

**C O M U N E   D I   A N C O N A**

**DIREZIONE PROGETTAZIONE, MANUTENZIONE,  
VIABILITA', FRANA, PROTEZIONE CIVILE E SICUREZZA**

**RIFIORITURA SCOGLIERA  
IN LOCALITA' TORRETTE di ANCONA**

**RELAZIONE TECNICA  
ILLUSTRATIVA**

TAVOLA N°

**R 01**



*SINDACO AVV. VALERIA MANCINELLI*

*DIRIGENTE RESPONSABILE PROCEDIMENTO e COORDINATORE DEL PROGETTO: ING. LUCIANO LUCCHETTI*

*PROGETTISTA: ING. DORIANO SORDONI*

## Sommario

1. PREMESSA.....	3
2. INDICAZIONI DEL "PIANO DI GESTIONE INTEGRATA DELLA AREE COSTIERE" UNITA' FISIOGRAFICA N.11 - DALLA FOCE DEL FIUME ESINO AL PORTO DI ANCONA .....	4
3. STATO DI FATTO.....	5
4. INQUADRAMENTO STORICO-MARITTIMO ED ANALISI DELLE PROBLEMATICHE ATTUALI .....	8
5. L'INTERVENTO PROPOSTO.....	9
6. PRIME INDICAZIONI SULLA SICUREZZA .....	11
7. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO .....	12
8. GESTIONE DEI RISCHI DI ALLUVIONI .....	13
9. CONSIDERAZIONI GEOLOGICHE E CARATTERI SEDIMENTOLOGICI .....	14
10. ASPETTI GEOTECNICI .....	16

## 1. PREMESSA

La presente relazione fa parte del progetto definitivo dell'intervento di "Rifioritura della scogliera in località Torrette del Comune di Ancona", in particolare ci si riferisce alla porzione di scogliera localizzata nei pressi dell'attuale Circolo "Il porticciolo" di Torrette.

L'intervento si estende per circa 160 metri nel Comune di Ancona, fa parte dell'Unità Fisiografica n.11 in corrispondenza del transetto 337 (opera con codice SITcosta "337SE01") come identificato dal Piano di Gestione Integrata delle Aree Costiere della Regione Marche del 2005 (*"Dalla foce del fiume Esino al porto di Ancona"*).

Il tratto di litorale della frazione di Torrette di Ancona è densamente interessato da infrastrutture ed fabbricati. In particolare troviamo, immediatamente a ridosso della battigia, la linea ferroviaria Bologna – Lecce, edifici di civile abitazione e la S.S. 16 , nel nodo strategico che collega la città di Ancona con il comune di Falconara Marittima ,il Polo ospedaliero di Torrette ed il raccordo con la viabilità extraurbana.

La difesa dall'azione del moto ondoso è stata assicurata, nel tempo, da una serie di scogliere radenti e scogliere emerse parallele alla linea di costa.

Nel tratto interessato dall'intervento tale difesa viene assicurata, sostanzialmente, soltanto da un scogliera emersa in quanto una parte di litorale non è protetta da scogliere radenti.

La predetta scogliera, le cui origini risalgono ai primi anni del 1800 e successivamente rimaneggiata e allargata rispetto al sedime storico, versa in uno stato di evidente degrado ed è stata interessata negli ultimi anni da eventi meteomarine di notevole entità che hanno provocato evidenti danneggiamenti all'opera di difesa .

In questo contesto infatti le barriere non hanno più avuto efficacia per la difesa dell'abitato dalle azioni meteomarine , le quali hanno causato ingenti danni alle infrastrutture poste a ridosso del tratto di litorale interessato.

Negli ultimi anni le strutture frangiflutto hanno subito dei forti danneggiamenti in special modo a seguito degli eventi del 2015. Tali problematiche si possono brevemente riassumere in: forte impatto visivo causato dalle scogliere emerse distribuite in modo caotico e con forme non lineari che ostacolano la linea d'orizzonte, scarsa altezza delle scogliere e perdita di equilibrio di alcuni blocchi rispetto alla posizione iniziale, necessità di potenziare e migliorare la protezione dell'abitato di Torrette.



Figura 1 - AREA DI INTERVENTO - PORTICCIOLO DI TORRETTE

L'Ente Attuatore dell'intervento di ripristino della scogliera sarà il Comune di Ancona.

La progettazione è stata effettuata dall'Ingegnere Doriano Sordoni dello studio FABIETTI SORDONI ASSOCIATI di Ancona come stabilito dalla lettera di affidamento incarico del 28 Dicembre 2016 prot. 177489 da parte del Comune di Ancona.

La Regione Marche - Servizio Tutela, Gestione e Assetto del Territorio - P.F. Difesa del Suolo e Difesa della Costa ha rilasciato parere favorevole, ex art. 6, L.R. n.15/2004, al Progetto Preliminare "soluzione B" di rifioritura della scogliera di Torrette di Ancona con prot. 0111725/2017 del 25/07/2017.

In allegato alla presente relazione sono riportate le immagini che descrivono lo stato attuale dell'opera oggetto d'intervento.

## **2. INDICAZIONI DEL "PIANO DI GESTIONE INTEGRATA DELLA AREE COSTIERE" UNITA' FIOGRAFICA N.11 - DALLA FOCE DEL FIUME ESINO AL PORTO DI ANCONA**

Preliminarmente alla questione progettuale riguardante il tratto di scogliera interessato dall'intervento, si riporta la descrizione dell'unità fisiografica n°11 tratta dal Piano di Gestione Integrata delle Aree Costiere (DACR n.169 del 2/2/2005) che prevede per ogni tratto di litorale

marchigiano proposte di intervento con livelli di dettaglio pari ad un progetto preliminare.

### **3. STATO DI FATTO**

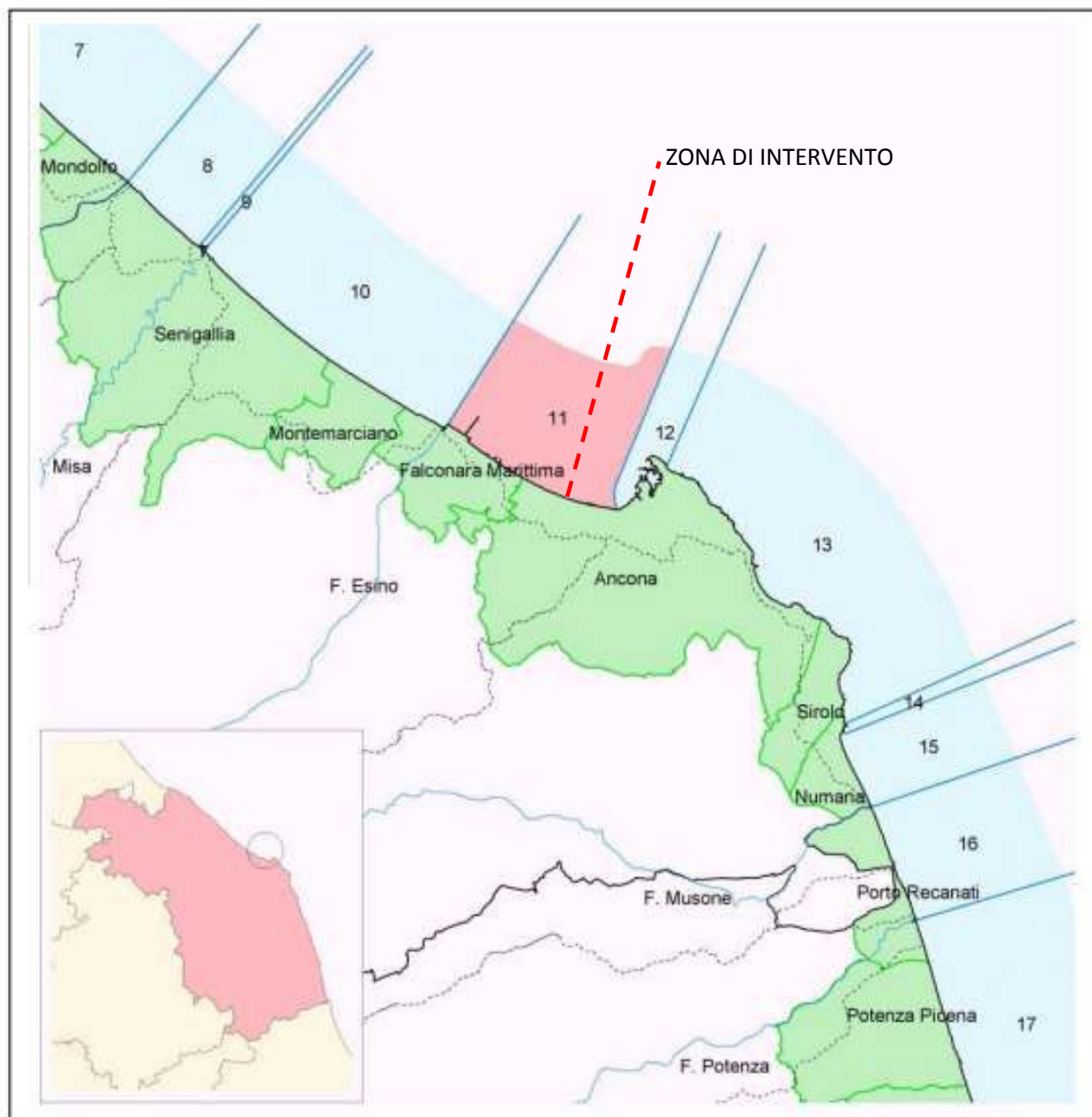
Il tratto in esame ha una lunghezza totale di 9,78 Km ricadenti nei Comuni di Falconara Marittima per 4,69 km e nel Comune di Ancona per 5,09 km. Il litorale presenta allo stato attuale opere per complessivi 9,78 km (pari al 100% della lunghezza totale). Le principali opere esistenti sono costituite da: scogliere emerse (4,39 Km), scogliere radenti (2,22 km), opere miste (1,40 km), la raffineria API (1,40 km), 5 pontili e 2 moli. Le caratteristiche sedimentologiche della spiaggia emersa evidenziano la presenza del 51% di sabbia, dell'11% di ghiaia con una porzione del 38% non campionata; il bacino principale di apporto solido è costituito dal fiume Esino. Trovandosi sottoflutto alle propaggini settentrionali del promontorio del Conero il golfo di Ancona ha sempre risentito della sua influenza naturale.

Già la strada litoranea di uscita dalla città, di fine '700, fu presto difesa da una scogliera radente fino alla località di Torrette. Ugualmente la linea ferroviaria, costiera realizzata intorno al 1860, è stata interamente protetta per tratti successivi fino agli anni '30 da una radente fino a Falconara e la stazione da un pennello posto sottoflutto fin dall'800, tuttora presente. Dalla fine degli anni '40 si cominciò a difendere la spiaggia del tratto costiero con scogliere foranee emerse. Inizialmente ne nacquero di sporadiche a Falconara zona disco, Palombina nuova, Palombina vecchia, Falconara centro e Fiumesino. Poi esse si propagarono velocemente estendendosi lateralmente a partire da quelle originarie a formare delle batterie. Queste poi finirono per congiungersi con quelle contigue, fino a completare un'unica serie di scogliere emerse lungo l'intero arco costiero da Torrette alla stazione di Falconara nei primi anni '80. Poi seguirono solo manutenzioni e spostamenti di alcuni setti. In zona Fiumesino invece l'imponente ampliamento in forte aggetto della raffineria, realizzata in destra della foce fluviale nei primi anni '60, aveva conglobato spiaggia e scogliere preesistenti, producendo una notevole alterazione rigida ed artificiale del tratto costiero circostante e della foce.

Si evidenzia sostanzialmente uno squilibrio di tipo antropico dovuto alla pressoché totale chiusura del tratto di costa con opere di difesa che potrebbero causare problemi di carattere ambientale dovuti alla scarsa circolazione all'interno degli specchi d'acqua protetti.

Si prevede l'onere per i lavori di manutenzione e rifiorimento delle scogliere emerse esistenti per un totale di 4.200 ml, oltre alla realizzazione di una soglia in località Torrette tra la batteria di scogliere emerse e la diga Napoleonica. In accordo con la Società FF.SS., sempre in località Torrette è stato programmato il salpamento della radente considerata inutile in quanto sovrapposta alla batteria di scogliere emerse.

# UNITA' FISIOGRAFICA N.11 - DALLA FOCE DEL FIUME ESINO AL PORTO DI ANCONA



# PROGETTO INTERVENTI

## UNITA' FISIOGRAFICA 11

Dalla foce del fiume Esino al porto di Ancona  
 Tavola 3/4

- OPERE DA REALIZZARE**
1. Manutenzione/riaffioramento scogliera emerse esistenti per un totale di 4.200 ml (al 60%).
  2. Realizzazione soglia tra la battente di scogliera emerse e la diga Napoleonica, previo salpamento di radenti (FF.SS.) in località Torrette.

### LEGENDA

LIMITI		STATO ATTUALE		PROPOSTE INTERVENTO	
	Linea di costa		Molo		Rifiorimento scogliera emersa
	Confine comunale		Muro		Realizzazione scogliera emersa
	Unita' unita' fisiografica		Opera puntuale		Salpamento scogliera emersa
			Opera sperimentale		Ricostruzione scogliera emersa
			Pannello sommerso		Rifiorimento scogliera sommersa
			Pontile		Realizzazione scogliera sommersa
			Scarico		Rifiorimento scogliera radente
			Scogliera emersa		Salpamento scogliera radente
			Scogliera radente		Salpamento soglia
			Scogliera sommersa		Realizzazione soglia
			Sementa massi		Salpamento pannello
			Soglia		Realizzazione pannello
			Opera salpata o insabbiata		Ricostruzione pannello
					Ripascimento sabbia/gliaia

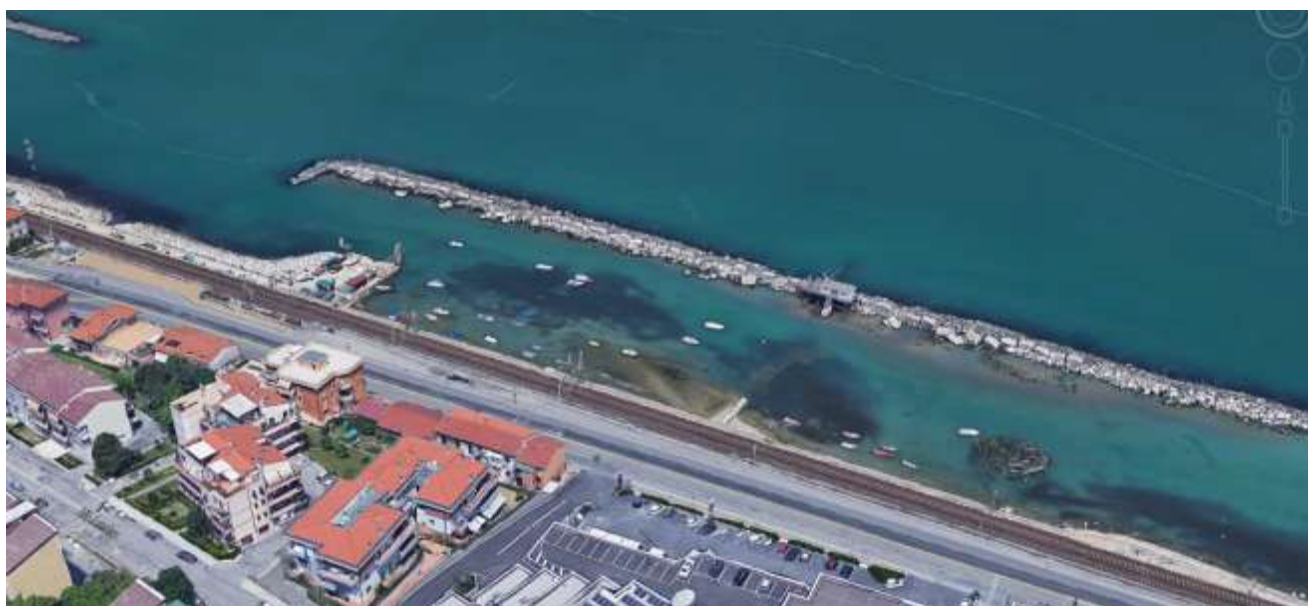


scala 1 : 10.000

#### **4. INQUADRAMENTO STORICO-MARITTIMO ED ANALISI DELLE PROBLEMATICHE ATTUALI**

Il tratto di litorale di progetto riguarda una porzione di scogliera a protezione dell'abitato di Torrette nei pressi dell'attuale Circolo nautico Il porticciolo di Torrette.

Si tratta di un intervento di manutenzione della scogliera resi necessario per il ripristino della funzionalità della struttura esistente danneggiata dalle mareggiate.



Tali barriere sono posizionate a diversa distanza dalla linea di riva (con una distanza massima di circa 80 metri da riva), sono imbasate su fondale di profondità, mediamente 3,60÷3,00 m., e sono caratterizzate da quote di sommità differenti. Esse furono realizzate per proteggere la ferrovia e l'abitato di Torrette dalla azione erosiva del mare; in seguito furono rimodellate e modificate in più fasi con l'apposizione di blocchi di calcestruzzo che a seguito dell'azione del mare hanno perso gli allineamenti e la generale funzione di protezione.

In definitiva le problematiche evidenziate si possono riassumere in:

1. inondazione dell'intero tratto in occasione delle mareggiate più violente di greco e tramontana;
2. 'invasione' del materiale ghiaioso proveniente dalla diga foranea del porto di Ancona (onde di riflesso) in concomitanza delle mareggiate più violente da greco e tramontana;
3. scarsa circolazione idrica a tergo delle scogliere;



## 5. L'INTERVENTO PROPOSTO

La scogliera emersa oggetto di intervento è costituita da una classica opera a gettata in massi naturali realizzata presumibilmente negli anni settanta su basamenti storici risalenti al 1800. Le mantellate e la berma risultano realizzate sostanzialmente con scogli naturali di piccola pezzatura, classificabili come scogli di 1<sup>a</sup> categoria ( peso singolo compreso tra 50 e 1000 kg). Sulla berma troviamo una serie di massi artificiali notevolmente degradati di dimensioni molto più importanti ( circa 2 mc con quota estradosso a +2.50 m. sul .) posti in maniera disomogenea e sporadica, non garantendo di fatto, una effettiva difesa dalle ondate.

La sezione , visibilmente danneggiata nel tempo dalle mareggiate, è disomogenea e presenta dei tratti dove la larghezza della berma in scogli naturali, posta ad una quota non superiore ad +1.00 m sul l.m.m, si riduce notevolmente.

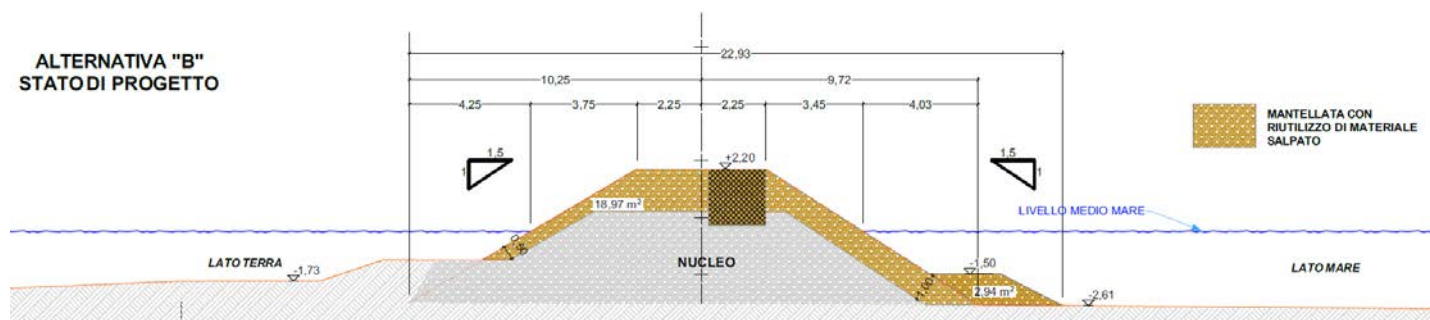
L'intervento di manutenzione straordinaria del tratto a nord, per una lunghezza di 160 m. circa, della scogliera emersa in argomento consiste sostanzialmente nella ricostruzione della stessa mantenendone il posizionamento attuale; la sagoma di progetto prevede una berma della larghezza di 4,00 m., posta a quota +2,20 m sul l.m.m., con mantellata esterna pendenza 1,5:1 e mantellata interna pendenza 1,5:1.

La struttura di difesa della costa è fondata su depositi costieri sabbiosi che caratterizzano il litorale del paraggio in questione e ne garantiscono una adeguata stabilità anche in considerazione del carico a cui è stato sottoposto il sedime occupato dalla scogliera stessa.- Lo stato attuale dell'opera a gettata è, come detto, costituito da scogli di prima categoria; pertanto la previsione progettuale consiste nel riprofilare l'attuale corpo della scogliera andando così a realizzare il nucleo della nuova sagoma ; tale operazione verrà eseguita mediante il salpamento degli scogli che si trovano al di fuori della sagoma progettuale e reimpiegando gli stessi in:

- posizionamento dei blocchi di calcestruzzo esistenti nella posizione lato mare (cfr sezione di riferimento progettuale);
- profilatura della mantellata con materiale salpato
- realizzazione delle mantellate con le pendenze di progetto e della berma sommitale.

Preventivamente alle operazioni sopra descritte, sarà effettuato un dragaggio di un tratto di fondale per tutta la lunghezza a ridosso della scogliera lato porticciolo per consentire il reperimento del materiale da rimettere in opera. Tale previsione progettuale pur nella minimizzazione dei costi, consentirà una adeguata protezione dall'azione del moto ondoso dell'abitato della frazione di Torrette anche in caso di eventi meteomarinari di entità medio alta o in presenza di condizioni di alta marea.

Di seguito si riporta la sezione di riferimento progettuale denominata "Alternativa B" del Progetto Preliminare approvata dalla Regione Marche:



La contiguità del centro abitato con il litorale e la presenza della rete ferroviaria, che delimita la spiaggia verso terra, e ne consente l'accesso esclusivamente attraverso dei sottopassi, ha indotto i progettisti a scegliere che la movimentazione del materiale avvenga esclusivamente via mare mediante l'utilizzo di un pontone.

Nella scelta dei mezzi operativi in fase di realizzazione dei lavori, sarà necessario tenere conto che il tirante idrico lato mare aperto in corrispondenza della scogliera è variabile tra i -2,00 metri a massimo -3,00 m, quote riferite al l.m.m., mentre i bassi fondali dell'area compresa fra il Porticciuolo di Torrette e la scogliera non permette l'accesso di nessun natante.

Per quanto riguarda la lavorazione di rifiorimento della scogliera emersa sarà eseguita con le modalità ad insindacabile giudizio della DL.

## **6. PRIME INDICAZIONI SULLA SICUREZZA**

Le lavorazioni previste in questa fase preliminare sono tutte via mare con esclusivo utilizzo di mezzi marittimi.

In relazione a ciò le disposizioni relative alle misure per la salute e la sicurezza nei cantieri temporanei o mobili di cui al D.lgs n81/2008 e ss.mm.ii., non si applicano ai sensi dell'art.88 comma 2 lettera f) ("ai lavori eseguiti in mare") del Decreto stesso. Se in fase di progettazione esecutiva dovessero subentrare lavorazioni che prevedono l'utilizzo di mezzi terrestri all'interno del cantiere, si provvederà alla nomina del coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione e alla elaborazione del piano di sicurezza, del fascicolo adattato alle caratteristiche dell'opera ed alla quantificazione degli oneri ordinari ed eventualmente speciali della sicurezza. Nel caso in cui non sarà nominato il Coordinatore per la sicurezza in fase progettuale, ma poi in sede esecutiva si dovesse verificare l'esigenza di aprire un cantiere a terra, sarà cura dell'impresa appaltatrice ed esecutrice dei lavori (se rimane l'unica che eseguirà tutte le lavorazioni previste) la redazione del Piano Sostitutivo di Sicurezza (art. 131, c.2, let. b) D.Lgs. 163/06 e il Piano Operativo di Sicurezza (art. 96, c.1, let. g) D.Lgs. 81/08).

Nel caso invece sia prevista la presenza contemporanea di due o più imprese, la stazione appaltante dovrà nominare in corso d'opera il Coordinatore per la sicurezza in fase d'esecuzione.

Le stime dei costi ordinari della sicurezza ed eventualmente quelli speciali saranno riportati in apposito elaborato. Sarà cura del Responsabile dei Lavori (R.U.P.) la verifica di idoneità tecnico professionale dell'impresa affidataria ed esecutrice dei lavori ai sensi dell'art. 90, c. 9, Art. 97 e All XVII D.Lgs. 81/08.

Per quanto attiene la valutazione e la liquidazione degli oneri della sicurezza (ordinari e speciali ove previsti) oltre alla citata normativa nazionale (D. Lgs. N.81/2007 e ss.mm.ii.) l'intervento di cui trattasi tiene conto anche di quanto previsto dalla L.R. n.33/2008.

## **7. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO**

Il litorale marchigiano si estende per circa 170 km, delimitato a nord dal Fiume Tavollo al confine con l'Emilia Romagna e a sud dalla foce del fiume Tronto al confine con l'Abruzzo. E' caratterizzato dalla presenza di diversi morfotipi in stretta correlazione con le caratteristiche strutturali, litologiche e morfoevolutive del territorio. Lungo il litorale marchigiano, il paesaggio si configura secondo due principali unità fisiografiche e cioè coste alte e coste basse, nell'ambito di queste due principali categorie si possono individuare sei morfotipi principali in funzione delle caratteristiche fisiografiche generali; e cioè: a) litorale caratterizzato dalla presenza di una spiaggia con dune di retrospiaggia; b) litorale caratterizzato da una spiaggia senza dune di retrospiaggia; c) falesia attiva senza solco di battente evidente; d) falesia attiva terrazzata; e) falesia inattiva/quiescente; f) paleofalesia. Le caratteristiche morfologiche generali nell'area oggetto d'intervento identifica un settore caratterizzato da una costa bassa in cui si riconosce un morfotipo costituito dalla spiaggia e da una zona di retro spiaggia pressoché totalmente urbanizzata.

Il settore considerato è caratterizzato da argille marnose e marnoso-siltose bluastre in strati di spessore variabile da pochi centimetri ad un massimo di 50 cm circa, talvolta in pacchi fittamente laminati. La stratificazione è evidenziata da spalmature ed intercalazioni millimetriche sabbioso-siltose grigie. Questi depositi fanno parte della successione pliopleistocenica marchigiana che presenta caratteri piuttosto complessi, variabili nel tempo e nello spazio sia in senso laterale che longitudinale in relazione agli eventi tettonici che hanno determinato condizionamenti nella morfologia e nella sedimentazione. Infatti nel Pleistocene medio-superiore anche la parte più esterna emerge definitivamente; l'area è interessata da movimenti verticali differenziali, sia tra i tre settori principali che all'interno degli stessi, infatti i depositi del Pleistocene medio-superiore sono assenti a nord dell'Esino.

Si configura un quadro sedimentario strettamente controllato dalla tettonica di sollevamento differenziale principalmente legato ai fenomeni di elastic-rebound, e subordinatamente ad aliquote dovute all'isostasia ed ai movimenti relativi terra-mare connessi con le alterne fasi climatiche glaciali-interglaciali-postglaciali. L'attività sismica dell'area, peraltro limitata, è associata al settore anconetano-forlivese caratterizzato da meccanismi focali di carattere compressivo di elementi tipici di una foreland fold and thrust belt e da faglie trascorrenti/transpressive che rappresentano elementi di collegamento (rampe laterali, transfer faults) tra i maggiori thrust sheets ed in parte strutture di neoformazione. Queste ultime sono successive alla principale fase compressiva del Pliocene medio-superiore responsabile della strutturazione delle zone esterne e sono tuttora attive e responsabili della sismicità dell'area. Le caratteristiche morfologiche generali nell'area oggetto d'intervento sono caratterizzate da una costa bassa in cui si riconosce un morfotipo costituito dalla spiaggia e da una zona di retro spiaggia che si raccorda con i versanti collinari Il tratto di piana costiera, riferibile alla

trasgressione Flandriana, è collegata al mare dalla spiaggia che presenta un'estensione estremamente variabile in relazione ai fenomeni erosivi indotti essenzialmente dalle opere antropiche realizzate nel tempo in mare sia on-shore che long-shore, in corrispondenza della battigia e nella zona di retrospiaggia. Nel tratto di litorale analizzato è stato possibile individuare una spiaggia emersa prevalentemente sabbiosa.

## **8. GESTIONE DEI RISCHI DI ALLUVIONI**

L'Attuazione della direttiva europea 2007/60/CE relativa alla gestione dei rischi di alluvioni recepita con il Dlgs n. 49 del 23 febbraio 2010 impone una diversa trattazione del rischio cui il territorio - compreso quello costiero - è assoggettato, e impone di realizzare, ove ancora non si è provveduto, la perimetrazione delle aree soggette invece ad inondazioni marine intese come eventi in grado di determinare perdita più o meno definitiva di valore dei beni fisici e delle stesse persone presenti nell'area eventualmente colpita da fenomeni estremi.

Gli scenari di inondazione dovuti all'innalzamento temporaneo o tendenziale del livello del mare considerano la concomitanza dei seguenti fenomeni:

- sollevamento determinato dalle variazioni meteorologiche;
- marea astronomica e set-up,
- valutazione speditiva del run-up (Stockdon, 2006) per le aree conosciute.

Il calcolo è riferito a tempi di ritorno di 10 e 100 anni.

Il metodo è stato applicato mediante analisi in ambiente GIS considerando superfici corrispondenti ai livelli del mare dei due scenari di pericolosità (tempi di ritorno di 10 e 100 anni). In tutti i calcoli non sono stati considerati gli scenari e gli effetti di sovrapposizioni dovuti a tsunami che, come già indicato nell'atlante degli tsunami italiani dell'INGV, hanno colpito in passato, seppure marginalmente, il tratto settentrionale e meridionale della costa marchigiana. Nella Regione Marche, per entrambe le porzioni di territorio normativamente distinte nelle due Autorità di Bacino Distrettuali, si sono scelti i tempi di ritorno a 100 (bassa probabilità) e 10 anni (media probabilità) in quanto sono questi eventi che in mancanza di specifiche politiche di pianificazione e di management sono quelle che più incidono sui costi per la collettività. Per il tempo di ritorno di 100 anni l'altezza d'onda significativa calcolata risulta pari a 2.23 mt. e provenienza da 30°-60°N, mentre per 10 anni l'altezza d'onda di riferimento è pari a 1.63 mt.. I valori dell'altezza d'onda sono stati incrementati di un'aliquota derivante dai cambiamenti climatici in atto e/o potenziali che sono stati quantificati in un + 10 % delle altezze d'onda massime di riferimento per i rispettivi tempi di ritorno e pertanto le altezze d'onda considerate sono:

Tr 100 anni = 2.45 mt e Tr 10 anni = 1.79 mt..

Per la definizione delle mappe di pericolosità da inondazione della fascia costiera è fondamentale tenere conto dei seguenti elementi:

- fenomeni meteo-marini;
- morfologia della costa;
- tipologia delle spiagge;
- tipologie di opere di difesa esistenti.

Dalle esperienze tratte in diversi studi di ricercatori ed Enti di ricerca sia italiani che stranieri si desume che i fenomeni meteo-marini che possono contribuire a fenomeni di inondazione sono: la marea di tempesta (storm tide) è un parametro complesso che comprende la quota di marea astronomica attesa (expected high tide) incrementata dalla pressione barometrica e dal vento sotto costa (storm surge); si deve considerare inoltre l'accumulo di acqua nella zona di frangimento delle onde (waveset-up) oltre all'innalzamento delle acque in corrispondenza delle foci dei fiumi e torrenti a causa di un effetto ostacolo prodotto dalle acque marine.

## **9. CONSIDERAZIONI GEOLOGICHE E CARATTERI SEDIMENTOLOGICI**

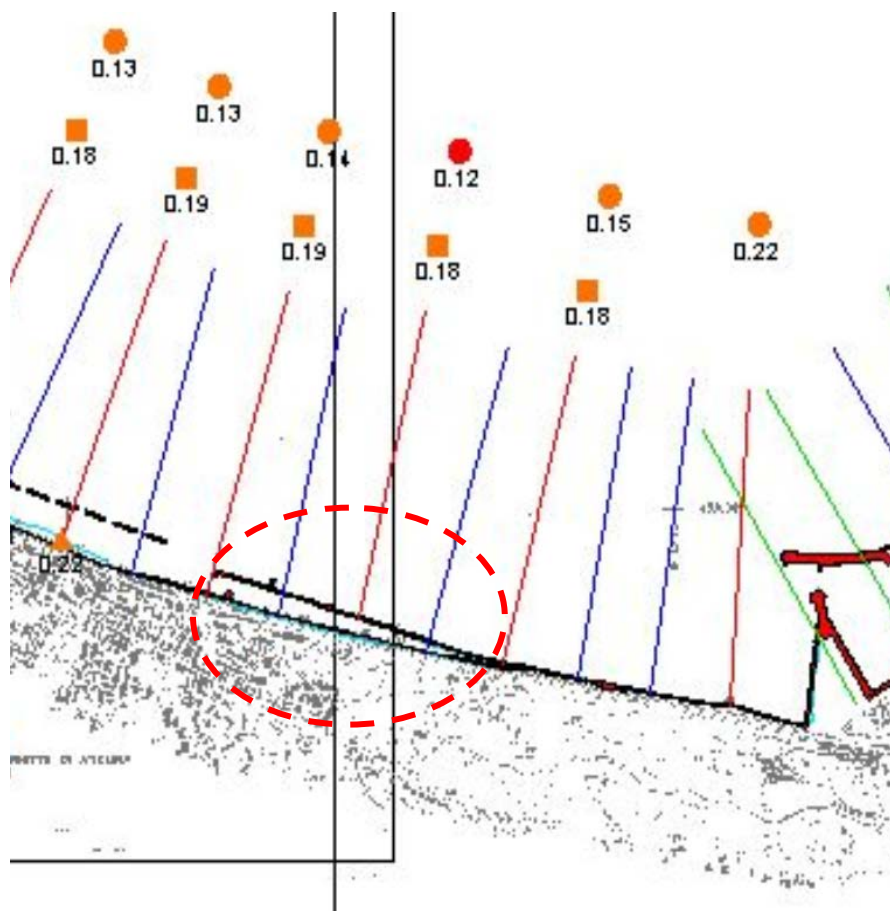
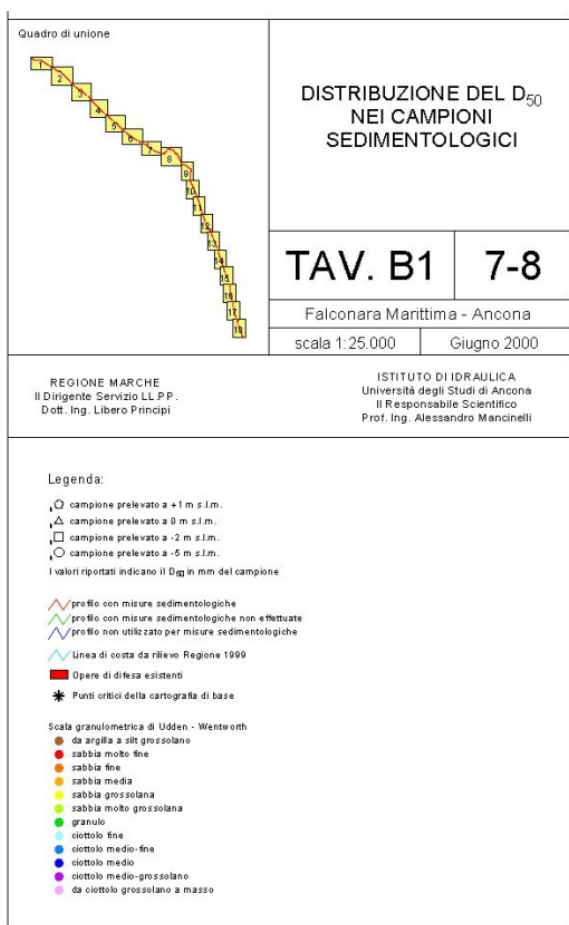
La distribuzione dei sedimenti superficiali sul litorale avviene per fasce parallele alla costa, come messo in luce dagli studi di Van Straaten (1965, 1970), Pigorini (1968), Brambati et alii (1973,1983), Colantoni et alii (1978), Curzi & Gallignani (1982). Le sabbie sono presenti non solo lungo il litorale (sabbie attuali) ma affiorano anche al largo sulla piattaforma continentale a nord della DMA (Depressione Meso Adriatica) (sabbie relitte).

La fascia dei sedimenti fini (limi) mette in evidenza una zona a più alta percentuale di limo (60-70%) situata più sottocosta, cui fa seguito verso il largo una zona a più elevata percentuale di argilla (40-50%). L'abbassamento del livello di base, legato all'ultimo glaciale ha causato l'aumento del potere erosivo dei fiumi, i quali portavano così una notevole quantità di alluvioni sabbiose. Contemporaneamente dovevano esistere ambienti palustri dove si instaurava una sedimentazione caratterizzata da intercalazioni di limo-argilloso e torba. Con lo scioglimento dei ghiacciai, la trasgressione versiliana, relativamente veloce, ha ridistribuito la sabbia precedentemente depositata, dando luogo ad una copertura di sabbia relitta. Al finire della trasgressione versiliana si è instaurato l'attuale sistema di sedimentazione controllato dagli apporti fluviali e dalla ridistribuzione selettiva dei sedimenti da parte delle correnti marine e del moto ondoso. I sedimenti fini olocenici ed attuali costituiscono pertanto un drappo pelitico sovrastante le sabbie relitte e progradante verso il largo (Van Straaten 1965, 1970; Pigorini, 1968; Nelson, 1970; Brambati et alii, 1973; Colantoni et alii, 1978; Curzi & Gallignani, 1982; Lenaz & Taviani, 1983; Stefanon, 1984; Ferretti et alii, 1986). L'area in esame ricade nel tratto costiero regolato dal promontorio di Gabicce e da quello del Conero che individuano un tratto di costa da Gabicce al Conero orientato N 130 E. Sottocosta sono presenti

quasi ovunque sabbie costiere, la cui presenza ed estensione è legata alla morfologia ed alla natura del litorale.

Da vari studi eseguiti (Aquater, 1982; Dal Cin ed altri, 1984; Marabini, 1985) risulta che negli ultimi decenni la linea di riva si è comportata in maniera diversa nei due tratti di costa: a nord del Conero sono diminuiti i tratti di spiaggia soprattutto in regressione e sono aumentati quelli nei quali era apprezzabile un certo avanzamento medio.

Lungo il tratto in esame sono stati prelevati (durante la campagna sedimentologica eseguita dall'Università degli Studi di Ancona – Studi, Indagini, Modelli Matematici, finalizzati alla redazione del Piano di Difesa della Costa) campioni di sedimento superficiale ed analizzato il D<sub>50</sub>; di seguito si riporta una breve sintesi ed analisi dei sedimenti che caratterizzano l'area di intervento:



- a quota +1.00 sul lato nord sono presenti ciottoli da medio-fini a fini mentre sul tratto centro-meridionale della zona di intervento sono presenti sabbie fini;
- a quota 0.00 è presente sul settore nord granulometrie comprese nei granuli, nel settore centro-meridionale vi è una prevalenza di sabbie fini e subordinatamente grossolane;
- a quota -2.00 è presente sabbia fine ovunque;

□ a quota -5.00 è presente prevalentemente sabbia fine e subordinatamente sabbia molto fine. Non si dispongono di dati di sondaggio, peraltro non necessari in questa tipologia di intervento che prevede il ripristino di scogliere con sezioni già realizzate in passato. Si ritiene che la ricarica delle scogliere determinerà variazioni di carico poco significative sul comportamento geotecnico del substrato costituito prevalente da sabbie. Alcune indagini sedimentologiche aggiornate al 2015 confermano la distribuzione dei sedimenti precedente.

## 10. ASPETTI GEOTECNICI

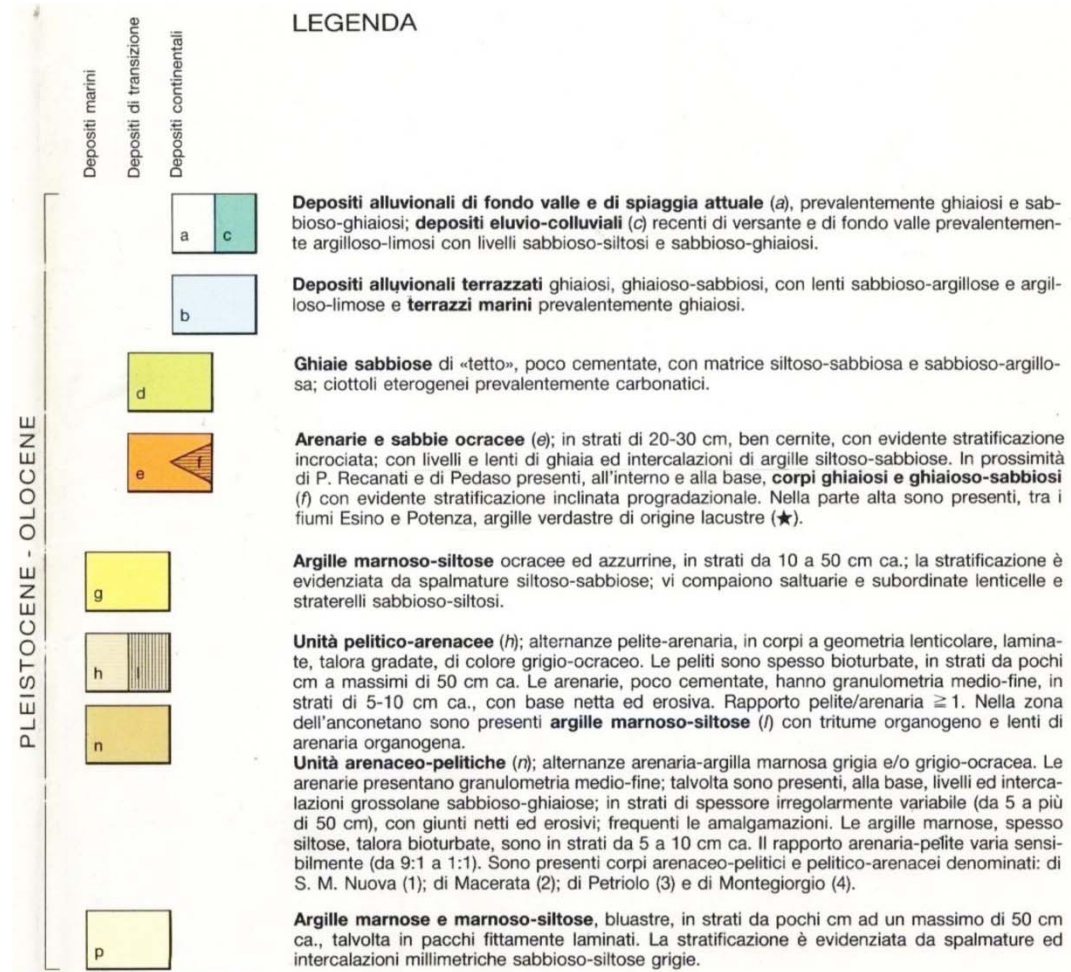
Dalle caratteristiche geometriche del progetto di manutenzione si può desumere che il carico superficiale trasmesso dalle nuove opere sul terreno di fondazione è lo stesso di quello del carico delle scogliere realizzate in passato ed è quindi compatibile con le capacità portanti dei terreni su cui ogni scogliera sarà rifiorita. Tale considerazione è avvalorata sia dalla stabilità fondale delle limitrofe scogliere emerse, sia dall'esperienza che in questo campo si è fatta negli interventi di difesa costiera simili. In ultima analisi, le opere di difesa costiera che verranno realizzate con il presente intervento, vista anche la funzione cui le stesse devono assolvere, non richiedono un approfondimento attraverso indagini in sito in relazione ai comportamenti geomeccanici/geotecnici dei terreni di fondazione (sabbie fini) riscontrati in contesti simili che hanno confermato la validità della scelta progettuale. Il settore interessato dalle scogliere emerse ha sul fondo in generale sabbie fini che presentano i seguenti parametri fisico-meccanici:

SABBIE FINI		
$\gamma$ (Peso per unità di volume)	1800 /	Kg/mc -
$\gamma_{sat}$ (Peso per unità di volume saturo)	2000	Kg/mc
$\phi$ (Angolo di attrito)	28	°
C (Coesione)	0	Kg/cmq
E (Modulo di Yang)	100	Kg/cmq
$\nu$ (Poisson)	0.3	

Per quanto riguarda l'uso di coefficienti per la determinazione dello spettro elastico di risposta che dipendono la classificazione dei suoli, per la definizione dell'azione sismica di progetto, in riferimento al caso considerato nel presente progetto la litologia in sito appartiene al tipo di terreno D della classificazione introdotta:

TIPO DI TERRENO	PROFILO STRATIGRAFICO	PARAMETRI		
		VS30 m/s	NSPT	cu kPa
D	<i>Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti</i>	< 180	< 15	< 70





**PLIOCENE**

**q**  
**r**  
**s**

**Argille marnose e marnoso-siltose** bluastre (q), stratificate, con intercalazioni siltoso-sabbiose ed arenacee (Pliocene inferiore, medio p.p., superiore, principalmente a sud del F. Ete Vivo) con intercalate **sequenze torbiditiche pelitico-arenacee (r)** e **arenaceo-pelitiche (s)**. Le arenarie sono ben stratificate (da 10 cm a più di 60 cm), a granulometria da medio-fine a medio-grossolana, talvolta con spesse lenti ghiaioso-sabbiose (corpo di Carassai), con contatto inferiore netto ed erosivo; evidente la gradazione. Le peliti, siltose, sono in strati da 5 cm a 20 cm ca.



**STRALCIO ESTRATTO DA**  
**CARTA GEOLOGICA DELLA SUCCESSIONE PLEISTOCENICA TRA I FIUMI**  
**METAURO E TESINO**  
**T. Nanni, E. Pennacchioni, M. L. Rainone**



Fig. 4 Carta litologica del Pleistocene marchigiano