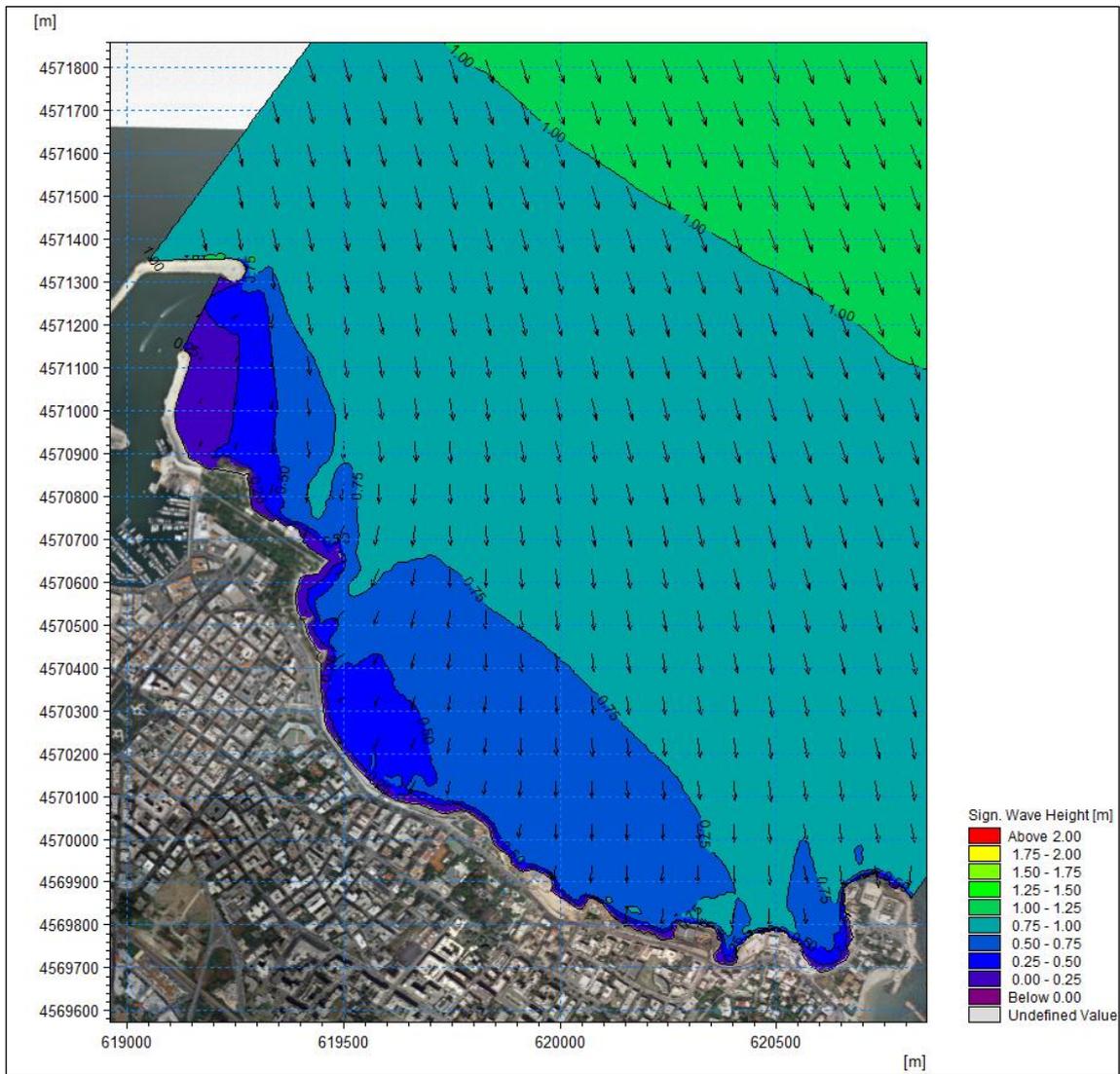
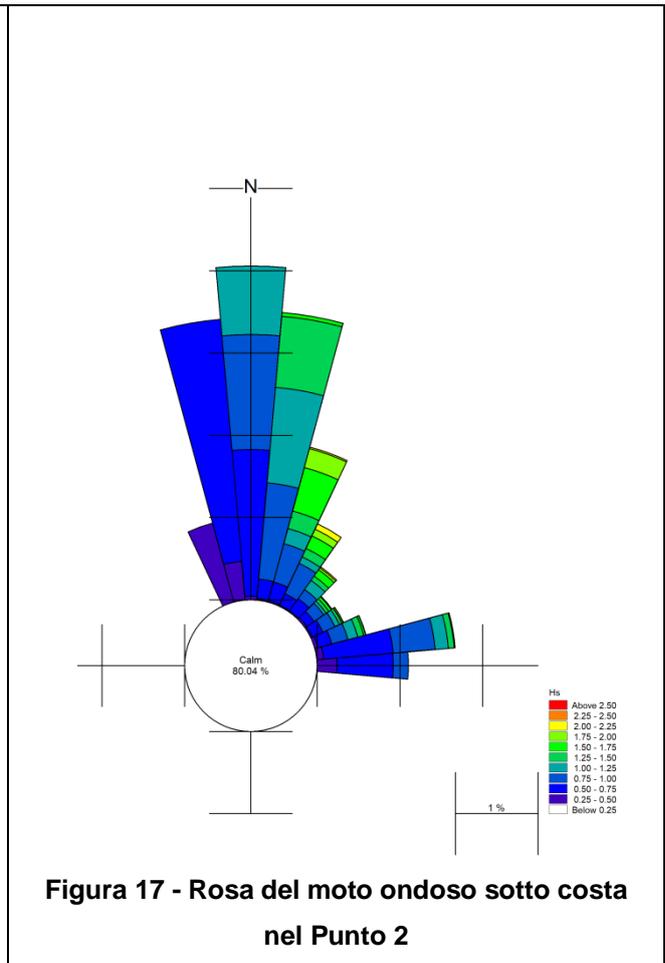
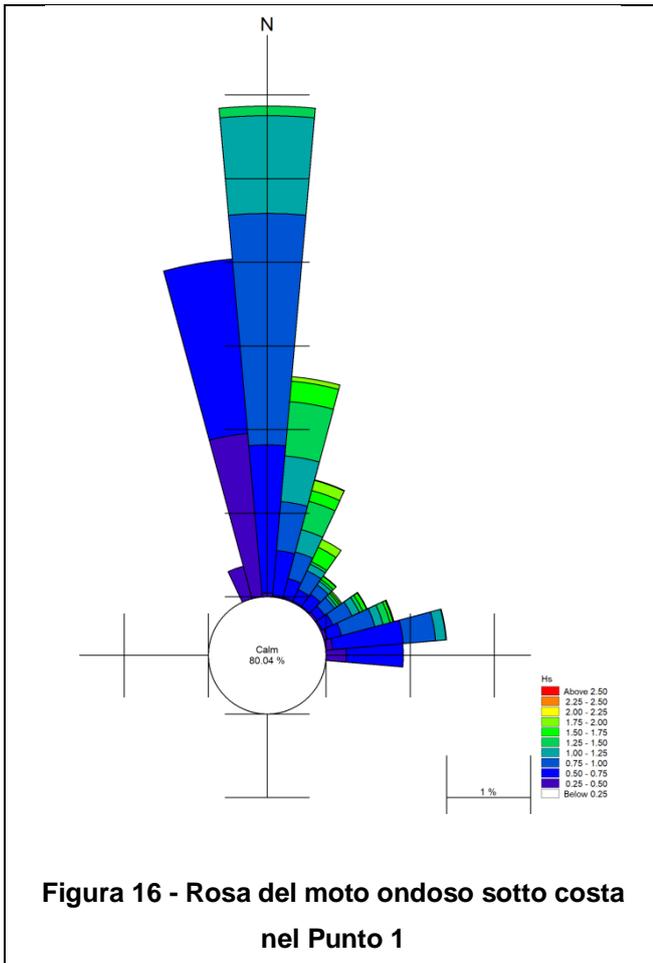


Figura 14 - Onda di largo appartenente alla classe H_s 2.00-2.25m, MWD $310^\circ N$, T_p 6.0 sec



Figura 15 - Punti di estrazione del clima ondoso sottocosta



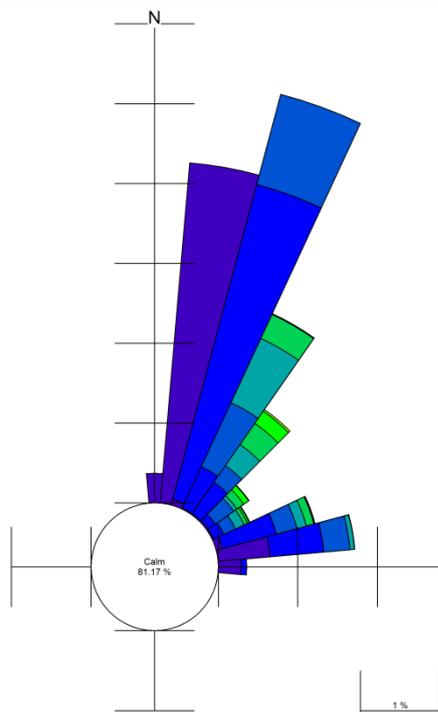


Figura 18 - Rosa del moto ondoso sotto costa nel Punto 3

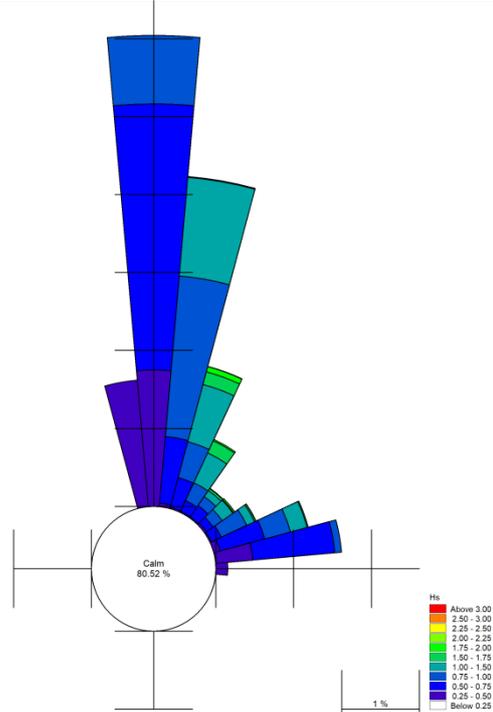


Figura 19 - Rosa del moto ondoso sotto costa nel Punto 4

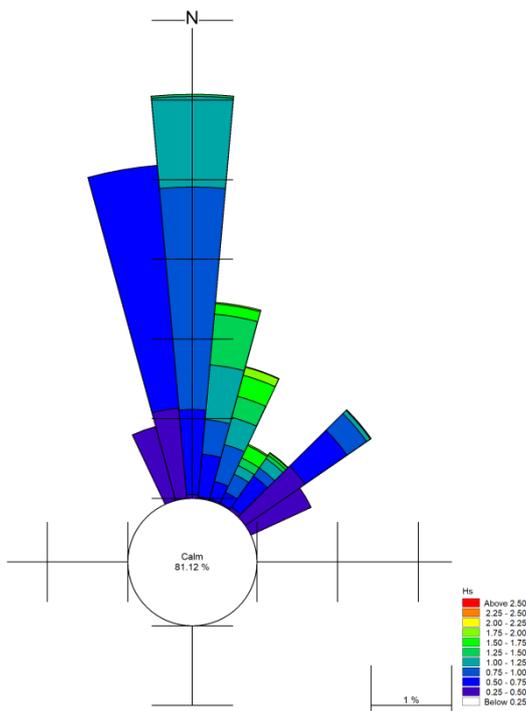


Figura 20 - Rosa del moto ondoso sotto costa nel Punto 5

Per maggiori dettagli sulle caratteristiche meteomarine del paraggio, si rimanda agli allegati R_IDRA e R_IDRA.02

3.0.0 STATO DEL LITORALE ED INTERVENTI IN PROGETTO

La falcata litorale che si estende a SE del bacino portuale e raggiunge Capo Colonna è caratterizzata dalla presenza di lunghi ed estesi tratti in cui non è possibile alcun uso e fruizione della costa. Difatti fatta eccezione per limitate porzioni di litorale in cui sono presenti contenutissime spiagge o difese radenti "praticabili" (Foto 1 - Foto 3), il restante sviluppo della fascia costiera è caratterizzato dalla presenza di strutture verticali direttamente immergenti in mare (Foto 4 ÷ Foto 6), o di difese radenti assolutamente inaccessibili (Foto 7).



Foto 1 - Tratto SE della zona d'intervento 3



Foto 2 - Zona Sciala Torelli

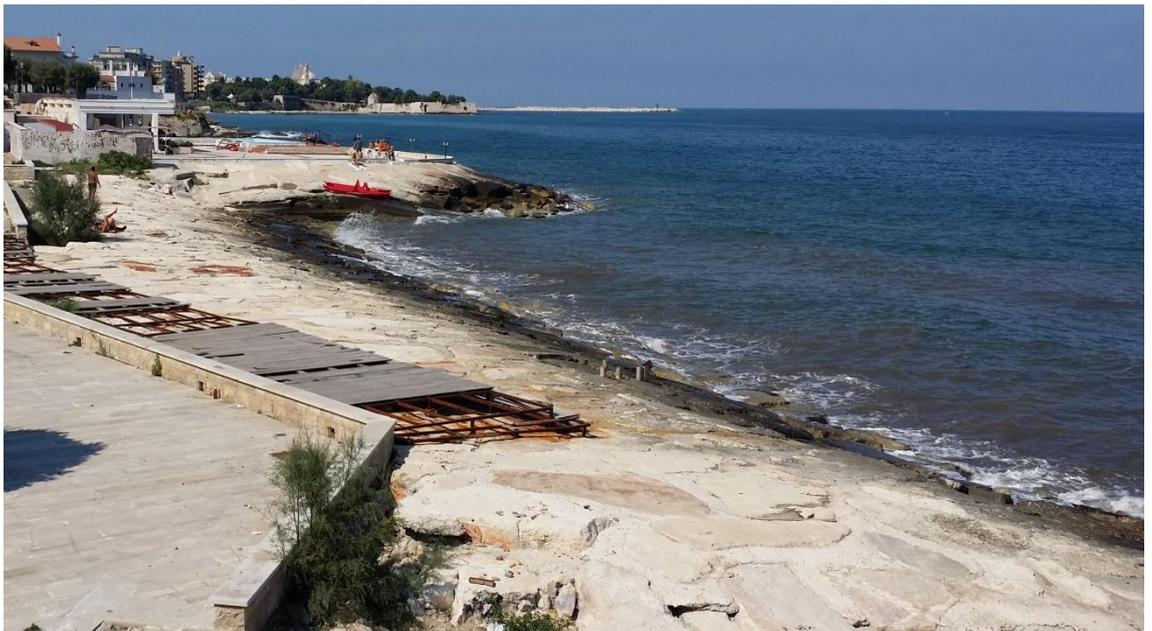


Foto 3



Foto 4 - Villa Comunale, zona d'Intervento 1

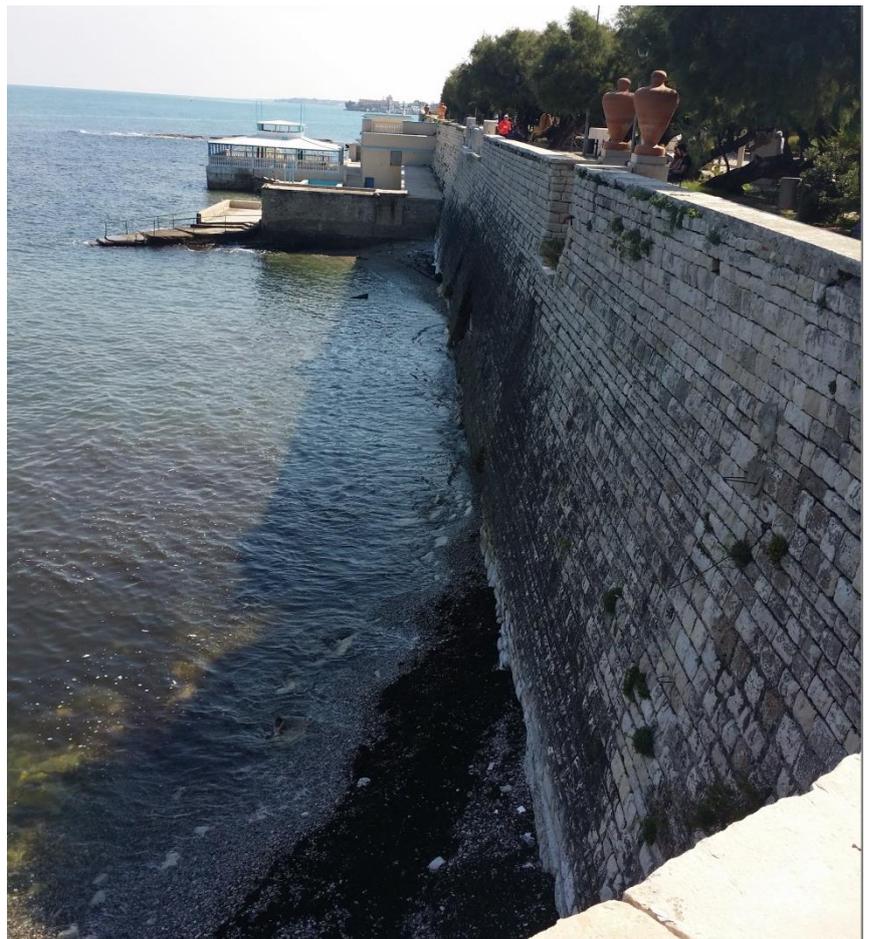


Foto 5 - Villa Comunale, zona d'Intervento 1



Foto 6 - Villa Comunale, zona d'Intervento 1



Foto 7 - Zona d'Intervento 3

In questo scenario, di concerto con la Stazione Appaltante, sono stati individuati, compatibilmente con le risorse economiche stanziare, i siti e le modalità d'intervento in modo da fronte alla principali criticità del territorio con particolare riferimento alle possibilità di fruizione della fascia costiera e alla sua riqualificazione e rinaturalizzazione nei tratti che, nel tempo, hanno perso i loro caratteri naturali.

Direttamente connessa a quest'ultimo aspetto è anche la scelta della tipologia d'intervento poichè per la fruibilità della fascia costiera si poteva ricorrere principalmente a due tipologie d'intervento: la realizzazione di nuove superfici a spiaggia o la sistemazione del litorale con difese radenti "praticabili" come quella mostrata nella Foto 3.

La soluzione che meglio risponde alle esigenze prima richiamate unitamente agli obiettivi del finanziamento quali l'attuazione del Progetto Strategico Territoriale 3 del PTCP BAT "il sistema costiero" *inteso come quadro di interventi coerenti ed accumulati ad una idea forza legata al binomio ispessimento della fascia litoranea e qualificazione di funzioni balneari e naturalistiche legate alla fruizione turistica della costa* è quella che prevede la realizzazione di ripascimenti costieri, tra l'altro auspicati anche dalle *Linee guida per la individuazione di interventi tesi a mitigare le situazioni di maggiore criticità delle coste basse*.

Con le premesse siffatte la riqualificazione e rigenerazione territoriale dell'ambito costiero comunale sarà ottenuta mediante l'esecuzione, su n. 4 diversi siti d'intervento, di ripascimenti con ciottoli calcarei. In dettaglio:

- 1) **INTERVENTO N. 1:** consta nella realizzazione di un ripascimento interessante lo specchio acqueo sito ai piedi del muro di contenimento della Villa Comunale. Tale struttura si immerge, per la quasi totalità del suo sviluppo longitudinale, direttamente in acqua e presenta, tra la progressiva 0.0 e la progressiva 120.0m della tav. PRO.INT_1, diversi sgrottamenti legati all'azione impattante del moto ondoso (Vedi Foto 4 e Foto 5). Per far fronte a questa situazione che, da un lato, non offre alcuna possibilità di fruizione ed uso della fascia costiera e, dall'altro, continua ad innescare meccanismi che potrebbero condurre all'instabilità della parete, tra l'altro già oggetto di precedenti interventi di consolidamento, è stata prevista la realizzazione di un ripascimento ovvero di una spiaggia dello sviluppo longitudinale di 290m circa e trasversale di 15m circa. Per l'ottenimento di tale risultato si renderà necessario l'impiego di 7.500mc di sedimenti calcarei caratterizzati da un D_{50} pari a 40mm; del

quantitativo totale, il 60% circa sarà del tipo a spigoli vivi e verrà utilizzato per la realizzazione del "nucleo" del ripascimento mentre il restante 40% dei sedimenti sarà del tipo a spigoli smussati (meccanicamente) onde consentire l'immediata fruibilità della spiaggia in tutta la sua estensione.

Dalle analisi sulle componenti del trasporto solido longshore (Vedi all. R_IDRA) e delle simulazioni sull'evoluzione della linea di costa (Vedi All. R_IDRA.02) è possibile desumere che, nel complesso, l'area d'intervento n. 1 è assimilabile ad una cella di ripascimento senza significative migrazioni di sedimenti al suo esterno.

2) **INTERVENTO N. 2:** è collocato in prosecuzione del precedente intervento e, anche in questo caso, interessa la base del muro di contenimento della Villa Comunale che s'immerge direttamente in mare senza che vi siano sedimenti al suo piede. Lungo questa porzione di litorale si osservano estesi affioramenti di scogli naturali sui quali avviene il naturale frangimento del moto ondoso. Gli interventi in progetto consistono nell'esecuzione di un ripascimento, della lunghezza complessiva di $\approx 90\text{m}$, con $\approx 2.300\text{mc}$ di sedimenti delle medesime caratteristiche prima descritte (D_{50} : 40mm, 60% a spigoli vivi, 40% a spigoli arrotondati, avanzamento della linea di costa di 15m).

Dalle risultanze dello studio sul trasporto solido lungo costa e dell'evoluzione della linea di costa è emerso che l'area d'intervento è soggetta ad un trasporto sedimentario in direzione SE in grado di movimentare, pressoché in toto, i sedimenti utilizzati per il ripascimento. Per tali motivazioni si rende necessaria la realizzazione, all'estremo Sud del tratto, di un elemento di protezione e contenimento laterale costituito da un pennello dello sviluppo longitudinale di 55m con berma di coronamento posta al l.m.m. Per la realizzazione di tale elemento si rende necessario l'impiego di circa 380t di massi calcarei di II categoria.

Per la realizzazione di quanto ai precedenti punti 1 e 2 si renderà necessario consentire l'accesso ai diversi mezzi di cantiere sul piano spiaggia che risulta essere sottoposto (di circa 6.50m) e non collegato con quello della viabilità ordinaria; per far fronte a questa esigenza si renderà quindi necessaria la realizzazione di una rampa temporanea di cantiere che collegherà i due diversi piani. In dettaglio, come mostrato nella Figura 21, la predetta rampa sorgerà in prosecuzione della viabilità attraversante la villa comunale.



Figura 21 - localizzazione della rampa di cantiere a servizio dei siti d'intervento n. 1 e 2

In recepimento del parere espresso dal Comitato regionale VIA nella seduta del 20.12.2018, secondo cui *“il contenimento dei nuovi sedimenti da apportare sulle spiagge in ipotesi nelle zone di intervento 1 e 2, può essere efficacemente realizzato tramite l’installazione di strutture morbide di contenimento al piede della spiaggia sommersa, quali geotubi, sacchi geotessili o equivalenti”* è stata prevista l’installazione, al piede delle spiagge 1 e 2, di complessivi n. 75 sacchi in geotessuto riempiti di sabbia e/o ciottoli. Tali sacchi, delle dimensioni di 2.70 x 1.70 x 0.40m dovranno esser posati alla profondità media di -0.7m circa.

3) **INTERVENTO N. 3:** è collocato lungo l'estesa difesa radente costituita da un paramento inclinato in massi calcarei posati a mosaico realizzato alla base del lungomare Colombo. Anche in questa porzione di litorale non si osservano presenze significative di sedimenti. La tipologia d'intervento previsto ricalca quello descritto al punto 2) ovvero realizzazione di una spiaggia della larghezza di 15m circa (e lunghezza di 180m circa) protetta/confinata a SE da un pennello lungo 25m con berma a quota l.m.m.

Il raggiungimento delle aree di cantiere da parte dei diversi mezzi necessari all'esecuzione dell'intervento 3 sarà attuato mediante l'adeguamento ed utilizzo della

rampa esistente a circa 300m ad Est del tratto in oggetto (Foto 8) e tramite il collegamento dei due siti da una pista di servizio, della larghezza di 6m, realizzata con i medesimi materiali adoperati per il ripascimento. Tale pista, al termine dei lavori, si configurerà quindi come ulteriore spiaggia a servizio della collettività.



Foto 8 - Rampa esistente nei pressi del sito d'intervento 3

Nel complesso per la realizzazione dell'intervento 3 è previsto l'impiego di $\approx 8.100\text{mc}$ di sedimenti e $\approx 160\text{t}$ di massi di II cat.

- 4) **INTERVENTO N. 4:** l'ultimo intervento è collocato nell'ansa a SO di Capo Colonna; anche in questo caso trattasi di una porzione di litorale totalmente non fruibile in cui limitati quantitativi di ciottoli sono addossati a tratti del muro di contenimento della strada litoranea (nelle restanti porzioni il muro è di tipo immergente). Dalle determinazioni sui Flussi di energia agenti lungo costa e dell'evoluzione della linea di costa si evince come le caratteristiche morfologiche della baia siano tali da non permettere la dispersione del materiale all'esterno della baia stessa e pertanto si prevede l'esecuzione del solo ripascimento (senza alcuna opera di protezione/contenimento) con $\approx 3.300\text{mc}$ di sedimenti delle medesime caratteristiche già specificate per gli altri tratti d'intervento.

Per il raggiungimento della spiaggia si renderà necessaria la realizzazione di una rampa temporanea da collocarsi in corrispondenza dell'esistente scala che conduce alla spiaggia.



Foto 9 – localizzazione della rampa di cantiere a servizio del sito d'intervento n. 4

Per ulteriori dettagli si rimanda alle tavole PL.PRO_01, PRO.INT_1,2,3,4 e ai layout di cantiere allegati al Piano di Sicurezza e Coordinamento

La successiva tabella sintetizza i quantitativi di sedimenti necessari per la realizzazione dei ripascimenti in progetto:

	Sedimenti a spigoli vivi			Sedimenti a spigoli arrotondati			TOTALE	
	Tonn.	mc	%	Tonn.	mc	%	Tonn.	mc
INTERVENTO 1	6 979,99	4 653	62%	4 270,40	2 847	38%	11 250,39	7 500
INTERVENTO 2	1 964,31	1 310	58%	1 448,59	966	42%	3 412,90	2 275
INTERVENTO 3	6 710,42	4 474	55%	5 438,37	3 626	45%	12 148,79	8 099
INTERVENTO 4	3 040,88	2 027	62%	1 873,50	1 249	38%	4 914,38	3 276
TOTALE	18 695,60	12 464	59%	13 030,86	8 687	41%	31 726,46	21 151

Tabella 5 - Quantitativo risorse necessarie all'attuazione degli interventi

Con nota prot. 84069 del 19.12.2018 ARPA Puglia ha prescritto che *“lo specchio d’acqua marina interessato dall’intervento, durante tutto il corso dei lavori, sia conterminato mediante la posa in opera di panne galleggianti munite di gonne, al fine di limitare l’intorbidimento della colonna d’acqua ed evitare impatti sulle biocenosi bentoniche presenti, e che dovranno essere adottate tutte le necessarie misure di prevenzione che*

evitino o riducano al massimo il verificarsi di inquinamenti accidentali, generati sia dall'operatività che da incidenti alle macchine di cantiere". I relativi costi si intendono compresi in quelli di fornitura e posa in opera dei materiali.

3.1 Reperimento e trasporto dei materiali

Il materiale lapideo necessario all'esecuzione dei ripascimenti in progetto (Tabella 5), unitamente alle circa 550t di scogli necessari alla realizzazione dei due pennelli, dovranno esser reperite attingendo a cave di prestito regolarmente autorizzate dalle quali sia possibile estrarre materiale lapideo che per la sua natura, colorazione e sito di prelievo risulti compatibile con quello caratterizzante l'area costiera del Comune di Trani.

La fase di approvvigionamento/trasporto del materiale lapideo dal sito di prelievo a quelli di messa in opera avverrà in 85 giorni lavorativi (Vedi cronoprogramma dei lavori) e potrà esser attuata mediante l'impiego di comuni automezzi dalla portata di circa 24t (c.d. 4 assi) circolanti sulla viabilità ordinaria. L'incremento del traffico veicolare dovuto a tale fase risulta pertanto stimabile in:

$$\frac{34.150t}{24 t/mezzo} \cdot \frac{1}{85 gg} = 17 mezzi/gg$$

La successiva immagine mostra uno dei possibili percorsi viari di collegamento dei siti d'intervento con lo svincolo *Trani Sud* della SS16bis; dall'analisi di tale percorso e dell'incremento del traffico veicolare come sopra stimato è possibile ritenere come tale incremento di traffico e delle relative emissioni in atmosfera risulti trascurabile e compatibile con le caratteristiche della viabilità esistente e dei territori attraversati.

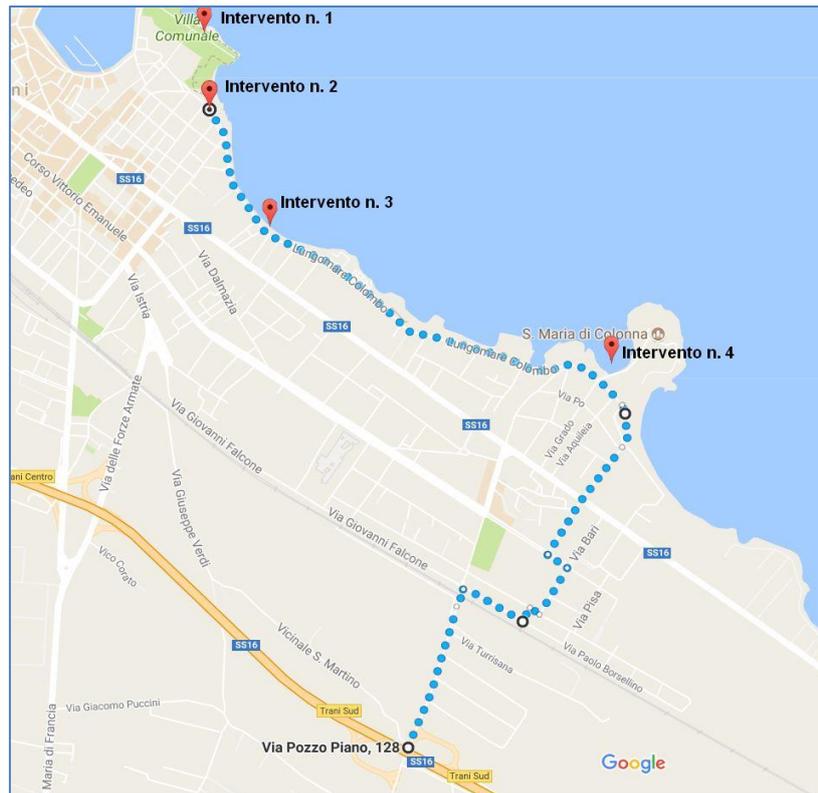


Figura 22 - Viabilità di accesso alle aree di cantiere

Per verificare la disponibilità di inerti da ripascimento compatibili con quelli esistenti lungo il litorale tranese, sono stati analizzati due campioni di inerti forniti da due diverse cave presenti sul territorio.

Si evidenzia come i lavori di cui al presente progetto non sono ancora stati appaltati pertanto non è, ad oggi, nota la specifica cava da cui verrà estratto il materiale da impiegarsi né la Stazione Appaltante può porre vincoli in tal senso. Sarà onere dell'appaltatore verificare la compatibilità dei sedimenti che intende apportare con quelli esistenti le cui caratteristiche sono state evidenziate nel paragrafo precedente.

L'analisi dei due campioni di inerti, sottoposti alle medesime indagini di quelli naturali, indica tuttavia come il materiale che usualmente si estrae dalle cave in coltivazione in aree prossime a quelle d'intervento possiede caratteristiche tali da renderlo compatibile con le finalità del progetto.

In effetti le analisi granulometriche sui due campioni di "frantumato di cava – pietrisco 20/63" hanno evidenziato come gli stessi siano caratterizzati da un diametro D_{50} di 27.7 e 30.6mm e pertanto all'interno del range di variabilità del D_{50} osservato sui sedimenti di spiaggia (compreso tra i 16.9 ed i 53.2mm con valor medio di 30.9mm).

L'analisi diffrattometrica ai Raggi X ha rilevato che i due campioni di cava sono costituiti totalmente da calcite così come già riscontrato su 3 dei 6 dei campioni di spiaggia analizzati (gli altri 3 campioni presentavano comunque un elevato tenore di calcite pari al 79, 87 e 88%).

Anche sul piano colorimetrico non si rilevano sostanziali difformità tra il materiale di cava e quello di spiaggia; in effetti il materiale di cava è stato classificato con il Munsell Soil Color Chart 7.5YR – 8/1 e pertanto si presenta lievemente più chiaro rispetto a quello di spiaggia.

La successiva Tabella 6 sintetizza i principali parametri dei sedimenti di cava analizzati mentre la Figura 23 mostra il confronto tra il colore dei sedimenti di cava con quelli di spiaggia.

CAMPIONE	PROFONDITA' [m]	MEDIANA D50 [mm]	COLORE Munsell Soil Color Chart	CALCITE CaCO ₃ [%]	QUARZO SiO ₂ [%]	DOLOMITE CaMg(CO ₃) ₂ [%]
CAVA A	--	27.67	7.5 YR – 8/1	100	<1	
CAVA B	--	30.55	7.5 YR – 8/1	100	<1	

Tabella 6 – Principali parametri dei sedimenti di cava

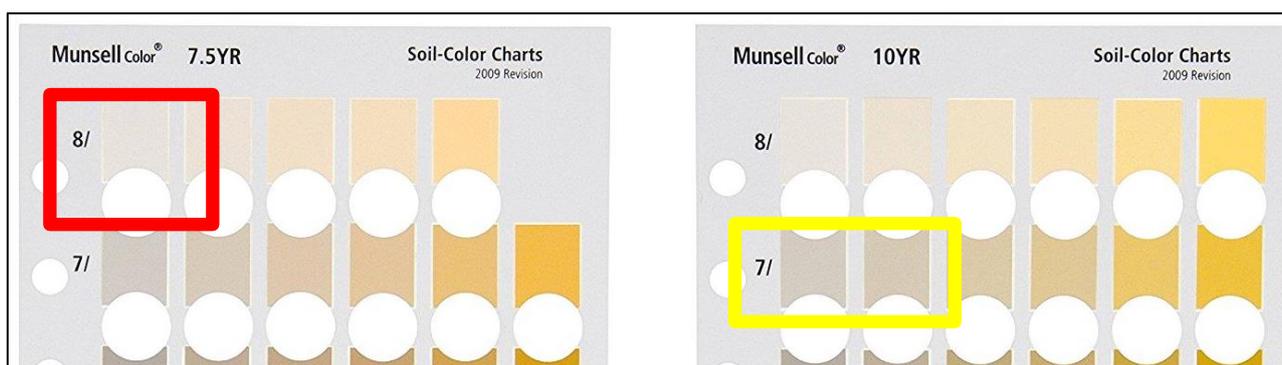


Figura 23 – Confronto colore sedimenti di cava (riquadro rosso) e sedimenti di spiaggia (riquadro giallo)

3.2 Risoluzione delle interferenze

Dall'analisi dello stato dei luoghi oggetto degli interventi in progetto e delle caratteristiche degli stessi, non si evidenziano particolari interferenze con reti aeree e/o sotterranee pertanto non vi è la necessità di progettare misure per la loro risoluzione

4.0. EFFETTI ATTESI DOPO LA REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

4.1. Previsioni generali sul comportamento delle anse oggetto degli interventi

Dopo la realizzazione degli interventi previsti in progetto ovvero:

- il rifornimento, lungo costa, di circa 21.500mc di ciottoli calcarei caratterizzati da un D_{50} pari a 40mm;
- la protezione/confinamento dei ripascimenti con due pennelli trasversali aventi berma di coronamento a quota Imm (per i siti n. 2 e 3)

le riproposte spiagge saranno oggetto delle classiche dinamiche litorali caratterizzanti il paraggio pertanto è possibile prevedere:

- a) delle modifiche al profilo trasversale della spiaggia che tenderà a creare, in prossimità della linea di battigia, delle creste – cuspidi di altezza proporzionale alle caratteristiche del moto ondoso incidente e che, come dettagliato al capitolo 3.0 dell'allegato R.CLC, potranno elevarsi sino a circa +3.00m sul l.m.m;
- b) lo spostamento lungo costa dei sedimenti, anch'esso variabile nel tempo, per direzione e portata, in funzione delle mareggiate che di volta in volta interesseranno il paraggio.

La successiva Figura 24 mostra l'evoluzione del profilo di spiaggia sotto l'azione di onde alte sino a 0.75m (che caratterizzano il 90% del clima meteomarinico medio annuale sottocosta) e nonché di quelle aventi $H_s \leq 1.50\text{m}$ (che coprono il 99% dei casi).

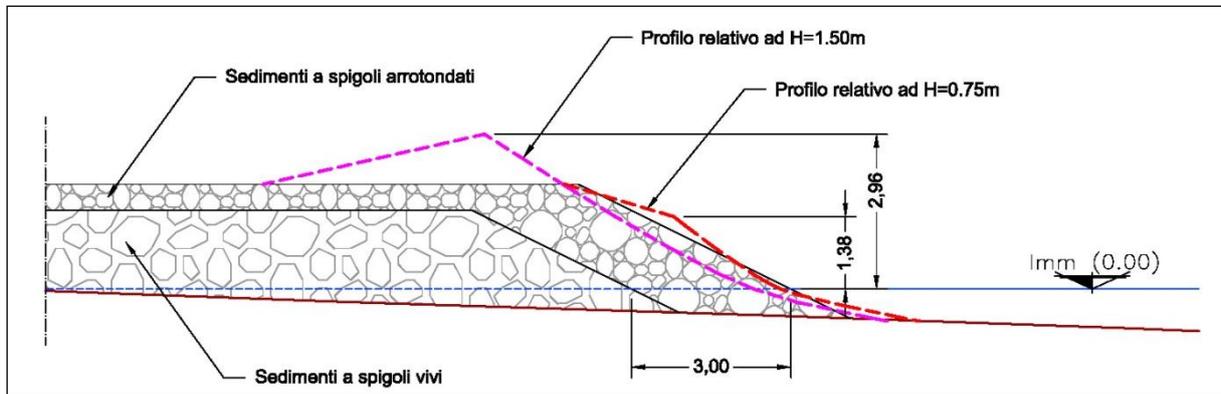


Figura 24 – Evoluzione profilo spiaggia di progetto

Si riportano di seguito, per ciascun sito d'intervento, le simulazioni sull'evoluzione della linea di costa a 5, 10 e 20 anni dall'esecuzione degli interventi.

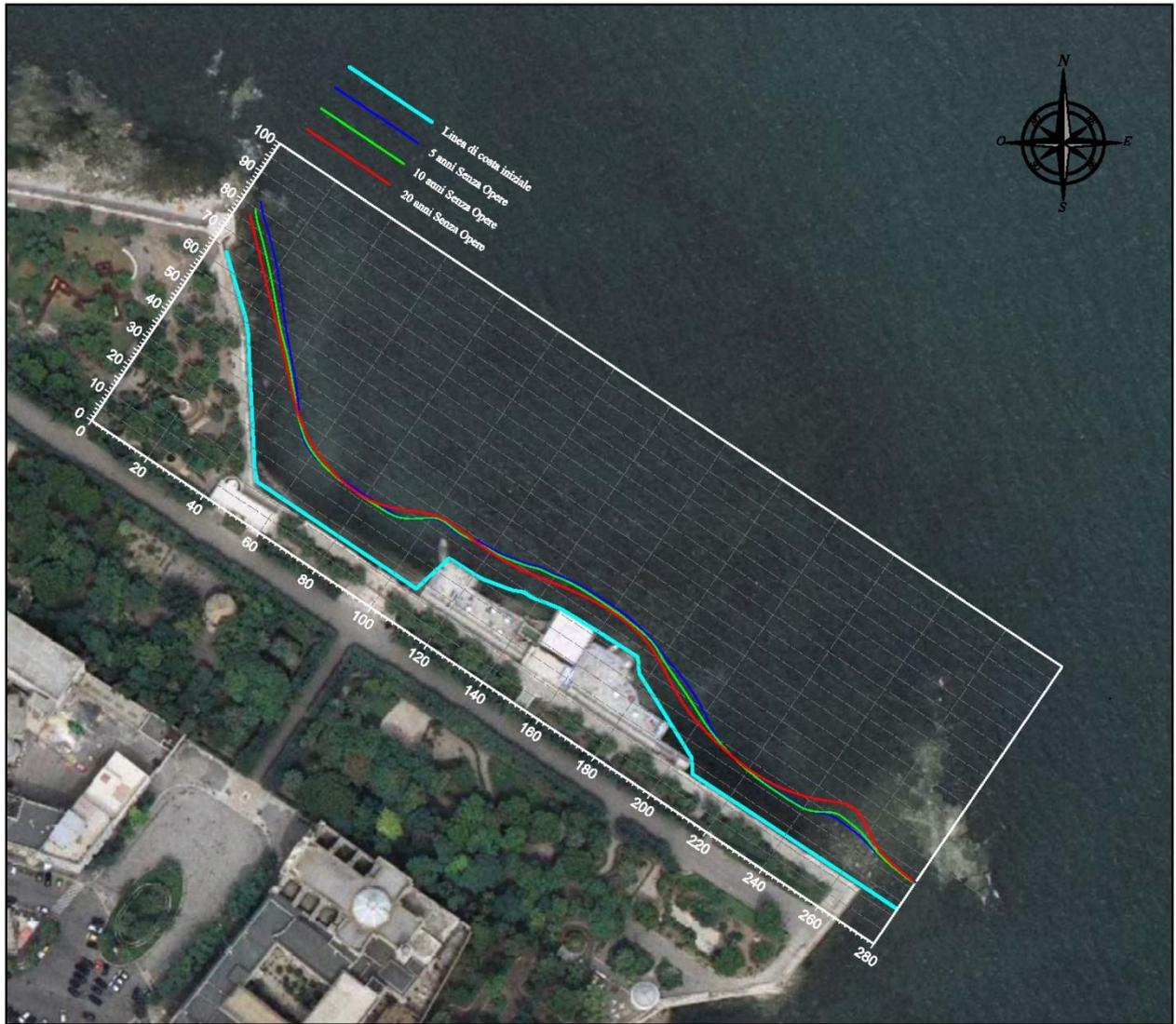


Figura 25 – Intervento n. 1: Evoluzione della linea di costa a 5, 10 e 20 anni dall’esecuzione degli interventi in progetto



Figura 26 – Intervento n. 2: Evoluzione della linea di costa a 5, 10 e 20 anni dall'esecuzione degli interventi in progetto



Figura 27 – Intervento n. 3: Evoluzione della linea di costa a 5, 10 e 20 anni dall'esecuzione degli interventi in progetto

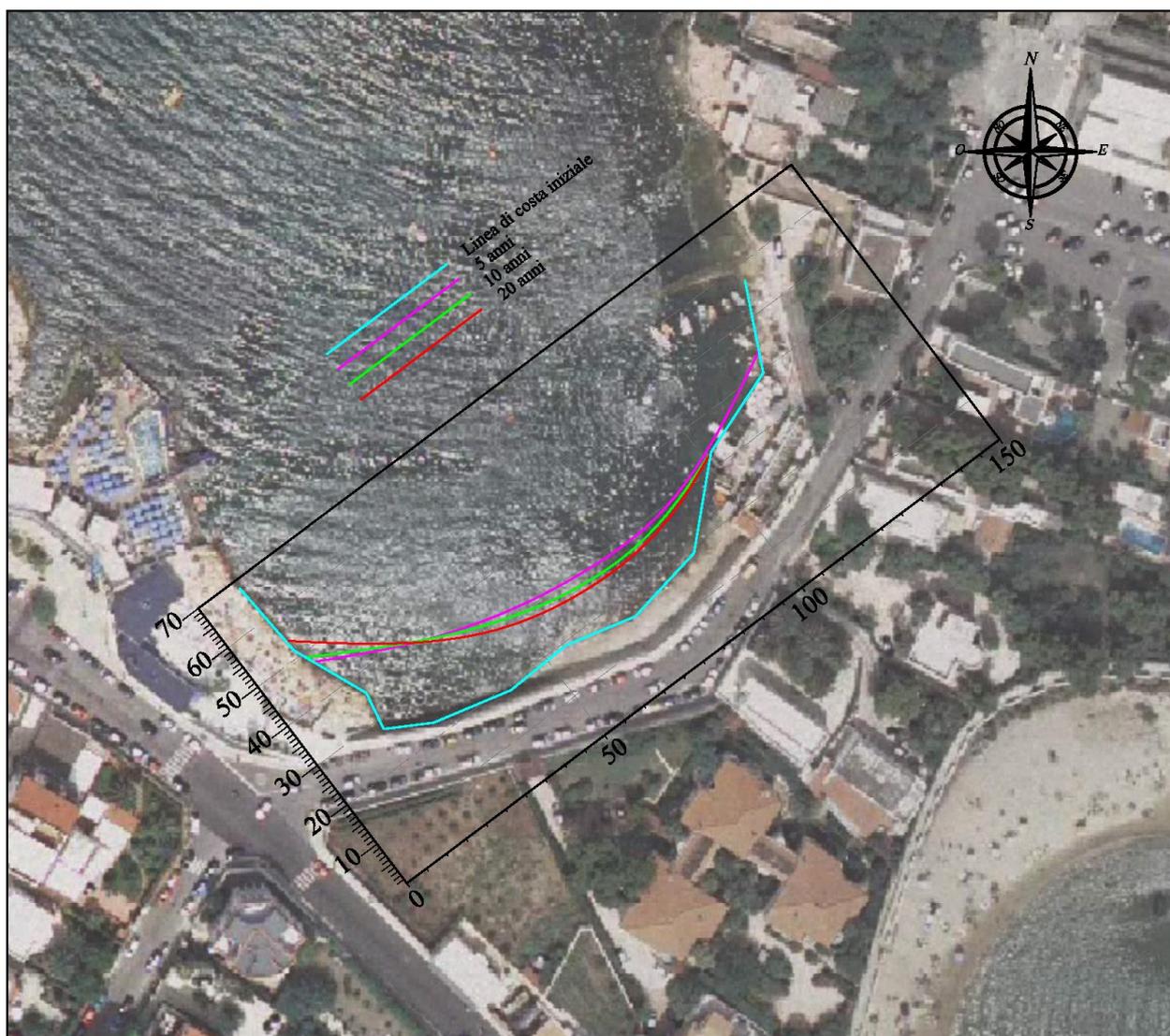


Figura 28 – Intervento n. 4: Evoluzione della linea di costa a 5, 10 e 20 anni dall'esecuzione degli interventi in progetto

Dagli studi e modellazioni effettuate è possibile prevedere che, in ciascun sito d'intervento, la linea di costa assumerà posizioni che, di volta in volta, varieranno in funzione delle caratteristiche degli eventi meteomarinari che si verificheranno nel paraggio tuttavia la particolare conformazione dei siti d'intervento e delle opere di protezione previste in progetto assicurano che non vi saranno significative "perdite" di sedimenti legati al trasporto lungo costa.

In conclusione è possibile asserire che con gli interventi in progetto si garantirà la fruibilità e rinaturalizzazione di oltre 780m di litorale cittadino corrispondenti ad una superficie complessiva di circa 10.000mq.

4.1.1 Programma di gestione stagionale del litorale

In accordo a quanto previsto, per la Sub Unità Fisiografica 2.5, dalle Linee Guida approvate con D.G.R. 410/2011, i proposti interventi di ripascimento costiero devono prevedere la gestione stagionale del litorale. In tale ottica, alla luce delle considerazioni esposte al paragrafo precedente, è possibile evidenziare che:

- a) la formazione di una cresta di altezza variabile, in ragione delle caratteristiche e durata del moto ondoso incidente, che potrà portarsi sino alla quota +3.00m sul l.m.m., lascia prevedere la necessità di dover ripristinare la conformazione del profilo trasversale della spiaggia emersa mediante redistribuzione trasversale del materiale accumulatosi nella cresta, onde ripristinare, all'inizio di ciascuna stagione balneare, un profilo trasversale di spiaggia con berma attestata alla quota di $\approx +1.50\text{m}$ sul l.m.m.;
- b) il trasporto solido litoraneo che, di volta in volta si instaurerà, potrebbe portare ad una redistribuzione dei sedimenti all'interno di ciascuna area d'intervento con loro accumulo in determinate zone come ad es. a ridosso dei pennelli di contenimento delle aree n. 2 e 3. In siffatte circostanze è possibile ed auspicabile attuare una movimentazione, con mezzi meccanici, del materiale lungo costa per ridistribuirlo lungo la falcata costiera.

5.0.0 QUADRO ECONOMICO DEI LAVORI E FINANZIAMENTO

La stima dei lavori è stata condotta con riferimento ai prezzi unitari desunti dai vigenti prezziari regionali, come dettagliato nell'allegato E_EPU, e, per le lavorazioni li non contemplate, da nuovi prezzi all'uopo determinati.

Le lavorazioni in progetto possono essere così riassunte:

ID	Descrizione	Importo lavori
1	Bonifica fondali	€ 43.374,30
2	Ripascimento costiero	€ 979.409,34
3	Elementi per la protezione del ripascimento	€ 14.798,69
4	Ridistribuzione sedimenti	€ 3.717,90
5	Rilievi topo batimetrici	€ 6.105,00
6	Rilievi biocenosi	€ 25.000,00
	TOTALE	€ 1.072.405,23

Il quadro economico dei lavori è stato determinato come segue:

A)	LAVORI	
A1	Importo lavori soggetti a ribasso	1 072 405,23
A2	Oneri per la sicurezza non soggetti a ribasso	25 061,10
A3	Importo totale dei lavori	1 097 466,33
B)	SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE	
B1	Onerari tecnici per redazione dello studio di fattibilità tecnico ed economica	8 000,00
B2	Onerari tecnici per progettazione Definitiva, Esecutiva, coordinamento sicurezza in fase di progettazione e attività tecnico amministrative per l'ottenimento della consegna delle aree demaniali marittime	27 200,00
B3	Onerari professionali per relazione geologica	4 000,00
B4	Onerari tecnici per Direzione Lavori, coordinamento sicurezza in fase di esecuzione, misure e contabilità e collaudo	42 000,00
B5	Rilievi, indagini ed analisi	65 000,00
B6	Spese per conferenze di servizi, commissioni giudicatrici, pubblicità	4 000,00
B7	IVA 22% e CASSA 4% su B1,B2,B3,B4	21 826,56
B8	IVA 22% su A3,B5,B6	255 742,59
B9	Imprevisti	4 764,52
B10	Totale somme a disposizione	432 533,67
C)	IMPORTO COMPLESSIVO INTERVENTO	1 530 000,00

Come accennato in premessa i lavori saranno finanziati grazie dell'Accordo di Programma approvato con Decreto del 04.08.2016 prot. 0016897 del Ministero

dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e sottoscritto tra lo stesso Ministero, il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti e la Regione Puglia. Con nota prot. 19322 del 15.09.2016 il MATTM ha trasmesso l'avvenuta registrazione del Decreto di cui sopra da parte dei competenti organi di controllo (UCB - Corte dei Conti).

SOMMARIO

1.0.0 Premessa	1
2.0.0 INQUADRAMENTO GENERALE.....	2

2.1.0	Caratteristiche geologiche.....	2
2.2.0	Caratteristiche dei fondali e dei sedimenti di spiaggia.....	3
2.3.0	Caratteristiche meteomarine del paraggio.....	13
3.0.0	STATO DEL LITORALE ED INTERVENTI IN PROGETTO.....	20
3.1	Reperimento e trasporto dei materiali	29
3.2	Risoluzione delle interferenze	32
4.0.	EFFETTI ATTESI DOPO LA REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO	32
4.1.	Previsioni generali sul comportamento delle anse oggetto degli interventi	32
4.1.1	Programma di gestione stagionale del litorale.....	38
5.0.0	QUADRO ECONOMICO DEI LAVORI E FINANZIAMENTO	39