

INDICE

- Premessa.....	2
1 - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	4
2 - METODOLOGIA DI STUDIO.....	5
3 - CARATTERI GEOLITOLOGICI.....	6
4 - CARATTERI MORFOLOGICI	12
5 - CARATTERI TETTONICO-STRUTTURALI E SISMICI	16
6 - CARATTERI SEDIMENTOLOGICI	19
6.1 - Dati perizia Geoproject	19
7 - CONCLUSIONI.....	20

ALLEGATI

- *Stralcio Carta Geologica della Calabria scala 1:25.000(stralcio I.G.M.-Capo Dell'Armi e Melito Porto Salvo)*
- *Atlante delle Spiagge Italiane, stralcio, scala 1:100.000*
- *Carta dell'evoluzione della linea di riva (stralcio P.A.I., Tav. 12.1.6 1:50.000)*
- *Foto aerea con ubicazione dei campioni utilizzati per i dati sedimentologici*
- *INDAGINI PRELIMINARI SVOLTE PRESSO IL PORTO DI SALINE JONICHE (RC):
RELAZIONE TECNICA, ALLEGATO B, ALLEGATO C, ALLEGATO D (REDATTI DA
GEOPROJECT S.R.L.)*

RELAZIONE GEOLOGICA

- PREMESSA

Il Settore 13 Difesa Del Suolo e Salvaguardia Delle Coste della Città Metropolitana di Reggio Calabria intende procedere alla realizzazione di un progetto di "INTERVENTI DI DIFESA COSTIERA SUL TRATTO DI LITORALE DA SALINE JONICHE DEL COMUNE MONTEBELLO JONICO ALLA LOCALITA' LAZZARO DEL COMUNE DI MOTTA SAN GIOVANNI (RC)", finalizzato alla messa in sicurezza del tratto di litorale, soggetto già da tempo a fenomeni di erosione costiera molto accentuata.

Infatti il settore costiero in esame presenta condizioni di notevole squilibrio, attribuibili sia a cause naturali (azione erosiva del moto ondoso incidente, correnti litoranee, ecc.) sia a cause antropiche (raddoppio della ferrovia Reggio Calabria-Melito Porto Salvo, mancanza di controlli nell'urbanizzazione, localizzazione del molo foraneo del porto di Saline Joniche ecc.), nonché alla mancanza di apporto di materiale solido da parte delle fiumare presenti nel territorio in cui rientra l'area in esame.

Inoltre, le fiumare e i torrenti presenti nel territorio in cui si colloca l'area in esame risultano imbrigliati per diversi tratti del loro corso e, pertanto, il materiale eroso dai settori più interni non giunge più al litorale in quantità sufficienti (se non annullate del tutto) a compensare l'erosione litoranea naturale.

A parziale recupero delle zone litoranee maggiormente esposte all'azione del moto ondoso è necessario programmare e realizzare, in modo periodico, interventi di manutenzione, ripristino delle opere di difesa costiera e di ripascimento.

Nel caso specifico, il progetto delle opere è finalizzato a proteggere un tratto di costa attualmente oggetto di erosione costiera che minaccia la stabilità delle opere infrastrutturali presenti (Ferrovia), attività imprenditoriali basate sul turismo e insediamenti abitativi.

1 – DESCRIZIONE DEL PROGETTO E ASPETTI TECNICI

Gli interventi consistono in rifioritura di pennelli e barriere esistenti e ripascimento, in particolare da:

Interventi zona I Lazzaro:

- area A (lungomare Cicerone): ripascimento e salpamento massi;
- area B (tratto S. Vincenzo-Saetta): salpamento massi, rifioritura scogliera radente;
- area C (lungomare Ottaviano Augusto): salpamento massi e ripascimento.

Interventi zona II Saline:

- intervento area A (Molaro I e Molaro II): ripascimento e salpamento massi;
- intervento area B (Pantanello): spianamento – livellamento sabbia e salpamento massi.

La rifioritura dei pennelli esistenti avverrà attraverso il ricollocamento in opera di materiale di recupero e di scogli di 3^a categoria di natura calcarea o vulcanica, provenienti da cave idonee. Il ripascimento con materiale di recupero proveniente da zone di sovra-sedimentazione litoranea, come ad esempio i materiali presenti nel porto di Saline J e nell'arenile di zone di sovra-sedimentazione litoranee.

Tale tipologia di interventi consente un avanzamento della linea di battigia mediante la ricostituzione della spiaggia emersa e della più consistente spiaggia sommersa, aumenta l'azione di difesa del litorale e consente una più immediata fruizione dell'arenile.

A completamento del progetto è stata redatta la presente relazione, con lo scopo di definire i seguenti elementi:

- la situazione litostratigrafica locale, l'origine e natura dei litotipi, il loro stato di alterazione e la loro degradabilità;
- i lineamenti geomorfologici della zona, nonché gli eventuali processi morfologici ed i dissesti in atto o potenziali;
- i caratteri geostrutturali generali, la geometria e le caratteristiche delle superfici di discontinuità;
- le caratteristiche sedimentologiche dei litotipi presenti nell'area in esame.

1 - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.

Il litorale interessato dagli interventi in progetto in esame si colloca nel settore sud-occidentale della provincia di Reggio Calabria, nel tratto dalla località Saline Joniche, in territorio comunale di Montebello Jonico, alla località Lazzaro nel Comune di Motta Sana Giovanni.

Cartograficamente l'area d'intervento rientra nei seguenti Fogli della Carta d'Italia 1:25.000 edita dall'I.G.M.:

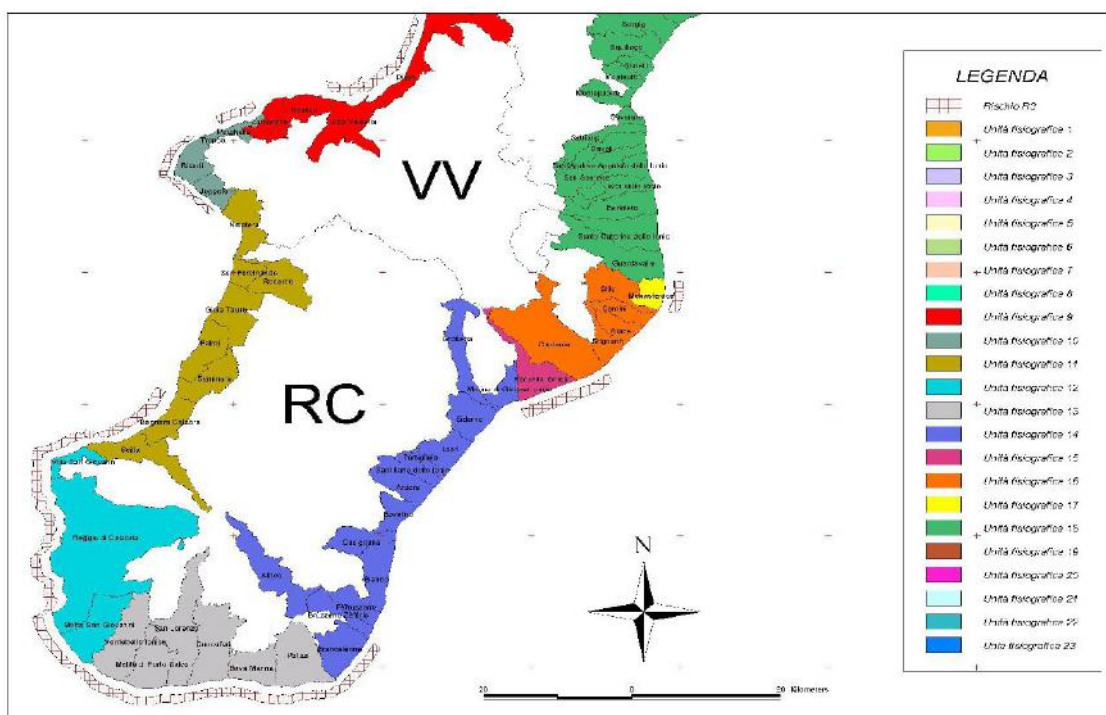
- Foglio 263, IV quadrante, tavoletta N.E. – Capo dell'Armi.

- Foglio 263 I quadrante, tavoletta N.O. - Melito Porto Salvo.

Per una individuazione più precisa e immediata del settore d'intervento e del suo territorio di appartenenza si rimanda alle planimetrie allegate al progetto e alla stralcio della Carta Geologica 1:25.0000 allegata alla presente relazione.

Le unità fisiografiche di appartenenza delle aree interessate dal progetto in esame sono l'Unità Fisiografica 12, indicata con il colore azzurro chiaro e l'Unità Fisiografica 13, indicata con il colore grigio nella figura seguente:

Occorre precisare che i settori di costa interessati dal progetto in esame sono classificati come aree a rischio R3 (rischio elevato per erosione costiera); pertanto, la progettazione di interventi di



salvaguardia deve avvenire nel rispetto delle "Norme di Attuazione e Misure di Salvaguardia" (N.A.M.S.) del P.A.I., redatte dall'A.B.R. della Calabria e attualmente in via di aggiornamento.

2 - METODOLOGIA DI STUDIO

I dati qui riportati riguardanti i caratteri geolitologici della zona interessata dal progetto sono stati ricavati attraverso il rilevamento geologico di superficie, supportato da una ricerca cartografica e bibliografica.

Per la caratterizzazione granulometrica dei sedimenti e le caratteristiche generali del settore costiero in esame si é fatto riferimento ai seguenti dati:

- **Indagini svolte dalla "Geoproject S.r.l."**
- **Atlante delle Spiagge Italiane**
- **Dati OKEANOS**

I dati provenienti da uno studio precedentemente eseguito, su incarico di questo Settore 13, dalla società *Geoproject S.r.l.* (servizi per la geologia e geofisica, G.I.S., ambiente e qualità, con sede legale a Marano di Napoli) nel periodo ottobre 2010, sui sedimenti prelevati dall'arenile in un tratto che va dalla località di Saline Joniche alla località localit  Torrente Molaro si ritengono qui integralmente richiamati.

La perizia redatta dalla societ  di servizi suddetta contiene le analisi delle caratteristiche granulometriche, chimiche, fisiche, microbiologiche ed ecotossicologiche dei sedimenti provenienti dal porto di Saline Joniche che sono state gi  precedentemente utilizzate per il ripascimento di un tratto di litorale antistante l'abitato di Saline J., adiacente all'area in esame.

Inoltre la consultazione dei dati OKEANOS e dell'Atlante delle Spiagge Italiane ha consentito di verificare che il trasporto solido supposto per le due aree costiere in esame sia avvenuto da Sud-Est; pertanto le spiagge della localit  Saline Joniche e Lazzaro sono state certamente alimentata dai sedimenti provenienti anche dai corsi d'acqua situati a Sud-Est ed Est (Fiumara Molaro I, F.ra di Montebello, F.ra

di Annà, F.ra di Melito, F.ra Amendolea; v. stralcio Atlante delle Spiagge Italiane allegato) che, in un periodo di tempo non molto remoto, prima che venissero effettuate le opere di sistemazione idraulica delle stesse, ancora contribuivano con il loro trasporto solido al ripascimento naturale delle spiagge .

Inoltre, è stata fatta richiesta all'A.R.P.A.Cal., Dipartimento Provinciale (note prot. n. 340790 del 02/02/2013 e prot. n.139668 del 02/05/2013), per la verifica preliminare di compatibilità (attraverso la caratterizzazione sedimentologica e la classificazione ambientale secondo la normativa vigente in materia) dei sedimenti del Porto di Saline Joniche, da utilizzare per il ripascimento di alcuni tratti di costa soggetti a erosione, tra cui rientrano anche quelli in esame.

Le analisi dell'A.R.P.A.Cal. hanno dato un'ulteriore conferma alla verifica di compatibilità che, peraltro, già si supposeva.

3 – CARATTERI GEOLITOLGICI

Nel tratto di litorale che comprende le due aree interessate dal progetto in questione, la serie stratigrafica è caratterizzata da una successione sedimentaria mio-pliocenica poggiante su un complesso basale cristallino-metamorfico (che la Carta Geologica della Calabria riferisce al Paleozoico), che costituisce l'ossatura del massiccio dell'Aspromonte, ma non affiora nell'area studiata, all'interno della quale, invece, oltre ai terreni mio-pliocenici, vengono a giorno soltanto modeste coperture di sedimenti olocenici.

La successione lito-stratigrafica completa è riportata nello stralcio della Carta Geologica 1:25.000 allegata alla presente relazione; qui di seguito si descrivono solo le formazioni che interessano direttamente le aree di progetto. Le sigle fra parentesi sono quelle riportate nella Carta Geologica della Calabria edita dall'I.G.M.

A partire dalla formazione più antica e procedendo verso la più recente abbiamo:

– **Calcari arenacei e arenarie a cemento calcareo** (M^{c-ar}_2 , Miocene Medio)

Affiorano nei settori corrispondenti allo sperone roccioso denominato Capo dell'Armi, nella zona occupata dal Faro sino al Rione Branca, a monte della vecchia Strada Statale N° 106. Tale formazione è stata utilizzata in tempi recenti per reperire blocchi da depositare lungo i tratti di litorale che più hanno risentito dell'azione erosiva del mare, come nel tratto di litorale oggetto degli interventi in questione.

Si tratta di una formazione sedimentaria di origine marina, riferita dalla Carta Geologica della Calabria al Miocene Medio, costituita da *Calcari arenacei, Calcareniti ed arenarie a cemento calcareo* di colore biancastro, grigio all'alterazione, con tracce di stratificazione incrociata particolarmente evidenti solo verso il tetto della formazione dove prevalgono le arenarie. Nella zona basale, invece, si osserva una stratificazione a banchi, che contraddistingue la parte più calcarea della formazione.

Va ancora evidenziato che localmente possono presentarsi passaggi conglomeratici, caratterizzandosi per la presenza di ciottoli igneo- metamorfici di dimensioni centimetriche, più raramente decimetriche, e spesso di colore scuro, tenuti insieme da un forte cemento carbonatico.

Il complesso è dotato di una buona resistenza all'erosione ma, a causa della rigidità dei litotipi, si mostra spesso con litoclasti e fratture, la qual cosa favorisce il distacco di blocchi lungo le fasce perimetrali e più ripide degli affioramenti. Ciò, in effetti, è molto visibile nelle aree più esterne degli affioramenti dove si osservano varie zone intensamente fratturate, con assetto verticale o sub verticale, talora riempite di materiale eluviale.

In alcuni settori degli affioramenti è stato osservato che i piani di stratificazione sono piuttosto distanziati tra loro e danno origine a grossi banchi di spessore metrico o anche superiore, che si anastomizzarono in maniera quasi ortogonale con le litoclasti, componendo un vero e proprio ammasso roccioso costituito da grossi blocchi prismatici giustapposti. Localmente, soprattutto verso la base, il calcare diviene conglomeratico.

Tali litotipi, essendo dotati di consistenza lapidea e possedendo buone doti di resistenza meccanica, sono stati oggetto di attività estrattiva (usati anche come

pietra ornamentale), prelevati da una cava situata più a Nord dell'area in esame, nel Comune di Motta San Giovanni.

L'elevata qualità della roccia, è determinata dal fatto che i piani di fratturazione non sono disposti casualmente bensì secondo due direzioni che, anastomizzandosi in maniera ortogonale, danno origine a grossi blocchi lapidei in forma di parallelepipedi, e ne facilitano la separazione agendo appunto lungo tali direzioni.

Talora i piani di fratturazione possono essere ri-cementati, ma più spesso sono riempiti da materiali eluvio-colluviali di colore bruno.

Il complesso presenta una resistenza all'erosione piuttosto elevata e permeabilità da media a elevata.

I "**Depositi alluvionali stabilizzati**" (af, Olocene) occupano la ristretta pianura costiera retrostante la spiaggia emersa, a partire dalla linea ferroviaria, fino alla base dei modesti rilievi collinari dell'immediato entroterra.

– **Depositi di litorale e alluvioni mobili dei letti fluviali** (ac, Olocene).

La formazione occupa la fascia costiera e gli alvei attivi dei torrenti e delle fiumare. E' costituita da sedimenti incoerenti, in cui i componenti principali sono rappresentati da ciottoli, ghiaie e, in maniera meno preponderante, da sabbie. La frazione granulometrica grossolana è di natura cristallino-metamorfica: deriva, infatti, dall'erosione dei litotipi presenti nell'entroterra, che costituiscono il basamento comprendente formazioni di natura ignea (graniti) e metamorfica (scisti biotitici e filladici).

Per quanto riguarda la giacitura, i *Depositi di litorale* non presentano piani di stratificazione ben definiti; tuttavia, i sedimenti ciottolosi e sabbioso-ghiaiosi che costituiscono la spiaggia emersa, presentano una giacitura sub-orizzontale, che prosegue in direzione perpendicolare alla locale linea di costa.

Inoltre, i depositi di litorale in esame, essendo sedimenti di neo-formazione, non sono diagenizzati, pertanto si presentano ancora allo stato incoerente, sono molto permeabili e poco addensati. Conseguentemente sono facilmente soggetti

all'erosione degli agenti eso-geodinamici e, principalmente, all'azione di trasporto e rimaneggiamento delle correnti marine. Queste ultime determinano una continua trasformazione morfologica del litorale, sia nei tratti sommersi sia in quelli emersi, attraverso i meccanismi di redistribuzione dei sedimenti e di asportazione dal fondo.

Negli ultimi decenni, a causa dei continui fenomeni di erosione da parte del moto ondoso, notevoli quantità di depositi di litorale che prima occupavano tutta la spiaggia emersa sono stati asportati; infatti, dai rilievi effettuati di recente è stato osservato che in alcuni settori del litorale (sia della spiaggia sommersa che della spiaggia emersa) sono venuti a giorno depositi clastici, costituiti da brecce e conglomerati eterogenei di varia natura (calcarea, ignea e metamorfica), da debolmente cementati a cementati, riconducibili alla formazione delle "Ghiaie di Messina" (p^{cl-s}_3), Conglomerati ghiaiosi e sabbie micacee, Pliocene superiore) come sopra detto.

Ghiaie di Messina .

La formazione affiora lungo le pendici dei versanti che raccordano le sommità dei rilievi collinari (situati immediatamente ad Nord del litorale in esame) con le zone sottostanti della pianura alluvionale e costiera.

Lungo la fascia costiera dell'area dello Stretto, sia sul settore calabrese che su quello siciliano, affiorano notevoli volumi di sedimenti conglomeratico-sabbiosi, poggiati in discordanza su diversi termini del substrato e sul basamento.

Questi depositi clastici, attribuiti alla Formazione delle "***Ghiaie di Messina***" (ed interpretati come il prodotto di antichi apparati fluvio-deltizi, alimentati dai rilievi aspromontani), si sono sviluppati durante le fasi di sollevamento dell'area. In effetti essi sono riferibili a sistemi fluvio-torrentizi indipendenti, a volte coalescenti, con rapporti di contatto basale e sviluppo verticale differenti a seconda delle diverse condizioni locali in cui essi si sono accresciuti.

Apparati analoghi, con l'originaria geometria ancora perfettamente conservata, sono riconoscibili anche nelle aree sommerse e sono stati messi in evidenza sia da linee sismiche che

da dati di perforazione. Tuttavia i dati disponibili non sono sufficienti a stabilire se gli apparati sommersi siano duplicati tettonici, ribassati da faglie normali, di quelli affioranti a terra o piuttosto sistemi deposizionali più recenti incastrati a quote inferiori.

Nell'area dello Stretto di Messina i depositi conglomeratici affioranti costituiscono la successione tipo delle ghiaie e sabbie di Messina, nota anche come "*Formazione di Messina*"

Originariamente riferita al Calabriano (GIGNOUX, 1913; JACDBBACCI et alii, 1961), è stata considerata da ASCENZI & SEGRE (1971), OGNIBEN (1974), BONFIGLIO (1974), ATZORI et alii (1978), DI GERONIMO et alii (1978), DUMAS et alii (1978), GHISETTI (1979), BONFIGLIO & VIOLANTI (1983) e ATZORI et alii (1983), discordante e trasgressiva sul substrato, ed ascritta in modo dubitativo al Pleistocene inferiore-medio.

SELLI (1978) attribuisce la formazione ad un ambiente deltizio alimentato dalle fiumare e la divide in una fascia deltizia marina ed una deltizia continentale, complessivamente di età infrapleistocenica.

SAURET (1980) e BARRIER (1984) la considerano come una "*facies deltizia*", regressiva e diacrona a progradazione centripeta verso l'asse dello Stretto, generata dall'accelerazione del sollevamento dell'entroterra cristallino. Questi Autori assegnano i depositi ubicati in posizione più esterna, e quindi più vicini all'attuale Stretto, al Pleistocene superiore-Olocene.

BONFIGLIO & VIOLANTI (1983) distinguono una facies inferiore di delta marino, di colore grigiastro, ed una superiore di delta continentale, di colore rossastro.

BARRIER (1987) attribuisce la formazione ad un sistema di tipo "*Gilbert fan delta*" e riconosce un "*bottomset*" costituito da argille epibatiali e da sabbie a *Chlamys septemradiata*, un "*foreset*" dato da ghiaie clinostratificate, e un "*topset*" formato da depositi terrazzati eutirreniani.

Secondo CATALANO & CINQUE (1995) i livelli inferiori sono dislocati dalle faglie del versante siciliano dello Stretto, mentre quelli apicali in facies continentale sicuramente suturano le faglie poste al bordo della dorsale peloritana; gli Autori, pertanto, individuano anche una discordanza all'interno della formazione.

Nel settore ionico, su entrambi i lati dello Stretto, la formazione affiora con continuità e potenza, ed è caratterizzata da clino-stratificazione ad alto angolo, con valori medi di inclinazione di 20°-25° verso lo Stretto, via via più bassi nella parte alta.

Sono costituite principalmente da ciottoli eterometrici e poligenici, arrotondati, in matrice ghia-

ioso-sabbiosa. I ciottoli che le compongono hanno, litologicamente, una composizione riferibile a rocce granitoidi, leucograniti ed apliti più raramente a paraderivati e scisti. Presentano, quasi sempre, una tessitura **clast-supported** una stratificazione più o meno evidente dovuta a classazione e/o embriciatura dei ciottoli ed alla presenza di sottili intercalazioni prevalentemente sabbiose.

Talora sono presenti livelli sabbiosi di potenza maggiore, generalmente da 3-5 m, talora anche superiore: si tratta di sabbie grossolane di colore grigio chiaro-giallastro con scarsi ciottoli centimetrici che sottolineano la stratificazione e /o laminazione incrociata anche a grande scala (decimetrico-metrica).

La formazione in esame risulta stratificata, talvolta a cross-bedding, con immersione prevalente verso l'attuale linea di costa, e ciò lascia presumere l'esistenza di una clino-stratificazione originaria, a testimoniare la sua deposizione in conoidi sottomarine rivolte verso lo Stretto di Messina.

In sintesi, nella tabella di seguito indicata sono riportati i litotipi appartenenti alle formazioni geologiche sopra descritte:

Località	Zona	Ubicazione	Litotipi	Fotografia indicata nella relazione tecnico-illustrativa
LAZZARO	A	Lungomare Cicerone	- Conglomerati e sabbie micacee (Ghiaie di Messina) - Depositi di litorale (sabbie, ghiaie e ciottoli) - Blocchi alloctoni, di natura calcarenitica	Da 1 a 5
	B	San Vincenzo - Saetta	- Depositi di litorale (sabbie, ghiaie e ciottoli) - Blocchi alloctoni, di natura calcarenitica	Da 15 a 17
	C	Lungomare Ottaviano Augusto	- Depositi di litorale (sabbie, ghiaie e ciottoli) - Blocchi alloctoni di natura calcarenitica	Da 18 a 25
SALINE	A		- Depositi di litorale (sabbie, ghiaie e ciottoli) - Blocchi alloctoni di natura calcarenitica	Da 1 a 4
	B		- Depositi di litorale (sabbie, ghiaie e ciottoli) - Blocchi alloctoni di natura calcarenitica	

4 - CARATTERI MORFOLOGICI

Il territorio in cui si colloca l'area in esame è caratterizzato dalla presenza di una fascia costiera che si sviluppa con andamento prevalente in direzione Nord-Ovest/Sud-Est, pianeggiante; l'unica interruzione nella continuità dello sviluppo costiero è rappresentato dalla falesia denominata Capo dell'Armi, in cui affiorano litotipi lapidei. Procedendo verso Est, invece, la morfologia è più articolata per la presenza delle terminazioni meridionali dei rilievi collinari.

La presenza di questi morfotipi è probabilmente ascrivibile alla concomitanza e alla sovrapposizione di più fattori sia di natura esogena che endogena. Infatti, non è credibile che l'intensa azione di dilavamento e, successivamente, di deposizione esercitata dagli agenti idrometeorici in tutta l'area, possa essere l'unico fattore morfogenetico responsabile delle forme del paesaggio attuale.

Del resto, la consultazione della cartografia ufficiale ha evidenziato la presenza di più faglie a direzione prevalente NE-SO interrotte da faglie a sviluppo NO-SE ed Est-Ovest che, probabilmente, durante le fasi di sollevamento plio-pleistocenico hanno provocato lo smembramento della serie miocenica, con la formazione di alti e bassi strutturali; i primi, corrispondenti agli attuali rilievi, sono stati aggrediti in maniera intensa dagli agenti idrometeorici, mentre i secondi sono stati parzialmente colmati da prodotti di soliflusso e dilavamento, depositati in effimeri bacini fluvio-palustri.

Allo stato attuale, i settori di territorio pianeggiante, interni rispetto alla spiaggia, si trovano in uno stadio di equilibrio geomorfologico, con aree in cui prevalgono i processi biochimici rispetto a quelli fisico-meccanici della degradazione, e ciò permette la formazione del suolo pedologico e l'accumulo dei prodotti eluvio-colluviali. Tali depositi mancano lungo le pendici più acclivi, caratterizzate dall'affioramento della roccia lapidea, dove i processi erosivi possono agire con maggiore intensità, anche se in parte contrastati dalla resistenza meccanica dei litotipi stessi. In questi ultimi settori, l'azione di modellamento del paesaggio è rappresentata anche dalla dinamica gravitativa che si manifesta attraverso fenomeni di distacco di materiale lapideo nelle zone a

morfologia più aspra (falesia di Capo dell'Armi), dove la presenza di fratture variamente disposte contribuisce al peggioramento delle proprietà geomeccaniche della roccia e al conseguente crollo dei blocchi isolati dal resto della massa rocciosa.

La zona occupata dalla spiaggia, essendo sempre soggetta alle frequenti mareggiate che si susseguono con cadenza annuale, è rimodellata e trasformata di continuo.

Nell'ambito del settore di litorale in esame (v. Cartografia allegata al progetto, stralci delle CTR Zona 1-Lazzaro e Zona 2-Saline in scala 1:10.000 e 1:5.000) la pianura costiera nella zona di Lazzaro ha un'ampiezza variabile di 5-30 metri nell'area A, di 5-10 nell'area B e di 10-40 metri nell'area C; nella zona di Saline di 10-30 m nella zona A e di 5-50 m nella zona B; procedendo verso Capo d'Armi (verso Nord-Ovest) in alcuni settori la spiaggia tende a ridursi a qualche metro o ad annullarsi del tutto, dove è presente una protezione emergente costituita da massi artificiali, a protezione del tracciato ferroviario (nuova tratta Reggio Calabria-Melito Porto Salvo). Verso Nord la fascia costiera è delimitata dalla falesia di Capo Dell'Armi, e verso Est dai rilievi collinari che rappresentano le terminazioni del massiccio aspromontano.

Le modificazioni morfologiche che hanno interessato il settore in esame sono state determinate, a partire dal Pleistocene e durante l'Olocene, dalle azioni delle correnti idrauliche che solcavano la zona: i torrenti e le fiumare, provenienti dall'entroterra, infatti, trasportavano ingenti quantità di sedimenti che erano depositati nelle aree pianeggianti limitrofe agli alvei e in quelle prossime al litorale.

Successivamente, con l'attecchimento della vegetazione, parte dei depositi alluvionali, non essendo più soggetti a mobilitazioni da parte delle correnti fluviali, si sono stabilizzati.

Ulteriori trasformazioni morfologiche sono state determinate, in tempi storici, dalle azioni antropiche, manifestatesi attraverso lo sviluppo dei centri abitati, delle infrastrutture viarie e ferroviarie ad essi connesse e, ciò che ha avuto un

notevole impatto, l'impianto della fabbrica Liquilchimica e la costruzione del Porto di Saline.

I depositi di litorale, invece, sia della spiaggia emersa sia di quella sommersa, hanno subito gli effetti del rimaneggiamento da parte delle correnti marine, con ridistribuzioni continue lungo la costa attraverso asportazioni da alcuni settori e sedimentazione in altri (come ad esempio nel settore interessato dal porto di Saline Joniche, situato a Sud-Est delle aree d'intervento).

Il settore di litorale in esame è, infatti, riportato nella carta relativa alla "Perimetrazione delle aree a rischio di erosione costiera – scala 1:10.000 (redatta dall'Autorità di Bacino della Regione Calabria, nell'ambito della definizione del Piano di Assetto Idrogeologico), in cui è indicata, oltre alle aree soggette a rischio di erosione, anche l'evoluzione della linea di riva. Sulla base del confronto fra i dati relativi al periodo compreso fra il 1954 e il 1988 il tratto di litorale fra Saline , la Fiumara Molaro I e Capo Dell'Armi risulta in erosione, come pure il tratto di Lazzaro.

La linea di riva, pertanto, ha subito e continua a mostrare notevoli modificazioni, talora anche rapide nel tempo. Infatti, nei settori in erosione (aree in rosso della carta PAI, allegata al progetto), la linea di riva mostra una spiccata tendenza all'arretramento, legata a fattori naturali, rappresentati dai fenomeni erosivi generati dalle correnti marine. Le uniche zone in cui si verifica l'avanzamento della linea di riva sono quelle in corrispondenza del porto di Saline Joniche, dovuto principalmente a fattori antropici, a seguito della realizzazione del porto che ha modificato il regime litoraneo delle correnti.

Si evidenzia che nella fascia costiera in esame, la concomitante presenza di centri abitati in settori caratterizzati da forte erosione ha condotto l'Autorità di Bacino Regionale della Calabria a classificare i suddetti settori come aree a rischio elevato R3 ("*R3 – rischio elevato: quando esiste la possibilità di danni a persone o beni; danni funzionali ad edifici ed infrastrutture che ne comportino l'inagibilità, interruzione di attività socio-economiche*"). Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico - Norme di attuazione e misure di salvaguardia, Parte II, art. 8 comma 5).

Per quanto riguarda l'apporto solido, inoltre, non è da trascurare anche la riduzione nel tempo del contributo da parte dei torrenti e delle fiumare presenti nella zona, sia a causa delle variazioni del regime idraulico, conseguenti ai cambiamenti nel regime pluviometrico, sia a seguito di interventi antropici, quali il prelievo dagli alvei dei torrenti di sedimenti per l'utilizzo come inerti, la realizzazione di manufatti finalizzati alla regimazione delle portate idriche, attraverso opere sia spondali sia nell'alveo. Nel caso in esame, gli elementi idrografici che interessano più da vicino le aree d'intervento sono la Fiumara Molaro I e Molaro II, la Fiumara San Vincenzo; la Fiumara di Lazzaro ed un ulteriore corso d'acqua secondario privo di nome (v. cartografia allegata al progetto).

5 - CARATTERI TETTONICO-STRUTTURALI E SISMICI

Il territorio in esame rientra, dal punto di vista tettonico-strutturale, nell'Arco Calabro-Peloritano. Gli elementi che lo caratterizzano sono rappresentati dai sistemi di faglie longitudinali e trasversali, originatisi durante l'ultima fase tettonica di tipo distensivo, iniziata nel Pleistocene. Tali strutture tettoniche hanno determinato la segmentazione a blocchi dell'Arco stesso e sono distinguibili in due gruppi principali; uno è dato dai sistemi longitudinali, ovvero paralleli alle direttrici strutturali della catena, che seguono la curvatura dell'arco, passando da direzioni N-S a direzioni NE-SW ed E-W, e l'altro dai sistemi trasversali che interrompono invece la continuità della catena, delimitando delle strutture di affondamento, in corrispondenza delle quali si opera la curvatura dell'arco. Questi sistemi passano da direzioni ENE-WSW.

L'insieme dei blocchi oltre ad essere troncato in corrispondenza del suo lato occidentale, nella fattispecie dalla Fossa dello Stretto di Messina, è interessato da numerose faglie longitudinali, dove determinano il sollevamento della struttura cristallina Aspromonte-Serre.

I nuclei centrali delle Serre e dell'Aspromonte costituivano, sin all'inizio del Pliocene inferiore, delle zone emerse, con sviluppo di facies sempre più costiere verso le zone più interne, dove la sedimentazione post-orogena è rappresentata solo da depositi tortoniano-messiniani.

Ai fenomeni tettonici va collegata anche la risalita di magmi acidi, di tipo granitico e grano-dioritico che, agendo in concomitanza con i movimenti dell'intera zolla calabro-peloritana, hanno prodotto fenomeni di metamorfismo e approfondito la fagliatura delle masse litoidi profonde, causa principale dell'intensa sismicità della regione.

Al sollevamento della dorsale appenninica interna si contrapponevano gli imponenti fenomeni erosivi dell'entroterra, e la deposizione dei materiali su quelle antiche zone di sedimentazione che oggi costituiscono le aree sommitali dei terrazzi morfologici. Dopo il sollevamento di questi ultimi ed il contemporaneo approfondimento delle valli fluviali, la sedimentazione ha condotto alla formazione delle pianure attuali (alluvionale e costiera).

In questa fase si è verificata l'espansione della foce dei fiumi verso il mare aperto e il contemporaneo avanzamento della linea di spiaggia nella stessa direzione.

All'interno dell'ambito d'interesse, la Carta Geologica della Calabria (Foglio 263, IV quadrante, tavoletta N.E. – Capo Dell'Armi, Foglio 263, I quadrante N.O. - Melito di Porto Salvo della Carta d'Italia 1:25.000 edita dall'I.G.M) indica la presenza di faglie, sia certe che probabili, in corrispondenza dei rilievi collinari dell'immediato entroterra ma a distanza sufficiente dalle aree in esame; tali strutture, per l'assenza di movimenti relativi nel Quaternario, non sono considerate più attive. Comunque, costituiscono sempre delle discontinuità nel terreno e quindi elementi sismo-propagatori in grado di alterare, attraverso rifrazioni e riflessioni di onde sismiche, la risposta sismica locale.

Inoltre, studi più recenti segnalano la presenza di movimenti gravitativi profondi che interessano il territorio adiacente a quello in cui rientra il tratto di costa in località Saline J., che interessa una vasta area che dalla Fiumara Molaro I si estende verso Sud, comprendendo sia l'abitato di Saline e la Fiumara S. Elia ("Carta delle grandi frane e delle deformazioni profonde di versante della Calabria 1:250.000 – Marino Sorriso Valvo – C.N.R. I.R.P.I. – Rende Cosenza).

Inoltre, lo studio geomorfologico redatto per il Piano Regolatore Generale del Comune di Montebello Jonico indica la presenza di fenditure del terreno, nel settore compreso fra la Fiumara Molaro I, l'abitato di Saline e la località Pantano. L'andamento di queste fenditure è arcuato nel settore interno rispetto alla costa e si sviluppa in direzione Nord/Nord-Est nella zona della Fiumara Molaro I, mentre è

parallelo e sub-parallelo alla costa nei settori prossimi alla costa stessa (abitato di Saline).

Per l'insieme dei suddetti dati, più ancora che per classificazione giuridica, l'area in esame va considerata ad elevato rischio sismico, con possibilità che si verifichino terremoti di magnitudo elevatissima. Del resto, fenomeni di tipo catastrofico si sono succeduti con una certa frequenza in quest'area; basti ricordare il terremoto del 1783 e quello più recente del 1908, entrambi di intensità sismiche massime di Magnitudo 7.5-8.0

In conclusione, si può affermare che l'insieme dei fattori geologici, geomorfologici e geo-litologici descritti in precedenza comporta l'esistenza e l'interazione di aspetti geostrutturali derivanti dalla tettonica regionale.

Già da una prima analisi delle peculiarità del settore in cui rientra l'area in esame si possono trarre alcune considerazioni:

- La successione sedimentaria miocenica è interessata da numerose faglie dirette, molte delle quali tendono a disporsi con allineamento preferenziale NE-SO ma sono presenti anche altri sistemi con significative variazioni in senso NO-SE ed Est-Ovest, producendo nelle porzioni esterne degli affioramenti calcarenitici elementi che si presentano sotto forma di corpi isolati. L'assetto strutturale generale dell'area, quindi, può essere ascrivibile ad una tettonica distensiva post-orogena, anche se localmente, ma fuori dell'area in esame, alcune forme possono essere interpretate come l'evoluzione di un movimento gravitativo profondo di versante innescatosi lungo preesistenti discontinuità litostratigrafiche e tettoniche;
- La serie miocenica, la cui continuità spaziale è interrotta dalle dislocazioni tettoniche, mostra un andamento giaciturale immergente verso Sud-Ovest con inclinazione di 30°. Ciò comporta che i piani di stratificazione abbiano un andamento a franapoggio meno inclinato del pendio e, pertanto, si crea una condizione tale da favorire i fenomeni di distacco dei blocchi lapidei già parzialmente isolati. Infatti, i giunti di strato, anche quando sono poco appariscenti, se si associano alle litoclasti e alle frequenti fratture subverticali

che attraversano la formazione, tendono a scomporla in blocchi grossolanamente parallelepipedi. Lungo le pareti verticali di tali geostrutture sono agevolate le azioni degli agenti atmosferici per cui i blocchi tendono lentamente a distaccarsi e ad isolarsi dal resto dell'ammasso per fenomeni di espansione laterale.

Se ne deduce, quindi, che all'interno della formazione lapidea le implicazioni di carattere strutturale hanno scarsa importanza, mentre sulle aree marginali degli affioramenti possono generare problemi di equilibrio geostatico.

6 - CARATTERI SEDIMENTOLOGICI

6.1 - Dati perizia *Geoproject*

I campioni di sedimenti che si considerano analoghi a quelli presenti sul tratto di costa in località Saline J., sono quelli indicati con le sigle S11T, S12T (spiaggia di Saline Joniche) nella perizia redatta dalla Geoproject S.r.l., la cui ubicazione è indicata nell'elaborato specifico (ALLEGATO B) che si allega alla presente relazione.

I certificati delle prove di laboratorio chimico sono riportati nell'ALLEGATO C, mentre i certificati delle prove di laboratorio geotecnico sono riportati nell'ALLEGATO D.

L'ubicazione dei campioni di sedimenti a terra e in mare sono indicati nell'elaborato specifico, allegato alla presente relazione.

La perizia redatta dalla società di servizi suddetta contiene le analisi delle caratteristiche granulometriche, chimiche, fisiche, microbiologiche ed ecotossicologiche dei sedimenti provenienti dal porto di Saline Joniche e che sono stati già utilizzati in precedenza per il ripascimento di un tratto di litorale antistante l'abitato di Saline J., adiacente all'area in esame.

Sono state effettuate, inoltre, analisi macroscopiche dei sedimenti presenti nei tratti di spiaggia di Saline J. e di Lazzaro, da sottoporre a ripascimento, e confrontati con quelli presenti nel porto di Saline Joniche.

Dal punto di vista granulometrico, i sedimenti attualmente accumulati nel piazzale del porto di Saline e quelli che ostruiscono l'imboccatura del porto, sono costituiti principalmente da ghiaia e, in misura minore, da sabbia, di colore grigio chiaro, con clasti poligenici da sub-arrotondati a spigolosi, eterometrici, con presenza di minerali di natura prevalentemente quarzosa.

I materiali sommersi (indicati con la sigla SM), di colore da grigio scuro, sono costituiti sempre da ghiaie e presentano, oltre alla frazione minerale di natura quarzosa, anche una frazione bioclastica significativa (frammenti di gasteropodi e bivalvi).

I dati indicano che esiste compatibilità granulometrica fra i campioni prelevati nel porto (sia quelli a terra sia quelli a mare) con i campioni osservati sulla spiaggia in località Saline J. e di Lazzaro.

Inoltre, dai risultati delle analisi chimiche di laboratorio é emerso che nei campioni di sedimento prelevati sia nello specchio d'acqua portuale che a terra (e specificamente i campioni S6T, S7T, S8M, S12T, quelli a cui si fa riferimento nella presente relazione), nessuno degli analiti ricercati presentava concentrazioni superiori ai limiti previsti dalla normativa vigente in materia. Pertanto si ritiene possibile utilizzare parte dei materiali presenti nel porto di Saline per attività di ripascimento.

Per ulteriori dettagli si rimanda al menzionato elaborato redatto a cura della "Geoproject S.r.l."

7 - CONCLUSIONI

Dall'esame dei dati attualmente in possesso (bibliografici, cartografici e di laboratorio) si é potuto constatare che la composizione granulometrica dei materiali provenienti dal Porto di Saline é compatibile con quella dei sedimenti

presenti sulla spiaggia della località Saline e Lazzaro e potrebbero essere compatibili per i tratti di litorale interessati dal progetto in questione.

I sedimenti attualmente accumulati nel piazzale del porto di Saline e quelli che ostruiscono l'imboccatura del porto, sono costituiti principalmente da ghiaia e, in misura minore, da sabbia, di colore grigio chiaro, con clasti poligenici da sub-arrotondati a spigolosi, eterometrici, con presenza di minerali di natura prevalentemente quarzosa.

I materiali sommersi (indicati con la sigla SM seguita da un numero), di colore da grigio scuro, sono costituiti sempre da ghiaie e presentano, oltre alla frazione minerale di natura quarzosa, anche una frazione bioclastica significativa (frammenti di gasteropodi e bivalvi).

I dati indicano che esiste compatibilità granulometrica fra i campioni prelevati nel porto (sia quelli a terra sia quelli a mare) con i campioni prelevati sulla spiaggia in località Saline J.

Inoltre, dai risultati delle analisi chimiche di laboratorio é emerso che nei campioni di sedimento prelevati sia nello specchio d'acqua portuale che a terra (e specificamente i campioni S6T, S7T, S8M, S12T, quelli a cui si fa riferimento nella presente relazione), nessuno degli analiti ricercati presentava concentrazioni superiori ai limiti previsti dalla normativa vigente in materia. Pertanto si ritiene possibile utilizzare parte dei materiali presenti nel porto di Saline per attività di ripascimento.

Per ulteriori dettagli si rimanda al menzionato elaborato redatto a cura della "Geoproject S.r.l."

Il Geologo
Dott.ssa Adriana La Torre