

# PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA



## PROGETTO DEFINITIVO ALTERNATIVE AI SITI DI DEPOSITO

(Richieste CTVA del 22/12/2011 Prot. CTVA/2011/4534 e del 16/03/2012 Prot. CTVA/2012/1012)

### EUROLINK S.C.p.A.

IMPREGILO S.p.A.  
SOCIETÀ ITALIANA PER CONDOTTE D'ACQUA S.p.A.  
COOPERATIVA MURATORI E CEMENTISTI - C.M.C. DI RAVENNA SOC. COOP. A.R.L.  
SACYR S.A.U.  
ISHIKAWAJIMA - HARIMA HEAVY INDUSTRIES CO. LTD  
A.C.I. S.C.P.A. - CONSORZIO STABILE

#### IL PROGETTISTA



(Dott. Ing. F. Giordano)



Ing. E. Pagani  
Ordine Ing. Milano n°15408

IL CONTRAENTE GENERALE  
PROJECT MANAGER  
(Ing. P.P. Marcheselli)

STRETTO DI MESSINA  
Direttore Generale  
Ing. G. Fiammenghi

STRETTO DI MESSINA  
Amministratore Delegato  
Dott. P. Ciucci

Firmato digitalmente ai sensi dell' "Art.21 del D.Lgs. 82/2005"

CZV0932\_F0

Unità Funzionale COLLEGAMENTI VERSANTE SICILIA  
Tipo di sistema CANTIERI  
Raggruppamento di opere/attività RIPASCIMENTO  
Opera - tratto d'opera - parte d'opera ELEMENTI DI CARATTERE GENERALE  
Titolo del documento STUDIO GEOLOGICO

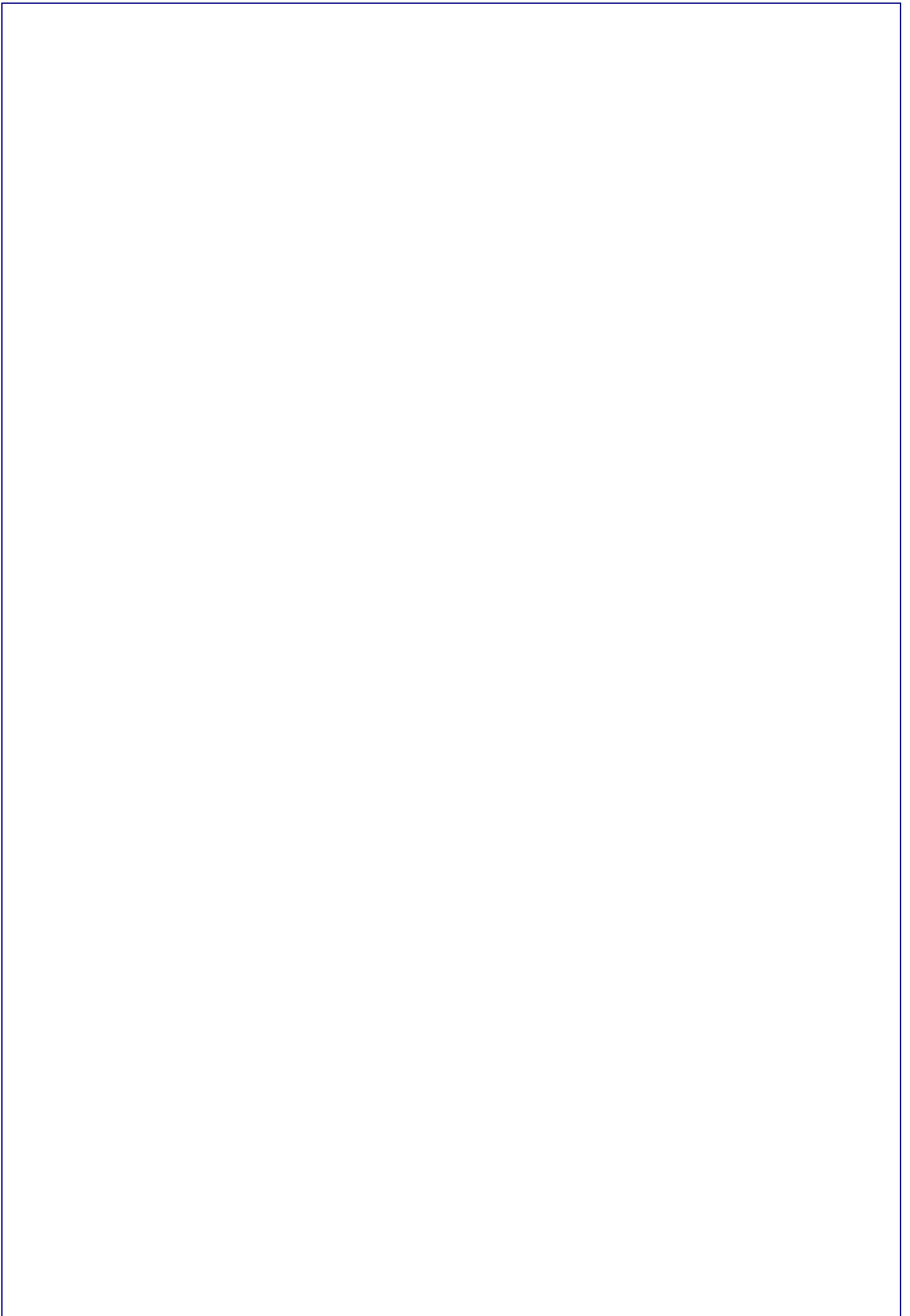
CODICE

C G 0 0 0 0 P S D V S C Z C 3 G O 0 0 0 0 0 0 1 0 F0

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
F0	31/05/2012	EMISSIONE FINALE	G. GRAZIANO	F. GIORDANO	F. GIORDANO

NOME DEL FILE: CZV0932\_F0

revisione interna: \_\_



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>STUDIO GEOLOGICO</b>		<i>Codice documento</i> CZV0932	<i>Rev</i> FO	<i>Data</i> 31/05/2012

## INDICE

INDICE .....	3
1 Premessa .....	4
2 Descrizione del litorale .....	7
3 Morfologia costiera .....	10
4 Evoluzione morfodinamica del sito .....	13
5 Evidenze sedimentologiche .....	14
6 Geologia .....	16
6.1 Alluvioni recenti (piana costiera) .....	16
6.2 Alluvioni attuali e spiagge .....	16
6.3 Altri termini litologici .....	17
7 Campagna geognostica .....	19
7.1 Precedenti indagini .....	19
7.2 Indagini dirette .....	19
7.3 Analisi petrografiche .....	25
7.4 Analisi granulometriche .....	25
7.5 Indagini geofisiche .....	26
8 Assetto idrogeologico .....	29
9 Caratterizzazione geotecnica .....	30
10 Modello sismico .....	32
11 Costruzione del pontile .....	35
12 CARATTERISTICHE DELLE TERRE DA SCAVO .....	37
13 Cave di prestito dei materiali lapidei .....	41
14 Conclusioni .....	45

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>TITOLO DEL DOCUMENTO</b>	<i>Codice documento</i> CZV0932	<i>Rev</i> FO	<i>Data</i> 31/05/2012	

## 1 Premessa

Nel contesto della progettazione definitiva dei lavori di costruzione del collegamento stabile dello Stretto di Messina, la Eurolink S.C.p.A. con sede a Roma, che raggruppa le imprese che interverranno nella realizzazione dell'opera, ha previsto che i materiali provenienti dagli scavi siano riutilizzati come terre e rocce da scavo.

La normativa vigente (art. 186 del D.Lgs. n. 152/06 e D.L. n. 4 del 16.01.2008) prevede infatti che, quando provengono da attività di scavo di terreni naturali, in cui sono assenti frammenti o frazioni di materiali inerti di origine antropica, le terre possono essere riutilizzate in contesti di recupero ambientale anche diversi da quello del cantiere da cui si originano.

La loro messa a deposito potrà avvenire ovviamente soltanto qualora esse soddisfino requisiti ben precisi, secondo quanto stabilito dal comma 1) del D.L. 4/2008, che regola appunto la disciplina delle terre e rocce da scavo.

L'idea progettuale prevede che le terre provenienti dagli scavi che saranno eseguiti nei cantieri sul versante siciliano, specificamente quelli localizzati in località Serri, zona periferica a Nord-Est della città di Messina, potranno essere utilizzate per la riqualificazione di alcuni tratti di litorale marino compresi tra i comuni di Monforte San Giorgio e di Saponara.

Nello specifico il progetto, di cui il presente elaborato fa parte integrante, interessa un ampio tratto di costa che si estende dalla foce della Fiumara Niceto ad Ovest sino a poco oltre la foce del Fiume Saponara ad Est.

Si tratta di un'area litorale che si affaccia sul Mar Tirreno per una larghezza di circa 9,00 km, interessando i territori comunali di Monforte San Giorgio, Torregrotta, Valdina, Venetico, Spadafora, Rometta e Saponara, tutti localizzati nella parte settentrionale della provincia di Messina.

Tale fascia litorale si presenta in evidente stato di degrado ambientale, in relazione non soltanto ai fenomeni di erosione, demolizione ed asportazione verso il largo dei materiali che un tempo costituivano una fascia più ampia di spiaggia sabbioso-ghiaiosa, ma anche del complessivo abbandono dei manufatti presenti, che amplificano l'evidenza complessiva dello stato di degrado e suggeriscono anche un intervento di generale riqualificazione del litorale.

L'arretramento della spiaggia da una parte, il degrado urbanistico dall'altro, hanno provocato un danno di tipo paesaggistico ed ambientale, che si è poi tradotto in un danno di natura prettamente economica, quest'ultimo principalmente a carico delle attività turistiche.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>STUDIO GEOLOGICO</b>		<i>Codice documento</i> CZV0932	<i>Rev</i> FO	<i>Data</i> 31/05/2012

Per consentire il trasporto dei materiali di scavo presso gli arenili, il progetto prevede altresì la costruzione di un pontile a mare nell'area di Villafranca Tirrena, ad Est della fascia litorale interessata dall'intervento di riqualificazione.

La società *Sigma Ingegneria*, incaricata dalla società *Eurolink S.C.p.A.* per la redazione del progetto definitivo e dello studio di impatto ambientale, ha incaricato a sua volta lo scrivente di provvedere alla stesura di uno studio geologico, geomorfologico e di dinamica costiera finalizzato all'individuazione di tali fenomeni erosivi, allo scopo di contrastarne gli effetti e prevenirne eventuali sviluppi.

In particolare la consulenza geologica richiesta, da espletare secondo quanto richiesto dall'art. 26 del D.P.R. n. 207 per quanto riguarda il progetto definitivo e dalla vigente normativa per quanto attiene allo studio di impatto ambientale, comprende (rif. nota d'incarico della Sigma Ingegneria del 07.05.2012):

- *"esecuzione di... sondaggi a carotaggio continuo.... nei siti da sottoporre a ripascimento ed uno in quello di prelievo dei materiali di scavo da utilizzare per il ripascimento e prove per la determinazione del grado di sismicità (Vs30) dei terreni interessati dalle opere in progetto;*
- *....l'identificazione delle formazioni presenti nel sito, lo studio dei tipi litologici della struttura e dei caratteri fisici del sottosuolo, definendo il modello geologico del sottosuolo e illustrando e caratterizzando gli aspetti stratigrafici, strutturali e geomorfologici, nonché il conseguente livello di pericolosità geologica;*
- *lo studio dovrà riguardare le opere di ripascimento con l'opera di presidio soffolta...;*
- *uno studio geomorfologico costiero con l'individuazione della fascia litorale, di sistemi di dune presenti e del grado di erodibilità delle formazioni costiere e impatti relativi causati dalla realizzazione delle opere in progetto;*
- *uno studio sulle cave di prestito dei materiali lapidei da utilizzare per la formazione dell'opera di presidio soffolta.*

E' stato chiesto pertanto di condurre lo studio anche ai sensi della normativa di cui al D.M. 14.01.2008, delineando l'assetto geologico generale del tratto di litorale interessato, inquadrandone gli aspetti geologico-strutturali e definendo le caratteristiche geomeccaniche dei terreni presenti.

Alla luce delle superiori richieste, il lavoro è stato dunque condotto mediante ricognizioni di superficie, integrate da una campagna geognostica mediante perforazioni a carotaggio continuo e da una ulteriore specifica indagine in chiave geosismica, per la determinazione della categoria del

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>TITOLO DEL DOCUMENTO</b>	<i>Codice documento</i> CZV0932	<i>Rev</i> FO	<i>Data</i> 31/05/2012	

terreno di fondazione sia delle scogliere che saranno realizzate a contenimento delle terre di rinascimento, sia dei pali di fondazione del pontile a mare (art. 3.2.1 del D.M. 14.01.2008).

Lo studio svolto ha consentito in definitiva di definire il modello geologico del tratto di litorale ed ha preso in esame gli sviluppi più recenti entro cui si inseriscono i fenomeni responsabili dell'arretramento della spiaggia, al fine di identificare le tipologie di intervento più idonee a mitigare il degrado della spiaggia.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>STUDIO GEOLOGICO</b>		<i>Codice documento</i> CZV0932	<i>Rev</i> FO	<i>Data</i> 31/05/2012

## 2 Descrizione del litorale

Il litorale oggetto degli interventi di riqualificazione è compreso, come si è detto, tra la foce della *Fiumara Niceto* ad Ovest e la foce del *Fiume Saponara* ad Est, lungo il margine di una vasta pianura costiera prospiciente il Mar Tirreno.

Per i riferimenti topografici esso ricade quasi interamente nel Foglio n. 588130, per una modesta porzione ad Ovest (foce della Fiumara Niceto) nel Foglio n. 587160 e per una ulteriore modesta porzione ad Est (tratto di Saponara, sino al pontile a mare) nel Foglio n. 588140 della Carta Tecnica Regionale a scala 1:10.000; quest'ultima è stata utilizzata quale cartografia di base per gli elaborati allegati.

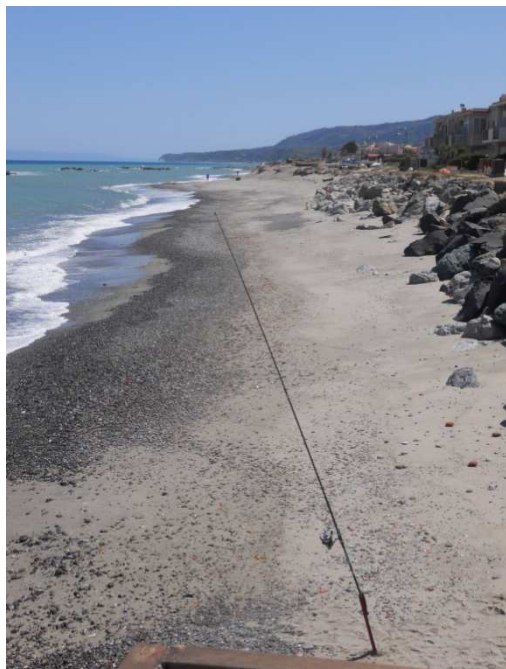
La morfologia dell'area in cui è inserito il lungo litorale oggetto di studio è pressochè pianeggiante, con debolissime pendenze verso Nord: si tratta di aree intensamente urbanizzate comprese fra la battigia, lungo la quale si sviluppano le spiagge prevalentemente sabbioso-ghiaiose ed una cortina di rilievi terrazzati a brevissima distanza da esse.

Tali rilievi, dalla sommità tabulare, sono stati spianati dall'azione di livellamento marino in fase trasgressiva durante il Quaternario, responsabile anche della formazione della piana costiera, che dal mare arriva sino a quote massime di m 50,00 – 60,00 più a Sud. I sedimenti trasportati dai principali torrenti, depositati allo sbocco delle aste vallive, sono stati distribuiti dal moto ondoso e dalle correnti marine a formare la parte di pianura alluvionale più prossima alla costa; procedendo poi verso l'entroterra la pianura alluvionale lascia il posto a forme subpianeggianti terrazzate.

Le spiagge hanno avuto uno sviluppo uniforme lungo tutta la piana costiera e sono state generate più recentemente dalla distribuzione dei sedimenti a granulometrie più grossolane, dalle sabbie medie ai ciottoli, scaricati progressivamente dalle foci dei fiumi.

La larghezza dei diversi tratti di spiaggia è variabile, con alcuni tratti molto assottigliati, di 15 metri circa di ampiezza, nel segmento ad Est della foce della *Fiumara Niceto*, a poco più di 20 metri in località Fondachello, ad oltre 100 metri sul fronte orientale di Venetico Marina prossimo alla foce del *Fiume Cocuzzaro*, sino a Spadafora dove si raggiungono i 150 metri.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>TITOLO DEL DOCUMENTO</b>	<i>Codice documento</i> CZV0932	<i>Rev</i> FO	<i>Data</i> 31/05/2012





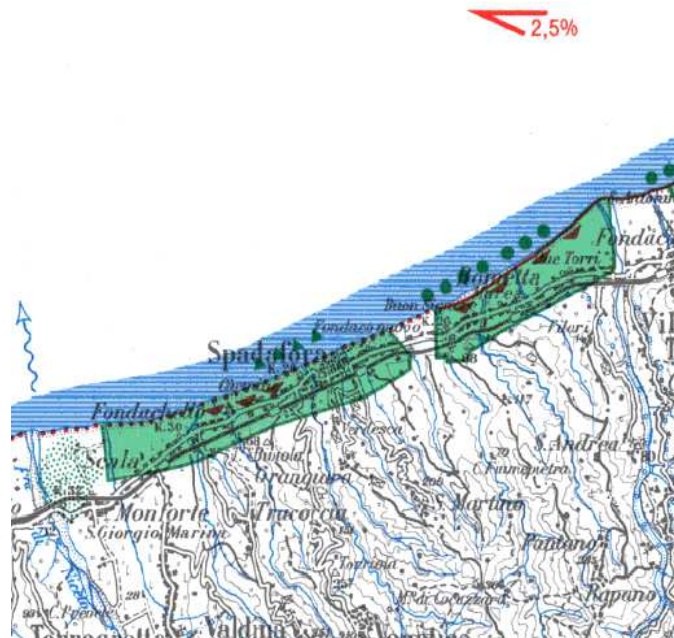
Il contorno bagnato delle spiagge non presenta alcun gradino di battente, né scarpate e cordoni che normalmente si determinano con il rilascio sedimentario dei frangenti oltre il limite di risacca.

Il suo profilo trasversale si mantiene uniforme in leggero pendio per cui l'energia dell'ondazione si dissipa per parecchi metri in profondità del profilo emerso.

Dalla consultazione dell'*Atlante delle Spiagge Italiane* edito dal CNR (1995), la spiaggia sommersa del litorale in oggetto è caratterizzata da pendenze del profilo dell'ordine del 2.5%.



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>STUDIO GEOLOGICO</b>		<i>Codice documento</i> CZV0932	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>FO</td> <td>31/05/2012</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	FO	31/05/2012
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
FO	31/05/2012						



Gli apparati di foce dei corsi d'acqua che sboccano in questo tratto di costa sono dei delta poco sviluppati, in quanto controllati dalla dominanza delle correnti marine erosive e di trasporto, che operano parallelamente alla costa uniformandola.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>TITOLO DEL DOCUMENTO</b>	<i>Codice documento</i> CZV0932	<i>Rev</i> FO	<i>Data</i> 31/05/2012

### 3 Morfologia costiera

Si analizzano di seguito le dinamiche geomorfologiche che concorrono alla formazione delle spiagge, per individuare i fattori che hanno portato questo tratto di costa ad assumere l'attuale conformazione

Il lungo litorale oggetto dell'intervento di progetto rappresenta un rilevante segmento dell'estesa unità fisiografica che dal golfo di Milazzo si spinge sino alla città di Messina.

Lungo tutto questo tratto costiero le azioni di apporto e di asporto dei sedimenti avviene secondo una risultante di direzione parallela alla linea di costa, con senso prevalente da Ovest verso Est.

Le componenti del trasporto solido utili alla dinamica del litorale si realizzano sottocosta in relazione ad una complessa serie di ragioni, che vanno dal clima di brezza, all'incidenza delle ondatazioni, alle correnti prevalenti nel bacino tirrenico, sino alla presenza limitata di una piattaforma continentale.

Nel tratto oggetto di intervento i cospicui apporti necessari all'esistenza di una spiaggia lunga e continua sono assicurati principalmente dalla *Fiumara Niceto*, subordinatamente dal *Torrente Saponara*, oltre che da diversi corsi d'acqua minori, che rappresentano i collettori di detriti provenienti dai propri bacini, tutti caratterizzati da un ciclo erosivo giovanile.

Questo principale apporto di detriti alla foce della fiumara spiega la progressiva maggiore ampiezza che la spiaggia assume man mano che si prosegue dalla stessa foce verso Venetico Marina.

Sull'intero tratto litorale è stato calcolato dal Prof. E. Foti dell'Università di Catania un apporto solido lordo di circa 1200 ton/anno.

Tuttavia nel passato tali apporti si sono depauperati, tanto da essersi resa necessaria la costruzione di numerosi cordoni trasversali, ancora oggi visibili lungo larghi tratti del litorale, allo scopo di mitigare gli effetti delle correnti trattive ed allo stesso tempo di creare delle barriere artificiali di intercettazione e di cattura dei sedimenti.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>STUDIO GEOLOGICO</b>		<i>Codice documento</i> CZV0932	<i>Rev</i> FO	<i>Data</i> 31/05/2012



Le correnti trattive presenti in superficie, al fondo ed a media profondità sono caratterizzate anch'esse con tale orientamento prevalente da Ovest ad Est, difformemente invece le ondatazioni ed i marosi scaricano le energie con effetti erosivi da N-NW in funzione del *fetch* e dei venti a maggiore durata ed intensità ed ovviamente essi sono funzione dell'acclività della piattaforma continentale, che non comporta nel tratto interessato rifrazioni dei fronti d'onda.

Tutto ciò implica l'ortogonalità della direzione degli stessi fronti d'onda rispetto all'esposizione della riva e ad una maggiore penetrazione dei frangenti all'interno delle spiagge.

Sotto il profilo dell'equilibrio del sistema, si ritiene in linea generale che le modificazioni interne al sistema stesso si realizzerebbero in maniera fisiologica con spostamenti di sedimenti di tratto in tratto a bilancio complessivo pressochè nullo.

Tuttavia l'equilibrio nel passato non è stato garantito poiché, come si dirà più nel dettaglio nel successivo paragrafo, le trasformazioni antropiche operate nell'area hanno determinato perdite irrecuperabili verso il largo di sedimenti, che sarebbero stati destinati ad un'opera di naturale ripascimento.

Inoltre, la costa bassa longitudinale e continua e di natura sedimentologica sabbioso-ghiaiosa non offriva asperità o prominenze da offrire quale punto di intercettazione e di cattura dei sedimenti, per cui non riusciva a sopperire naturalmente alle perdite del bilancio sedimentario.

Le ondatazioni e le correnti trattive asportavano quindi i sedimenti sabbiosi, l'ambiente sottocosta si rivelava ad alta energia, la quale risultava poi esuberante rispetto alle disponibilità di detriti da portare in carico, e pertanto le stesse correnti non avevano in carico un eccesso di sedimenti tale da poterne causare un seppur parziale rilascio.

Ne risulta che, ad un precedente alternarsi di fasi di erosione-trasporto-deposito lungo lo stesso litorale, era subentrato l'annullamento della fase di deposito, con un bilancio finale negativo

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>TITOLO DEL DOCUMENTO</b>	<i>Codice documento</i> CZV0932	<i>Rev</i> FO	<i>Data</i> 31/05/2012	

generalmente lungo tutti i punti della costa: si è assistito nel passato infatti ad un assottigliamento generalizzato con rettificazione di quest'ultima.

Le fenomenologie descritte trovano conferma nella comparazione delle cartografie storiche e dall'analisi critica della morfologia del fondale, da cui si evidenzia una fascia continua di fondale sabbioso parallelo alla linea di costa, ma distaccato da essa, per tutta la lunghezza del tratto studiato.

Inoltre in alcune zone sono anche visibili delle "festionature" dei depositi sabbiosi, ossia disposizioni di banchi in strie normali alla costa, come degli sfrangiamenti verso il largo, indice di movimenti di allontanamento delle sabbie verso il largo.

Il successivo intervento di costruzione dei cordoni ha in qualche modo riequilibrato il bilancio in quasi tutto il tratto di costa, dove in qualche caso si è assistito negli ultimi anni anche ad un contenuto avanzamento.

Queste considerazioni trovano riscontro nel Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) delle coste siciliane, dove il tratto di litorale interessato alle opere di progetto, attribuibile all'unità fisiografica n. 1 che si estende da Capo Milazzo a Messina, appare in alcuni tratti stabile rispetto alla situazione della linea di costa riferita all'anno 1998, ma risulta tuttavia interessato da fenomeni di erosione con zone sottoposte a livelli di rischio R3 ed R4.

La realizzazione dei cordoni non ha infatti risolto il problema dell'arretramento della linea di costa, tanto che l'ampiezza di alcuni segmenti, pur brevi, del litorale appaiono ancora oggi in progressiva diminuzione, come è possibile osservare dalla comparazione delle foto aeree del 2008 rispetto a quelle del 2000.

Queste opere di protezione del litorale non sono state realizzate in un'ottica di unitarietà, per cui esse hanno comunque determinato forti scompensi alla dinamica del litorale, avendo alterato la naturale deriva dei sedimenti e determinato importanti arretramenti della linea di riva sottoflutto alle stesse opere.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>STUDIO GEOLOGICO</b>		<i>Codice documento</i> CZV0932	<i>Rev</i> FO	<i>Data</i> 31/05/2012

## 4 Evoluzione morfodinamica del sito

Il litorale oggetto di studio è un tratto di costa omogeneo, basso e sabbioso, formatosi in seguito alla morfodinamica costiera del mare durante il Quaternario.



Esso deve però la sua attuale configurazione anche alle attività antropiche sviluppatesi, soprattutto nel secolo scorso, nella fascia retrostante la spiaggia e lungo i corsi d'acqua che sboccano in questo tratto di mare, che ne hanno determinato un nuovo assetto ed una nuova conformazione.

Le opere antropiche, gli insediamenti urbani a ridosso della spiaggia, gli insediamenti artigianali anch'essi realizzati a brevissima distanza dalla fascia litorale hanno modificato in vario modo l'equilibrio morfodinamico della costa, ma ancor più gli interventi realizzati lungo i corsi d'acqua hanno interferito in maniera diretta sul regime degli apporti sedimentari.

Soprattutto queste modifiche al regime degli apporti si sono ripercosse sul bilancio finale dei sedimenti, per cui al regime delle correnti, all'origine dell'allontanamento e della perdita definitiva verso il largo delle frazioni più fini, non si è contrapposta la misura compensativa dovuta agli apporti sedimentari dei fiumi.

In un primo tempo, sin quando non sono stati realizzati i cordoni, risultavano infatti arretramenti della battigia assolutamente rilevanti.

Il rilievo del profilo attuale della spiaggia testimonia ancora oggi lo sconvolgimento degli equilibri sedimentari e la perdita di un notevole spessore di sabbia.



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>TITOLO DEL DOCUMENTO</b>	<i>Codice documento</i> CZV0932	<i>Rev</i> FO	<i>Data</i> 31/05/2012

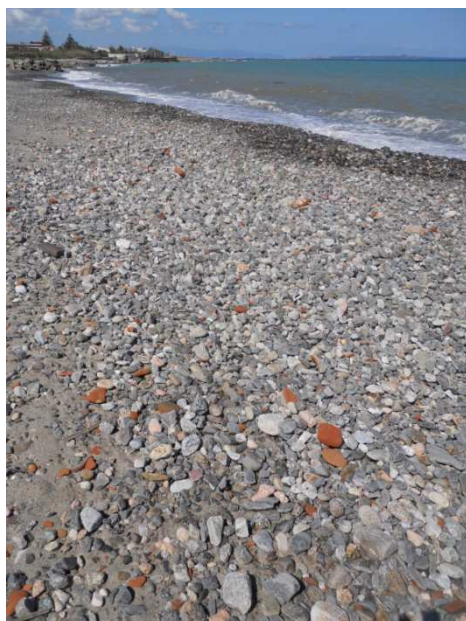
## 5 Evidenze sedimentologiche

Osservando il profilo trasversale della spiaggia, si ha un riscontro di tipo sedimentologico dei fenomeni erosivi precedentemente descritti.



Si nota infatti una selezione dei sedimenti con preponderanza di elementi ghiaiosi nelle porzioni più interne, oggi spesso urbanizzate, mentre man mano che si procede verso il largo i sedimenti appaiono caratterizzati da frazioni granulometriche progressivamente più fini, sino a presentarsi esclusivamente sotto forma di sabbia.

Le osservazioni litostratigrafiche sui sedimenti recenti di retrospiaggia ed i sondaggi meccanici eseguiti e di cui si dirà al paragrafo successivo hanno evidenziato la rilevanza delle litologie sciolte a grana ghiaioso-sabbiosa.

Il sedimento grossolano e ciottoloso si concentra in orizzonti isolati sia in estensione che spessore.



La presenza di questi elementi morfotipici ad intensa attività morfocostruttiva ha determinato, nei rapporti tra la costa e le foci fluviali e torrentizie, una complessa situazione sedimentologica e geomorfologica, connessa soprattutto alle divagazioni meandriformi degli alvei ed alla presenza di terrazzi quaternari alternativamente sommersi o erosi dal mare, che hanno configurato progressivamente la linea di costa.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>STUDIO GEOLOGICO</b>		<i>Codice documento</i> CZV0932	<i>Rev</i> FO	<i>Data</i> 31/05/2012

Si sono così realizzate differenti fasi di deposito di delta fluviali che si sono anastomizzati, sono stati rimaneggiati dall'azione marina sino a rettificarsi, dando forma alla continuità della spiaggia e della piana di retrospiaggia.

Si è conformata in definitiva una piana costiera stretta ed allungata, con depositi costituiti da ciottoli conglomeratici sciolti, grossolani e mediamente classati.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>TITOLO DEL DOCUMENTO</b>	<i>Codice documento</i> CZV0932	<i>Rev</i> FO	<i>Data</i> 31/05/2012	

## 6 Geologia

Il rilevamento di superficie, supportato da una preventiva ricerca bibliografica e cartografica, ha permesso di determinare la costituzione geologica del litorale oggetto di studio.

Si è opportunamente operata una distinzione tra le spiagge antistanti il mare e la fascia loro retrostante, che si estende verso l'entroterra formando una vasta piana costiera formata da sedimenti alluvionali. Quest'ultima si estende in maniera pressoché uniforme in tutta l'area nella quale si colloca l'unità fisiografica presa a riferimento.

### 6.1 Alluvioni recenti (piana costiera)

I depositi alluvionali rappresentano il prodotto della sedimentazione fluviale e della rielaborazione operata dalle acque dei fiumi dei materiali erosi a monte e trasportati dalle correnti fluviali e ancor più durante le piene.

Dal punto di vista litologico presentano una distribuzione dei litotipi assai varia, essendo presenti materiali granulometricamente molto eterogenei, che vanno dalle ghiaie alle sabbie ed ai limi; questi ultimi costituiscono lenti talora ridotte in senso areale, con frequenti variazioni eteropiche di facies litologiche e numerose interdigitazioni.

L'organizzazione interna di tali depositi riflette il caratteristico regime deposizionale delle fiumare del territorio messinese, che si traduce in una scarsa classazione dei materiali e nella specifica struttura interna del deposito di cui si è detto.

I depositi che costituiscono l'ossatura della piana costiera rappresentano il prodotto della coalescenza delle fiumare allo sbocco in pianura, per cui sono molto simili ai sedimenti attuali che si rinvengono lungo il corso d'acqua, ma nei depositi della piana è presente una maggiore classazione.

Al margine esterno della piana sono osservabili altresì dei materiali tipicamente elaborati dal mare.

Stratigraficamente i depositi alluvionali della piana costiera sono attribuibili all'*Olocene*.

### 6.2 Alluvioni attuali e spiagge

Le alluvioni attuali si rinvengono lungo i fondovalle dei corsi d'acqua e sono costituiti da materiali eterogenei sciolti, da grossolani a medio-fini, rappresentati da ciottoli, ghiaie e sabbie.



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>STUDIO GEOLOGICO</b>		<i>Codice documento</i> CZV0932	<i>Rev</i> FO	<i>Data</i> 31/05/2012

I depositi di spiaggia che costituiscono “*l’arenile*”, stratigraficamente attribuibili all’*Olocene*, occupano invece una stretta fascia prospiciente il mare: si tratta prevalentemente di sabbie medio-grosse, ghiaiose; in corrispondenza della battigia è generalmente presente una facies più grossolana costituita da ghiaie ciottolose.

### 6.3 Altri termini litologici

Il quadro geologico del vasto territorio studiato è completato dalla presenza in affioramento di diversi tipi litologici, talora affioranti soltanto in lembi poco estesi, riconducibili alle diverse formazioni geologiche che costituiscono il settore Nord-orientale dei Monti Peloritani, in cui appunto ricade il comprensorio in esame.

Non interessano direttamente la fascia litorale, ma, come è possibile osservare nella carta geologica allegata alla presente relazione, essi costituiscono l’ossatura geologica del territorio sul quale si imposta il reticolo idrografico, la cui azione morfologica si traduce poi nel deposito a mare dei relativi sedimenti alluvionali.

La natura petrografica di questi ultimi, come si riscontra osservando i depositi litorali, trae origine dunque da questi tipi litologici.

Per comodità di esposizione essi sono stati distinti sinteticamente di seguito, procedendo dai termini geologicamente più antichi, ossia dal basso verso l’alto (cfr. Carta geologica):

#### Metamorfiti erciniche

Afferiscono all’*Unita dell’Aspromonte* ed affiorano a monte del tratto di litorale prospiciente Rometta Marea. Si tratta prevalentemente di paragneiss intercalati a micascisti, contenenti anfiboliti.

#### Alternanza di arenarie ed argille marnose

Si tratta di depositi terrigeni miocenici che poggiano sulle formazioni terziarie e sul substrato metamorfico paleozoico. Sono riconducibili ad un ambiente di sedimentazione di delta conoide sottomarino e si presentano in affioramento in differenti litofacies, ciascuna caratterizzata dalla presenza di termini litologici differenti: si distingue una facies pelitico sabbiosa, una facies conglomeratica ed una facies arenaceo pelitica. Affiorano a Sud dell’abitato di Rometta Marea, in prossimità del *Torrente S. Pietro*.

#### Calcare evaporitico

E’ presente nel territorio studiato in lembi discontinui ed alquanto modesti, uno dei quali è localizzato a monte dell’abitato di Rometta Marea, alla sinistra idrografica del *Torrente Saponara*.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>TITOLO DEL DOCUMENTO</b>	<i>Codice documento</i> CZV0932	<i>Rev</i> FO	<i>Data</i> 31/05/2012	

Riconducibile alla Serie Gessoso-Solfifera messiniana, è costituito da un calcare vacuolare, spesso brecciato, di colore bianco-grigiastro.

Marne e calcari marnosi "Trubi"

Si tratta di calcari marnosi e marne calcaree di colore biancastro, ricchissime di foraminiferi planctonici, in strati di 10 -15 cm di spessore, a frattura concoide. Poggianti sui depositi terrigeni, costituiscono i rilievi collinari che si affacciano sulla costa tra Venetico Marina e Spadafora, in prossimità del *Fiume Cocuzzaro*.

Calcareniti, sabbie ed argille marnose

Si tratta di depositi attribuibili ad un'età compresa tra il Pliocene inferiore e medio, discordanti sulle coperture sedimentarie o direttamente sul basamento metamorfico. Sono litotipi che mostrano una sequenza trasgressiva con passaggio verticale da calcareniti e sabbie ad orizzonti argillosi, in relazione alla notevole mobilità dei bacini di sedimentazione ed all'influenza delle oscillazioni eustatiche. Nello specifico le calcareniti e sabbie organogene, di colore giallo oca, costituiscono i rilievi basso collinari che si affacciano verso la costa in prossimità di Spadafora; gli affioramenti argillosi, costituiti da argille marnose fossilifere di colore grigio-azzurro, sono invece individuabili nel vasto affioramento presente a monte del tratto di litorale compreso tra il *Torrente Caracciolo* ed il *Fiume Cocuzzaro*, nel territorio di Venetico.

Sabbie e ghiaie di Messina

Si tratta di ghiaie e sabbie di colore grigio-giallastro, scarsamente cementate; i singoli elementi ghiaiosi possiedono un diametro compreso tra pochi cm ed il metro e sono generalmente arrotondati (ciottoli) ed in gran prevalenza di natura cristallina. Rappresentano il prodotto di antichi apparati fluvio-deltizi, alimentati dalla paleodorsale peloritana. Sono presenti nel territorio studiato in lembi discontinui e modesti, uno dei quali è localizzato a monte dell'abitato di Rometta Marea, sopra il calcare evaporitico.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>STUDIO GEOLOGICO</b>		<i>Codice documento</i> CZV0932	<i>Rev</i> FO	<i>Data</i> 31/05/2012

## 7 Campagna geognostica

### 7.1 Precedenti indagini

Prima di dar corso alla campagna d'indagini, è stato possibile consultare i risultati di alcune precedenti indagini eseguite a supporto di altre progettazioni in aree non molto distanti da quelle strettamente interessate dalle opere.

La *Sigma Ingegneria* ha fornito allo scrivente le relazioni geologiche redatte a supporto di altrettanti pontili di attracco, uno nel porto di Milazzo, l'altro in località Giammoro, nel Comune di Pace del Mela.

Le considerazioni stratigrafiche contenute nei due elaborati, contestualizzate in un ambiente geologico abbastanza uniforme, hanno permesso di poter programmare la campagna d'indagini di cui si dirà nei paragrafi successivi, attraverso una operazione di taratura di un modello geologico atteso.

Si è accertata infatti in entrambi la presenza di una successione di sabbie medio-fini e di sabbie ghiaiose passanti verticalmente a sabbie a granulometria più fine e con frazione ghiaiosa da scarsa ad assente, conformemente ai dati provenienti dal rilevamento geologico di superficie ed alla cartografia geologica di cui si dispone.

### 7.2 Indagini dirette

Per ricostruire in modo dettagliato la locale serie stratigrafica e per definire gli spessori e le caratteristiche strutturali e giaciture dei terreni in posto direttamente presenti lungo le spiagge, è stata condotta una campagna geognostica mediante tre perforazioni meccaniche a rotazione ed a carotaggio continuo in altrettanti punti del litorale marino interessato dall'intervento di riqualificazione.

Nella fattispecie è stato eseguito un sondaggio, denominato *S1*, nella spiaggia antistante Rometta Marea, a circa 600 metri alla destra idrografica del *Torrente San Pietro*, un sondaggio denominato *S2* nella spiaggia antistante Spadafora ed un sondaggio denominato *S3* nella spiaggia antistante Venetico Marina, a circa 50 metri alla destra idrografica del *Fiume Senia*, tutti spinti alla profondità di m 15,00 dalla superficie topografica.

Sotto le coltri di spessore variabile di terreno di riporto (i sondaggi sono stati eseguiti in aree antropizzate), l'esame delle relative colonne stratigrafiche mette in evidenza la presenza nel

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>TITOLO DEL DOCUMENTO</b>	<i>Codice documento</i> CZV0932	<i>Rev</i> FO	<i>Data</i> 31/05/2012	


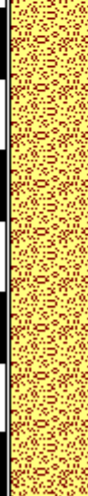
sottosuolo di sabbie di colore giallastro-grigiastro chiaro, poco addensate e/o sciolte, passanti verticalmente a ghiaie e sabbie e successivamente a sabbie debolmente ghiaiose poco addensate e/o sciolte.

Le colonne litostratigrafiche relative a ciascun sondaggio eseguito sono di seguito allegate.

STUDIO GEOLOGICO

Codice documento  
CZV0932

Rev	Data
FO	31/05/2012

<b>Globalgeo S.r.l.</b>		Dott. Geol. Salvatore Millozzi									
Via Maria degli Angeli, 22 90020 - Montemaggiore Belsito (PA) info@globalgeo.it											
Committente <b>Dott. Geol. Gianvito Graziano</b>		Profondità raggiunta <b>15,00 metri</b>		Quota P.C.		Data <b>01/03/2012</b>					
Indagine <b>Bacino 003 - Remetta Maree</b>		Sondaggio <b>S1</b>		Tipo Carotaggio <b>Continuo</b>		Tipo Sonda <b>Atlas Copco</b>					
Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	S.P.T. n° Colpi	Peculiarità kg/cm²	Campioni	Met. S.M.	Falda	Piezometro	
		Terreno di riporto.	0.30								
-1		Sabbie di colore giallastro-grigiastro, poco addensate e/o sciolte, debolmente ghiaiose.	7.50		3-6-7						
-2					-3.00 PC						
-3											
-4		Sabbie e ghiaie di colore grigiastro, poco addensate e/o sciolte.	7.20		11-12-19						
-5					-9.00 PC						
-6											
-7					13-18-18						
-8					-13.00 PC						
-9											
-10											
-11											
-12											
-13											
-14											
Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimaneggiato da SPT Piezometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande Stabilizzazione: RM-Rivestimento Metallico, FB-Fanghi Betonitici Prove SPT: PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa Carotaggio: Continuo								-15.00			
								SPERIMENTATORE			
									Sonda: Atlas Copco		

TITOLO DEL DOCUMENTO

Codice documento  
CZV0932

Rev  
FO

Data  
31/05/2012

<b>Globalgeo S.r.l.</b> Via Maria degli Angeli, 22 90020 - Montemaggiore Belsito (PA) info@globalgeo.it		Dott. Geol. Salvatore Millozzi								
Committente <b>Dott. Geol. Gianvito Graziano</b>		Profondità raggiunta <b>15,00 metri</b>		Quota P.C.		Data <b>01/03/2012</b>				
Indagine <b>Bacino 003 - Spadabara</b>		Sondaggio <b>S2</b>		Tipo Carotaggio <b>Continuo</b>		Tipo Sonda <b>Atlas Copco</b>				
Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	S.P.T. n° Colpi	Peculiarità litologiche	Campioni	Met. S.M.	Falda	Piezometro
		Terrano di riporto	0.20							
-1		Sabbie di colore giallastro, poco addensate e/o sciolte.	2.20							
-2										
-3		Ghiaie e sabbie di colore giallastro-grigiastro, poco addensate e/o sciolte.	4.60		7-6-13 -3.00 PC					
-4										
-5										
-6										
-7		Sabbie di colore giallastro-grigiastro chiaro, poco addensate e/o sciolte, a luoghi debolmente ghiaiose.	8.00		10-12-18 -8.00 PC					
-8										
-9										
-10										
-11										
-12										
-13										
-14					15-15-18 -14.00 PC					(RM)
Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimaneggiato da SPT Piezometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande Stabilizzazione: RM-Rivestimento Metallico, FB-Fanghi Betonitici Prove SPT: PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa Carotaggio: Continuo SPERIMENTATORE -15.00 Sonda: Atlas Copco										

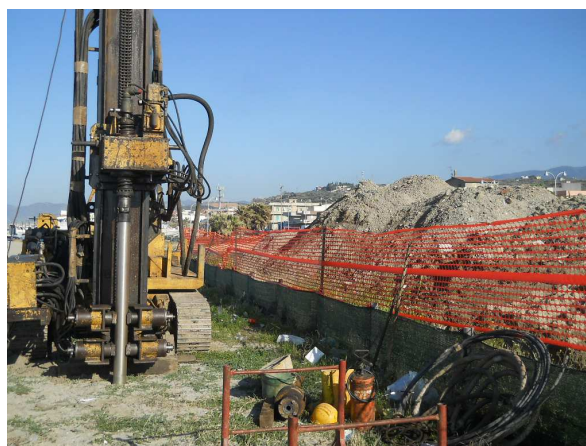
Scala (m)		Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	S.P.T. n° Colpi	Prodotto Tagliando	Campioni	Mét. S.M.	Falda	Piezometro
<p align="center"><b>Globalgeo S.r.l.</b> <span style="float:right">Dott. Geol. Salvatore Milonzi</span> Via Maria degli Angeli, 22 90020 - Montemaggiore Belsito (PA) info@globalgeo.it</p>											
Committente <b>Dott. Geol. Gianvito Graziano</b>		Profondità raggiunta <b>15,00 metri</b>		Quota P.C.		Data <b>02/03/2012</b>					
Indagine <b>Bacino 003 - Venetico Maroa</b>		Sondaggio <b>S3</b>		Tipo Carotaggio <b>Continuo</b>		Tipo Sonda <b>Atlas Copco</b>					
-1			Terreno di riporto.	3.50							
-4			Sabbie di colore giallastro-grigiastro chiaro, poco addensate e/o sciolte.	2.00		4-4-7 -3.50 PC					
-6			Ghiaie e sabbie di colore giallastro-grigiastro, poco addensate e/o sciolte.	5.70		9-11-21 -9.00 PC					
-12			Sabbie di colore grigiastro-giallastro, debolmente ghiaiose, poco addensate e/o sciolte.	3.80		14-16-22				(RM)	
<p>Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimbeccato da SPT Piezometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande Stabilizzazione: RM-Rivestimento Metallico, FB-Fanghi Betonitici Prove SPT: PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa Carotaggio: Continuo</p>											



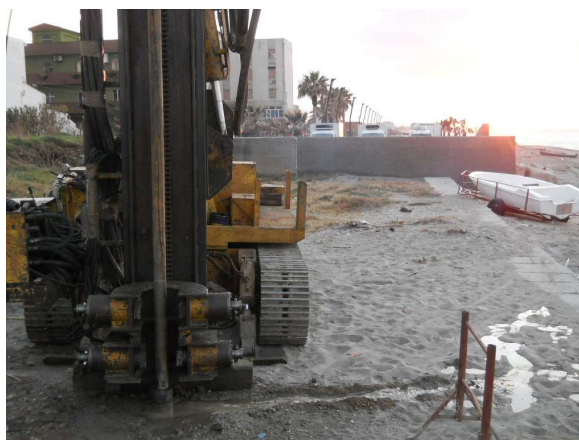
		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p>	
<p align="center">TITOLO DEL DOCUMENTO</p>	<p><i>Codice documento</i> CZV0932</p>	<p><i>Rev</i> FO</p>	<p><i>Data</i> 31/05/2012</p>



**Sondaggio S1**



**Sondaggio S2**



**Sondaggio S3**



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>STUDIO GEOLOGICO</b>		<i>Codice documento</i> CZV0932	<i>Rev</i> FO	<i>Data</i> 31/05/2012

### 7.3 Analisi petrografiche

La campagna di indagini conoscitive ha riguardato anche l'analisi petrografica delle sabbie dei litorali interessati, che si è sviluppata in diversi punti distribuiti uniformemente su tutto il tratto interessato attraverso il prelievo di numerosi campioni, in parte afferenti alla spiaggia emersa, in parte a quella sommersa.

Si tratta di oltre 30 campioni che, una volta prelevati, sono stati trasportati al laboratorio che ha eseguito su ciascuno di essi un'analisi diffrattometrica ai raggi X.

I risultati che ne derivano sono abbastanza omogenei, sia in termini di composizione mineralogica e petrografica, sia in termini di caratteristiche qualitative delle sabbie.

Si tratta infatti in tutti i casi di aggregati costituiti prevalentemente da particelle minerali e rari frammenti di rocce metamorfiche di tipo gneissico, con diametro dei granuli compreso tra 1 mm e 3 mm.

La loro composizione mineralogica è prevalentemente quarzatica, feldspatica e micacea, con percentuali di quarzo sempre superiori al 20%, sino a valori percentuali massimi del 38%, di K-feldspato compresi tra il 14% ed il 33% e di mica (biotite e muscovite) tra l'8% ed oltre il 20%.

Si può in definitiva definire le sabbie sottoposte ad analisi come "*sabbie eterogenee quarzo-feldspatiche-micacee*".

Sotto l'aspetto qualitativo le particelle appaiono di forma sub-arrotondata, lisce e compatte e di colore tendenzialmente grigiastro.

### 7.4 Analisi granulometriche

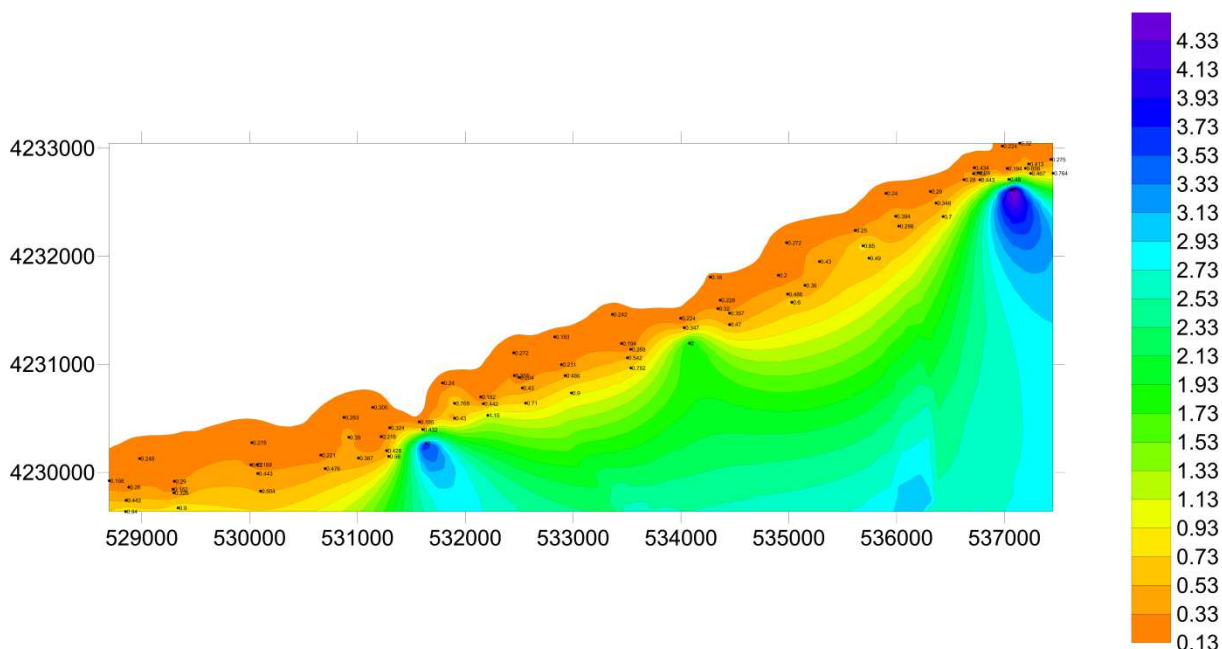
Alle analisi petrografiche hanno fatto seguito le analisi granulometriche, eseguite su un totale di circa 70 campioni, anche in questo caso in parte di spiaggia sommersa (denominati con le sigle *M* e *P*), in parte di spiaggia sommersa (con la sigla *T* ed *S*).

La scala di suddivisione granulometrica adottata dal laboratorio è quella di Krumbein e Pettijohn, esprimendo l'unità di misura dei diametri degli elementi in

$$\varphi = -\log_2 d \text{ (d è il diametro espresso in mm).}$$

Da questa suddivisione, prendendo a riferimento il parametro  $D_{50}$  è stata poi ricostruita la carta della granulometria dei sedimenti della spiaggia, sia per la parte emersa, che per quella sommersa, secondo lo schema di cui alla figura che segue:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>TITOLO DEL DOCUMENTO</b>	<i>Codice documento</i> CZV0932	<i>Rev</i> FO	<i>Data</i> 31/05/2012



In questo contesto di studio geologico, si è ritenuto utile procedere ulteriormente anche ad una più dettagliata definizione delle curve granulometriche ricavate dalle analisi.

Per quanto concerne i campioni relativi alla spiaggia sommersa, conformemente ai contenuti della carta precedentemente allegata, si può affermare che si tratti quasi esclusivamente di "sabbie" solo in qualche caso con una modestissima percentuale di ghiaie.

Tutti i campioni ricadono infatti nel fuso granulometrico delle sabbie e solo in alcuni casi la curva interessa, ma in maniera molto marginale, il fuso granulometrico delle ghiaie. In nessuno dei campioni è stato invece mai interessato il fuso granulometrico dei limi.

Più differenziata appare la situazione dei campioni di spiaggia emersa, dove per la maggior parte di essi si tratta di "sabbia debolmente ghiaiosa", talora di "sabbia con ghiaia" e solo in percentuale minoritaria di "ghiaia con sabbia".

## 7.5 Indagini geofisiche

Sulla scorta delle stratigrafie ricavate dalla campagna di indagini dirette, vista la sostanziale uniformità geologica della fascia litorale, è stata predisposta ed eseguita una campagna di indagini geofisiche mediante tomografo digitale nel sito strettamente interessato dalla costruzione del pontile a mare.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>STUDIO GEOLOGICO</b>		<i>Codice documento</i> CZV0932	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>FO</td> <td>31/05/2012</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	FO	31/05/2012
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
FO	31/05/2012						



Le acquisizioni dei microtremori ambientali hanno avuto in realtà il principale scopo di definire il parametro  $V_{s30}$ , ovvero la velocità media di propagazione entro 30 metri delle onde di taglio, necessaria per la definizione della categoria di terreno di fondazione ai sensi del D.M. 14.01.2008.

Tuttavia, proprio in virtù della conoscenza diretta delle condizioni litostratigrafiche del sito, si è eseguita una più ampia campagna di indagine sismica HVSR di microtremore ambientale, attraverso quattro diversi posizionamenti, denominati *HV1*, *HV2*, *HV3* ed *HV4*, con rilevazioni di diversa durata.

Lo strumento utilizzato è un tromografo digitale progettato per l'acquisizione del rumore sismico (noise), dotato di tre sensori elettrodinamici a diverso orientamento spaziale.

L'analisi sismica è stata condotta dal geologo Gian Piero Todaro, la cui relazione, con tutti i dettagli relativi alla strumentazione, al metodo di acquisizione ed all'interpretazione dei dati misurati, è riportata in calce alla presente relazione.

La tipologia di indagine, pur non permettendo di evidenziare le geometrie, consente tuttavia l'individuazione di unità sismiche secondo sismostrati sufficientemente definiti.

In definitiva l'indagine eseguita ha in qualche modo permesso di acquisire un modello interpretativo di massima, che, debitamente correlato con la stratigrafia conosciuta, è apparso compatibile con la stessa stratigrafia.

Si è evidenziato infatti una prima porzione del terreno di spessore complessivo di circa m 8,00, con velocità delle  $V_S = 280-650$  m/s, associabile in superficie alla presenza di uno spessore di ghiaia di circa m 1,00 cui segue un complesso sabbioso per i rimanenti m 7,00.

Dopo i primi otto metri, fino alla profondità di m 15,00 circa, un decremento della  $V_s$ , che risulta intorno a 580 m/s, individua un secondo strato, ancora di sabbie e ghiaie, ma probabilmente meno addensate, come testimonia la lieve inversione di velocità.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>TITOLO DEL DOCUMENTO</b>	<i>Codice documento</i> CZV0932	<i>Rev</i> FO	<i>Data</i> 31/05/2012	

Dai metri 15,00 sino ad una profondità di oltre m 55.00 un profilo monocorde della curva, accompagnato da un aumento di velocità e di omogeneità della porzione di sottosuolo indagato, individua un terzo sismostrato caratterizzato da una  $V_s$  fino a oltre 900 m/s.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>STUDIO GEOLOGICO</b>		<i>Codice documento</i> CZV0932	<i>Rev</i> FO	<i>Data</i> 31/05/2012

## 8 Assetto idrogeologico

Gli aspetti idrogeologici del comprensorio studiato sono strettamente connessi con le caratteristiche di permeabilità dei litotipi affioranti e con il loro assetto giaciturale.

In relazione alle loro caratteristiche granulometriche e tessiturali, nonché al loro grado di fatturazione, è stato possibile valutare il tipo e grado di permeabilità dei terreni affioranti nell'area esaminata.

I depositi alluvionali attuali e recenti, che costituiscono l'ampio tratto di costa compreso tra la foce della *Fiumara Niceto* e la foce del *Fiume Saponara*, possono essere classificati come terreni a permeabilità elevata per porosità, così come le cosiddette Sabbie e ghiaie di Messina, che costituiranno le terre di scavo da utilizzare per il ripascimento degli arenili.

Possiedono caratteristiche dei terreni a permeabilità medio-alta per porosità, ma in parte anche per fratturazione, le calcareniti pliopleistoceniche ed il calcare evaporitico brecciato.

Permeabilità media per fatturazione e porosità presentano invece i depositi terrigeni miocenici e le metamorfici dell'Unità dell'Aspromonte.

Infine, possiedono una permeabilità bassa le marne calcaree in facies di "Trubi" e molto bassa le argille azzurre pleistoceniche.

In relazione a queste generali caratteristiche di permeabilità ed ai rapporti stratigrafici e strutturali tra le diverse formazioni, coesistono nel bacino alcuni acquiferi a diversa potenzialità.



L'acquifero principale è contenuto nel deposito di fondovalle del *Torrente Saponara* e della vasta piana costiera: nell'insieme i diversi orizzonti granulometrici che caratterizzano i depositi alluvionali costituiscono un unico sistema idrologico a tetto freatico, che defluisce verso Nord sostenuto dai terreni a bassa permeabilità del substrato.

La ricarica della falda è essenzialmente dovuta alle precipitazioni dirette, alle acque di ruscellamento superficiale provenienti dai versanti ed alla restituzione delle acque infiltrate nei terreni a permeabilità discontinua (metamorfiti e depositi terrigeni miocenici), che emergono naturalmente sotto forma di sorgenti.

L'area di alimentazione è rappresentata dal bacino idrografico: essendo quest'ultimo caratterizzato dalla presenza in massima parte di terreni a permeabilità discontinua e frazionata, gli spartiacque idrografici assumono il significato di strutture indipendenti.

Livelli acquiferi di entità modeste sono altresì contenuti nelle metamorfiti, in relazione allo stato di fratturazione e di alterazione superficiale dei terreni: il movimento delle acque sotterranee è discontinuo e localizzato quasi esclusivamente nelle zone superficiali.



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>TITOLO DEL DOCUMENTO</b>	<i>Codice documento</i> CZV0932	<i>Rev</i> FO	<i>Data</i> 31/05/2012

## 9 Caratterizzazione geotecnica

I depositi di spiaggia presenti lungo la stretta fascia prospiciente il mare che costituisce “l’arenile”, sono costituite, come precedentemente detto, da sabbie medio-grosse e da ghiaie; in corrispondenza della battigia è generalmente presente una facies più grossolana costituita da ghiaie ciottolose.

Si tratta di terreni estremamente eterogenei, nei quali la composizione granulometrica varia in senso sia laterale, sia verticale, mostrando anche la presenza di passaggi litologici a vario grado di cementazione, generalmente comunque piuttosto basso.

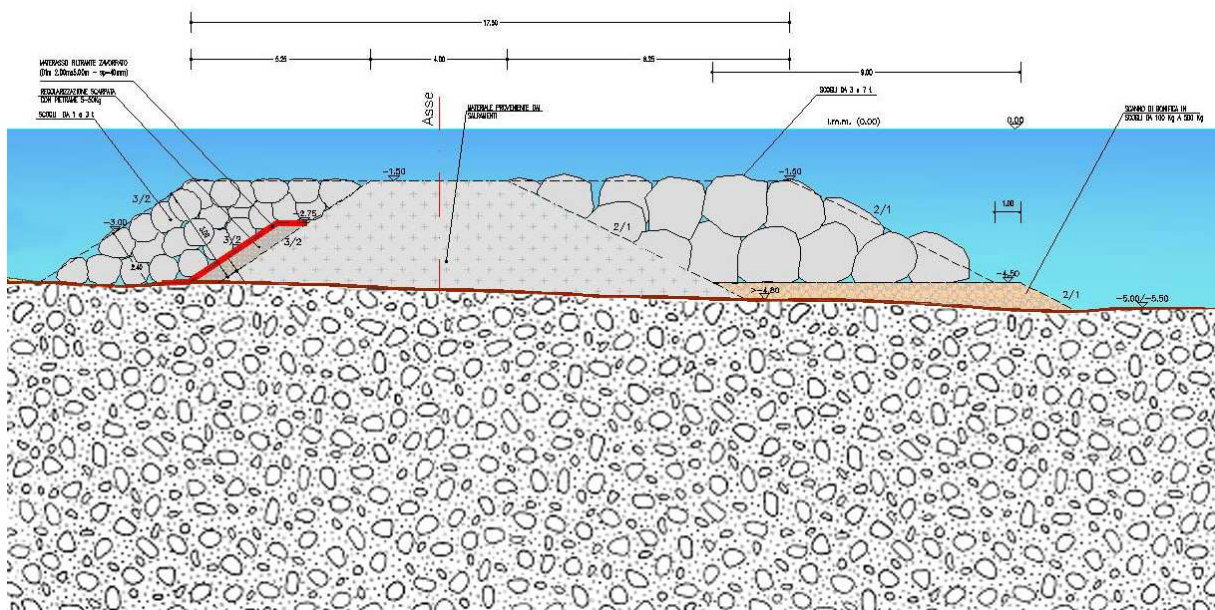
Il deposito può essere classificato dal punto di vista geotecnico come “roccia granulare”, con valori bassi o nulli della coesione drenata  $C'$ .

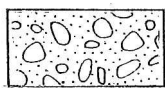
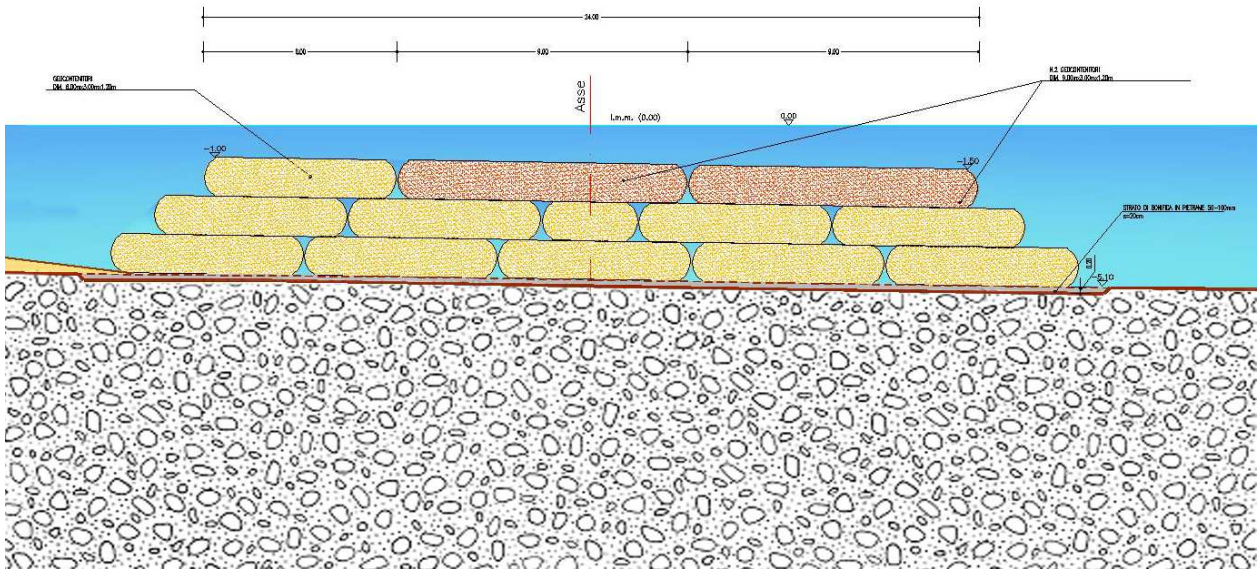
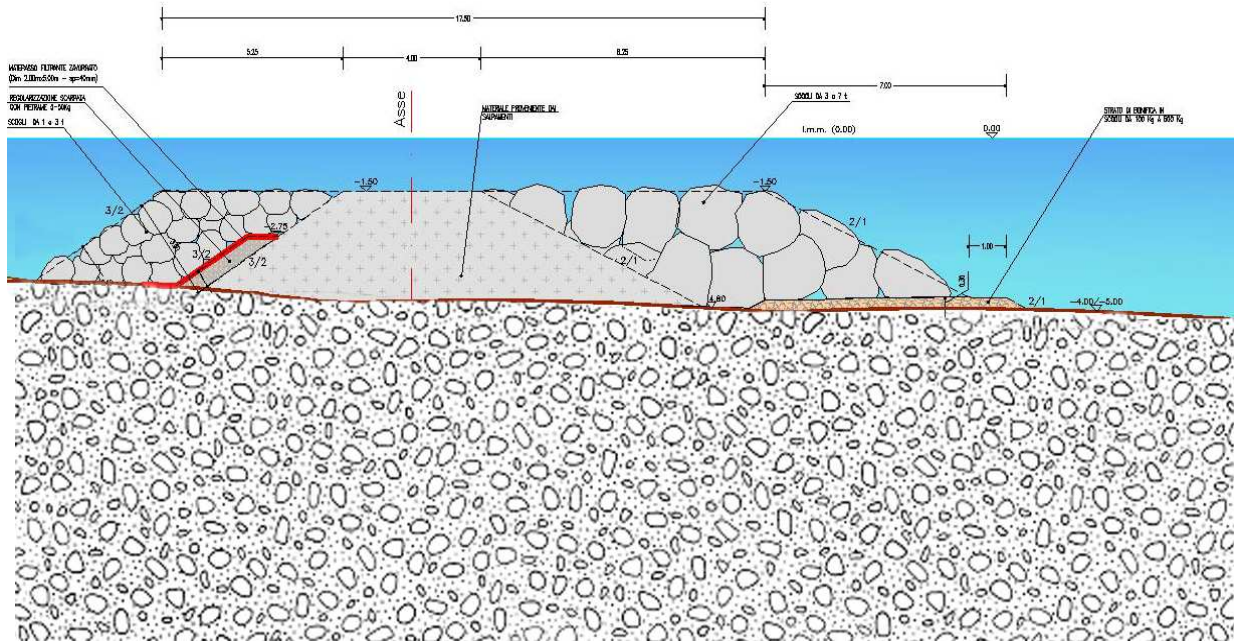
In condizioni consolidate e drenate infatti le caratteristiche di resistenza al taglio assumono i valori tipici dei sedimenti sabbioso-ghiaiosi: l’angolo di attrito interno  $\phi'$  si attesta su valori intorno ai 28° e 30°, in funzione della diversa percentuale di ciottoli in esso contenuti.

Il peso di volume si attesta intorno ai 20,00 kN/mc.

Ad ogni modo per una più dettagliata caratterizzazione soprattutto in termini geomeccanici si rimanda alla relazione specialistica redatta dal consulente geotecnico Prof. Francesco Castelli.

Si allegano di seguito tre sezioni geologiche in scala 1:200, relative a diverse tipologie di scogliera soffolta.





**Sabbie e ghiaie**

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>TITOLO DEL DOCUMENTO</b>	<i>Codice documento</i> CZV0932	<i>Rev</i> FO	<i>Data</i> 31/05/2012

## 10 Modello sismico

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, la vigente normativa sulle costruzioni, di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008, individua cinque principali categorie di profilo stratigrafico del terreno di fondazione:

CLASSIFICAZIONE DEL TIPO DI SUOLO SECONDO LE NORME TECNICHE PER LE  
COSTRUZIONI (D.M. 14-01-2008):

Categorie di Suolo - Descrizione geotecnica Vs30(m/s) §3.2.2

<b>Categoria</b>	<b>Descrizione</b>
<b>A</b>	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, caratterizzati da valori di VS30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo di 3 m</i>
<b>B</b>	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 &gt; 50 nei terreni a grana grossa e cu30 &gt; 250 kPa nei terreni a grana fina)</i>
<b>C</b>	<i>Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 &lt; NSPT30 &lt; 50 nei terreni a grana grossa e 70 &lt; cu30 &lt; 250 kPa nei terreni a grana fina)</i>
<b>D</b>	<i>Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30</i>



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>STUDIO GEOLOGICO</b>		<i>Codice documento</i> CZV0932	<i>Rev</i> FO	<i>Data</i> 31/05/2012

	inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT30 < 15 nei terreni a grana grossa e cu30 < 70 kPa nei terreni a grana fina)
<b>E</b>	<i>Terreni dei sottosuoli dei tipi C o D per spessori non superiori a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con VS &gt; 800 m/s)</i>

Il valore di  $V_{s30}$  è la velocità media di propagazione entro 30 metri delle onde di taglio e viene calcolata dalla seguente espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum h_i / V_i}$$

dove  $h_i$  e  $V_i$  indicano rispettivamente lo spessore in metri e la velocità delle onde S di taglio dello strato *iesimo*, per un totale di  $N$  strati presenti nei 30 metri.

Per definire questo parametro velocimetrico in maniera sperimentale è stata eseguita una indagine sismica HVSR di microtremore ambientale, attraverso numerosi posizionamenti denominati *HV* (la loro localizzazione è riportata nella Carta geologica).

Sono stati eseguiti in particolare 16 acquisizioni, di cui quattro hanno specificamente riguardato il sito interessato dalla costruzione del pontile a mare, mentre le restanti 12 acquisizioni sono state distribuite lungo l'estesa fascia litorale, in sei diversi punti di indagine (2 acquisizioni per ciascun punto).

Lo strumento utilizzato è un tromografo digitale progettato per l'acquisizione del rumore sismico (noise), dotato di tre sensori elettrodinamici a diverso orientamento spaziale.

L'analisi sismica, come si è detto, è stata condotta dal geologo Gian Piero Todaro, la cui relazione, con tutti i dettagli relativi alla strumentazione, al metodo di acquisizione ed all'interpretazione dei dati misurati, è riportata in calce.

Sulla scorta dei numerosi dati sperimentali, i materiali che costituiscono il terreno di fondazione del pontile a mare sono caratterizzati da velocità  $V_{s30}$  pari a **600 m/s** (velocità equivalente media delle 4 acquisizioni *HV1*, *HV2*, *HV3* e *HV4*) e rientrano pertanto nella tipologia "B" di cui alle Tabb. 3.2.II e 3.2.III (par. 3.2), assimilabili a *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti*, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del  $V_{s30}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

Per quanto riguarda i terreni che costituiscono l'esteso arenile oggetto dell'intervento di

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>TITOLO DEL DOCUMENTO</b>	<i>Codice documento</i> CZV0932	<i>Rev</i> FO	<i>Data</i> 31/05/2012	

ripascimento, le 12 acquisizioni distribuite lungo l'estesa fascia litorale in sei diversi punti di indagine (2 acquisizioni per ciascun punto) hanno fornito valori della velocità  $V_{s30}$  non particolarmente differenziate, variabili tra 490 m/s e 620 m/s.

Più dettagliatamente nei sei punti d'indagine i valori misurati sono: **540 m/s, 560 m/s, 490 m/s, 540 m/s, 500 m/s e 620 m/s.**

Si può affermare dunque che anche i terreni che costituiscono il vasto tratto di litorale oggetto degli interventi di ripascimento rientrano nella tipologia "B" di cui alle Tabb. 3.2.II e 3.2.III (par. 3.2).

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>STUDIO GEOLOGICO</b>		<i>Codice documento</i> CZV0932	<i>Rev</i> FO	<i>Data</i> 31/05/2012

## 11 Costruzione del pontile

Nell'area interessata dalla costruzione del pontile sono presenti i depositi di spiaggia che costituiscono lo specifico tratto di *arenile*: per quanto riguarda la spiaggia sommersa si tratta quasi esclusivamente di "sabbie", solo in qualche caso con una modestissima percentuale di ghiaie, mentre per quanto riguarda la spiaggia emersa la situazione granulometrica è differenziata, trattandosi più frequentemente di "sabbie con ghiaia" (in corrispondenza della battigia è generalmente presente una facies più grossolana costituita da ghiaie ciottolose).

Questi sedimenti di spiaggia si sono depositati sopra il substrato locale formato dai depositi alluvionali che costituiscono l'ossatura della piana costiera e che rappresentano il prodotto della sedimentazione fluviale e della rielaborazione operata dalle acque dei fiumi dei materiali erosi a monte e trasportati dalle correnti fluviali.

Dal punto di vista litologico anche questi depositi presentano una distribuzione varia dei litotipi, granulometricamente eterogenei, che vanno dalle ghiaie alle sabbie sino a percentuali minoritarie di limi; questi ultimi costituiscono lenti talora ridotte in senso areale, con frequenti variazioni eteropiche di facies litologiche e numerose interdigitazioni.

In definitiva lo spessore dei sedimenti sabbiosi e ghiaiosi della spiaggia litorale e del substrato che li sostiene è valutabile in diverse decine di metri.

La stratigrafia evidenzia una prima porzione del terreno di spessore complessivo di circa m 8,00, con velocità delle VS = 280-650 m/s, associabile in superficie alla presenza di uno spessore di ghiaia di circa m 1,00 cui segue un complesso sabbioso per i rimanenti m 7,00.

Dopo i primi otto metri, fino alla profondità di m 15,00 circa, un decremento della Vs, che risulta intorno a 580 m/s, individua un secondo strato, ancora di sabbie e ghiaie, ma probabilmente meno addensate, come testimonia la lieve inversione di velocità.

Dai metri 15,00 sino ad una profondità di oltre m 55,00 un profilo monocorde della curva, accompagnato da un aumento di velocità e di omogeneità della porzione di sottosuolo indagato, individua un terzo sismostrato caratterizzato da una Vs fino a oltre 900 m/s.

In seno a questi materiali saranno realizzati i previsti pali di fondazione del pontile. Essi dovranno essere realizzati in ambiente permanentemente sommerso, per cui nell'avanzamento dei lavori di perforazione occorre prevedere l'utilizzo delle tubazioni di rivestimento provvisorio, per evitare il franamento delle pareti dello scavo, la chiusura del foro e l'incastro della batteria di perforazione.

Trovandosi in ambiente marino la progettazione del pontile richiede anche una attenta scelta dei materiali. La presenza dell'acqua salata indirizza la scelta verso l'adozione di pali in

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>TITOLO DEL DOCUMENTO</b>	<i>Codice documento</i> CZV0932	<i>Rev</i> FO	<i>Data</i> 31/05/2012

calcestruzzo, considerato unanimemente il materiale migliore per opere di questo tipo per facilità di getto, per durabilità e per affidabilità dell'opera.

E' ovvio che la scelta del calcestruzzo da utilizzarsi e quindi di tutti i suoi componenti e delle rispettive percentuali dovrà essere fatta in maniera attenta, ricordando sempre l'ambiente aggressivo in cui si opera.

Per quanto di competenza dello scrivente si sconsiglia l'utilizzo del cemento Portland, facilmente ossidabile in ambiente marino, mentre si ritiene idoneo il cemento di altoforno e quello pozzolanico, che, ampiamente utilizzati in questo tipo di opere, hanno sinora garantito un buon funzionamento.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>STUDIO GEOLOGICO</b>		<i>Codice documento</i> CZV0932	<i>Rev</i> FO	<i>Data</i> 31/05/2012

## 12 CARATTERISTICHE DELLE TERRE DA SCAVO

Come si è detto in premessa, nel contesto della progettazione definitiva dei lavori di costruzione del collegamento stabile dello Stretto di Messina, i materiali provenienti dagli scavi dovranno essere riutilizzati come terre e rocce da scavo.

L'idea progettuale prevede infatti che le terre provenienti dagli scavi di terreni naturali che saranno eseguiti nei cantieri posti sul versante siciliano, specificamente quelli localizzati in località Serri, zona periferica a Nord-Est della città di Messina, piuttosto che trattate come rifiuto, potranno essere utilizzate per la riqualificazione dei litorali marini di cui si è ampiamente trattato.

La normativa vigente (art. 186 del D.Lgs. n. 152/06 e D.L. n. 4 del 16.01.2008) consente che queste stesse terre (sottoprodotti di scavo) possano essere riutilizzate in contesti di recupero ambientale diversi da quello del cantiere da cui si originano, qualora esse soddisfino requisiti ben precisi, secondo quanto stabilito dal comma 1 del D.L. 4/2008, che regola appunto la disciplina delle terre e rocce da scavo:



- esse devono essere originate da una operazione di scavo (processo) non direttamente destinato alla loro produzione, intendendo come attività produttiva non l'approvvigionamento di materiali litologici, ma la costruzione di una infrastruttura;
- il loro impiego deve essere certo ed integrale sin dalla fase di produzione, essendo adottate delle procedure di definizione dei requisiti quantitativi e qualitativi prima della fase di produzione (scavo), ovvero nello stato esistente (terre in banco), con la definizione dell'utilizzo finale in considerazione dei risultati delle analisi preventive;
- le valutazioni preliminari e le analisi preventive devono possedere requisiti merceologici e di qualità ambientale idonei a garantire che il loro impiego successivo non dia luogo ad emissioni e ad impatti qualitativamente e quantitativamente diversi da quelli previsti per il sito dove sono destinati ad essere utilizzati, nel caso specifico lungo i litorali marini.

La procedura per il riutilizzo prevede pertanto diverse fasi, dalla identificazione alla qualificazione e quantificazione delle terre.

La qualificazione delle terre da scavo come sottoprodotto si articola in una fase prettamente ambientale ed una più squisitamente tecnica.

Devono infatti individuarsi:

1. requisiti merceologici, cioè terre di scavo compatibili con lo specifico impiego finale, ovvero terre sciolte a prevalente contenuto ghiaioso-sabbioso;
2. requisiti di qualità ambientale, cioè terre non contaminate, ovvero con concentrazioni degli inquinanti significativi inferiori ai limiti di tabella 1 all.ti titolo V, parte IV del D.Lgs. 152/2006

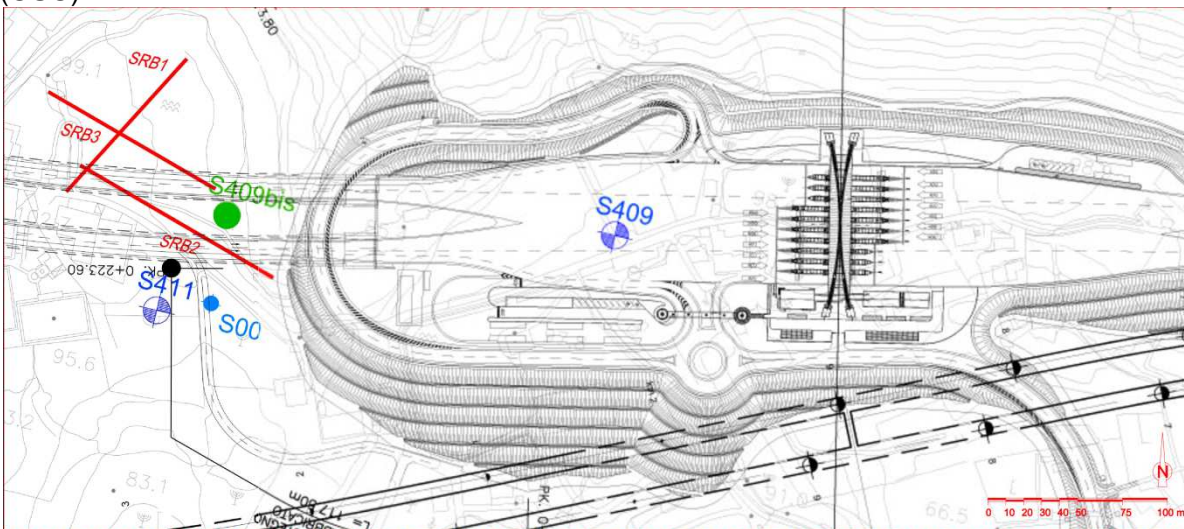
		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>TITOLO DEL DOCUMENTO</b>	<i>Codice documento</i> CZV0932	<i>Rev</i> FO	<i>Data</i> 31/05/2012	

per la specifica destinazione finale d'uso.

Le classi merceologiche dipendono dalle esigenze dell'utilizzo e non sono definibili a priori come nel caso della qualifica ambientale.

Nel caso del ripascimento dei litorali marini in questione, l'esigenza principale sotto questo profilo è che le terre di scavo provenienti dall'area di località Serri siano granulometricamente simili a quelli degli arenili sui quali si andranno a porre in opera.

Per ottemperare a questa verifica, la società *Eurolink* ha prima messo a disposizione dello scrivente i dati conoscitivi di cui disponeva, consistenti in un sondaggio a carotaggio continuo (S409) spinto a 30,00 metri di profondità, per poi procedere all'esecuzione di un ulteriore sondaggio (S409 bis, ma denominato S1 nella stratigrafia di seguito allegata), anch'esso spinto sino a m 30,00, con contestuale prelievo di campioni di terreno, dunque ancora in banco, i quali sono stati poi sottoposti ad analisi di laboratorio, queste ultime atte a determinare le concentrazioni di potenziali inquinanti, da confrontare con i limiti di concentrazione soglia di contaminazione (CSC).



Nel caso specifico, considerato che le terre da scavo sono destinate ad opere di mitigazione e compensazione ambientale, i limiti di concentrazione devono essere riferiti a siti ad uso di verde pubblico. I risultati di queste analisi sono contenute in altro elaborato progettuale.

La verifica tecnica impone innanzitutto un generale inquadramento dell'area di provenienza delle terre; in particolare, per quanto riguarda l'inquadramento geologico dell'area di località Serri, occorre precisare che essa è interessata dalla presenza delle cosiddette *Sabbie e ghiaie di*

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>STUDIO GEOLOGICO</b>		<i>Codice documento</i> CZV0932	<i>Rev</i> FO	<i>Data</i> 31/05/2012

Messina di età pleistocenica, che rappresentano il prodotto di antichi apparati fluvio-deltizi alimentati dalla paleodorsale peloritana.

Più nel dettaglio si tratta di ghiaie e sabbie di colore grigio-giallastro, scarsamente cementate. I singoli elementi ghiaiosi possiedono un diametro compreso tra pochi cm ed il metro e sono generalmente arrotondati (ciottoli) ed in larga prevalenza di natura cristallina.

Per quanto riguarda i risultati del primo sondaggio S409 (di cui si allega di seguito la stratigrafia e le relative fotografie), emerge la presenza continua di sabbia grossolana con elementi a grana fine sub arrotondati, in matrice debolmente addensata. Il colore dominante è giallastro.

Anche il successivo sondaggio conferma la stessa situazione litologica, con colori dei sedimenti che variano da marrone giallastro al beige.

In definitiva queste terre di località Serri, caratterizzate sino a 30 metri di profondità in relazione all'entità dei futuri scavi, appaiono del tutto compatibili, sotto il profilo geologico in generale, con i materiali presenti nei litorali sui quali si prevede l'intervento di ripascimento.

Anche sotto l'aspetto della colorazione, le terre presenti nei litorali possiedono una prevalenza di grigi che appare abbastanza simile a quella rilevata per le terre da scavo.

Sono peraltro le stesse analisi petrografiche condotte sulle terre da scavo a dare la conferma della generale compatibilità dei materiali: è stato condotto da un laboratorio accreditato un apposito campionamento delle terre a diverse profondità in seno al sondaggio S409 bis, per poter ricostruire il profilo verticale sia delle caratteristiche petrografiche, sia delle concentrazioni degli inquinanti nel terreno.

Gli otto campioni sottoposti ad analisi diffrattometrica ai raggi X hanno permesso consentito di evidenziare che si tratta di aggregati costituiti prevalentemente da particelle minerali e rari frammenti di rocce metamorfiche di tipo gneissico e soprattutto che la loro composizione mineralogica è prevalentemente quarzatica, feldspatica e micacea

Si può in definitiva definire le sabbie sottoposte ad analisi come "sabbie eterogenee quarzo-feldspatiche-micacee", in assoluta coerenza con quelle dei litorali interessati dagli interventi.

Anche le caratteristiche granulometriche delle terre appaiono compatibili, trattandosi di sabbie, sabbie fini, sabbie grossolane e sabbie mediamente ghiaiose, che dovrebbero garantire una certa stabilità del ripascimento.

Per quanto riguarda le indagini prettamente ambientali, atte a determinare le caratteristiche chimico-fisiche dei terreni interessati dagli scavi e quindi a verificare il rispetto delle CSC (concentrazioni soglia di contaminazione), è stato condotto da un laboratorio accreditato apposito

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>TITOLO DEL DOCUMENTO</b>	<i>Codice documento</i> CZV0932	<i>Rev</i> FO	<i>Data</i> 31/05/2012	

campionamento delle terre sugli stessi campioni prelevati a diverse profondità in seno al sondaggio S409 bis. E' stato così possibile ricostruire anche il profilo verticale delle concentrazioni degli inquinanti nel terreno.

Per le modalità di campionamento e gli esiti delle analisi si rimanda ad altro elaborato, seppure si possa sinteticamente riferire che non si sono verificati superamenti delle CSC, per cui il materiale non sembra provenire da sito inquinato e risulta dunque idoneo al riutilizzo.

Ad ogni modo durante la campagna di monitoraggio ante opera, che dovrà essere svolta dal Contraente generale, saranno eseguiti ulteriori campionamenti in contraddittorio con l'ARPA, in maniera da scongiurare definitivamente la presenza di situazioni di contaminazione nei terreni di scavo.



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>STUDIO GEOLOGICO</b>		<i>Codice documento</i> CZV0932	<i>Rev</i> FO	<i>Data</i> 31/05/2012

### 13 Cave di prestito dei materiali lapidei

Quale opera di protezione dei litorali oggetto degli interventi di ripascimento artificiale sono previste due diverse tipologie di scogliere soffolte, che saranno poste in opera in continuo alternarsi di fronte alla linea di costa, senza soluzioni di continuità.

Una delle tipologie di scogliera è quella classica a grossi blocchi lapidei, di dimensioni variabili, che vanno da un range di 3 – 7 tonnellate ad un range di 1 – 3 tonnellate per la regolarizzazione delle scarpate esterne.

Necessità pertanto reperire un quantità di materiale lapidei idoneo, stimato in complessive 457.900 tonnellate. Di queste 230.700 riguardano i blocchi di 3 – 7 tonnellate (scogli), mentre la rimanente parte riguarda il pietrame ed i blocchi di minori dimensioni.

E' stato chiesto allo scrivente di procedere ad *“uno studio sulle cave di prestito dei materiali lapidei da utilizzare”*, sulla scorta del vigente Piano delle Cave redatto dalla Regione Siciliana – Assessorato all'Industria.

La ricerca di tipo documentale è stata effettuata utilizzando un criterio di idoneità dei materiali da estrarre e di possibile contestuale vicinanza alle aree d'intervento.

Tra i materiali ritenuti idonei, si è preferito fare riferimento alle rocce sedimentarie, escludendo in questa fase quelle metamorfiche, che in taluni casi potrebbero comportare problemi di foliazione.



Le rocce sedimentarie lapidee oggetto di attività estrattiva nel comprensorio studiato sono prevalentemente le rocce calcaree e quelle quarzarenitiche, dei domini sedimentari dei Monti Peloritani, entrambe dotate di elevata resistenza alle sollecitazioni meccaniche e dunque idonee all'utilizzo sottomarino.

Si sono a questo punto sovrapposti questi requisiti di ordine geomeccanico (alta resistenza alle sollecitazioni meccaniche, massività, assenza di materiali fini, ecc.) al contesto dei dati contenuti nel Piano Cave ed alle relative cartografie.

Si sono escluse a priori dall'elenco delle possibili cave alle quali attingere quelle la cui attività si configura commercialmente nei materiali lapidei di pregio.

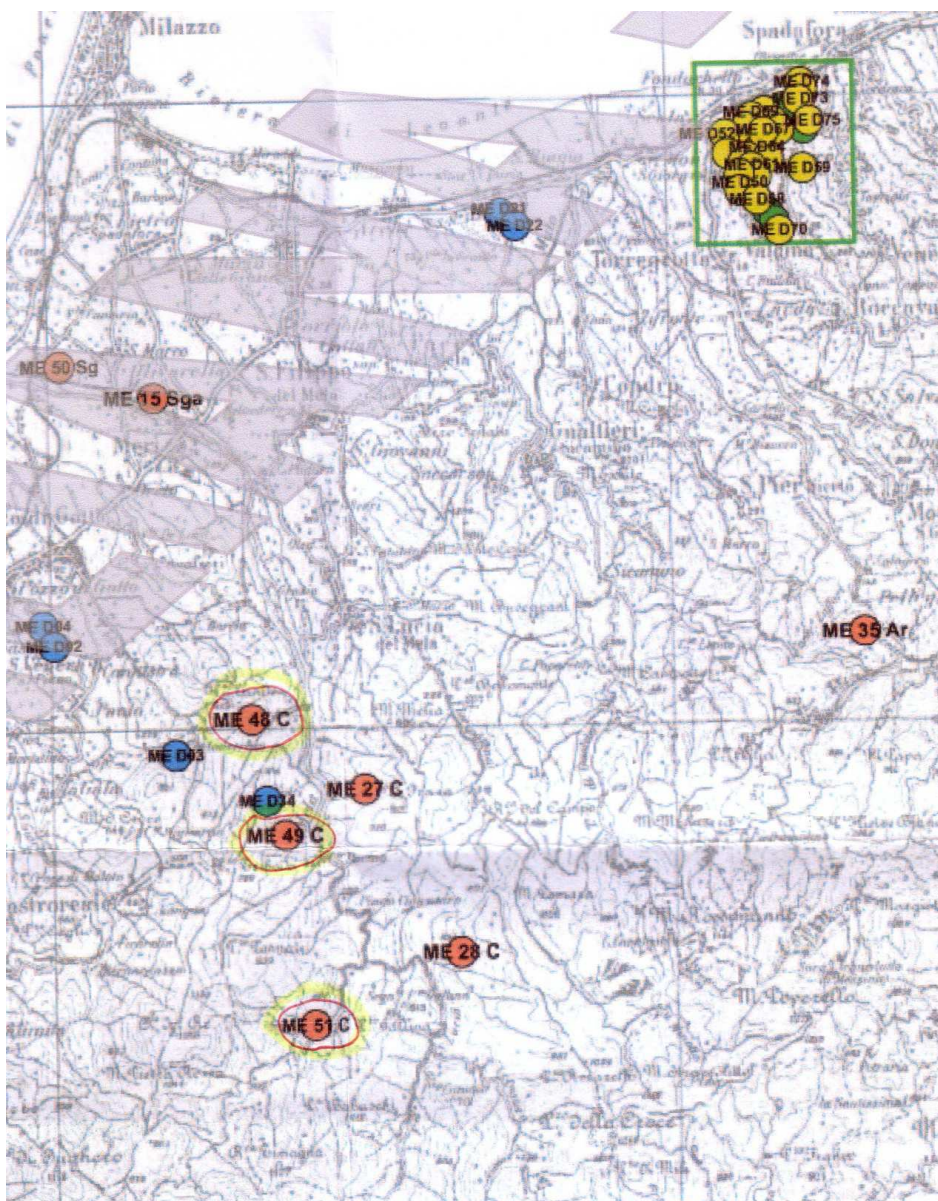
Dalla consultazione dettagliata delle cartografie si è constatato che, tra quelle che estraggono calcari e quarzareniti, solo alcune cave sono ancora attive ed in particolare esse si riferiscono esclusivamente alle rocce calcaree.

Sono state individuate sostanzialmente cinque cave, una in territorio di Barcellona Pozzo di Gotto, in località Lando, due in territorio di S. Lucia del Mela, in località Inardo ed in località Fanuso, e due in territorio di Torrenova, in località Bicurca ed in località Piano Grilli.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>TITOLO DEL DOCUMENTO</b>	<i>Codice documento</i> CZV0932	<i>Rev</i> FO	<i>Data</i> 31/05/2012

Le cinque cave, che afferiscono a quattro diversi esercenti, sono individuate rispettivamente con le sigle *ME48*, *ME 49*, *ME51* (rif. F. 253 Castoreale del Piano Cave della Regione Sicilia), *ME 39* e *ME40* (rif. F. 252 Naso del Piano Cave della Regione Sicilia).

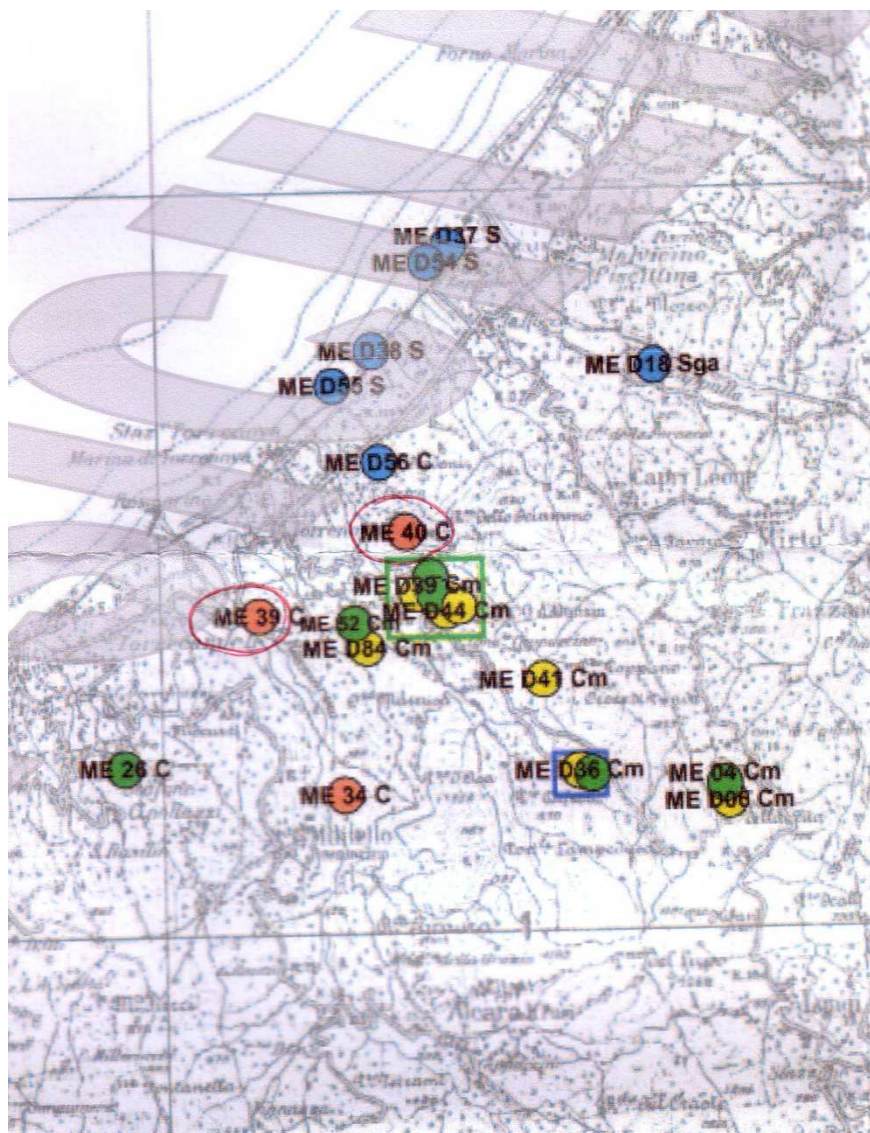
Nelle figure alle pagine seguenti sono contenuti gli stralci del Piano delle Cave ai quali ci si riferisce (rif. Tavola “Ubicazione delle cave attive e dismesse”).



**Stralcio del Piano Cava – F. 253 “Castoreale”**





		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>STUDIO GEOLOGICO</b>		<i>Codice documento</i> CZV0932	<i>Rev</i> FO	<i>Data</i> 31/05/2012



**Stralcio del Piano Cava – F. 252 “Naso”**

Le cinque cave individuate o solo qualcuna di esse potrebbero soddisfare la richiesta di pietrame da 50 – 100 mm (53.800 ton), di pietrame da 5 – 50 kg (14.800 ton), di scogli da 100 – 500 kg (31.900 ton) e di scogli da 1000 – 3000 kg (126.700 ton).

Per gli scogli di maggiori dimensioni, ovvero quelli da 3000 – 7000 kg (230.700 ton) si potrebbe fare riferimento ai basalti estratti nell’area etnea, le cui cave, seppure si trovino a

		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p>		
<p align="center">TITOLO DEL DOCUMENTO</p>	<p><i>Codice documento</i>  CZV0932</p>	<p><i>Rev</i>  FO</p>	<p><i>Data</i>  31/05/2012</p>	

maggior distanza dalle aree d'intervento, sono forse maggiormente in grado di soddisfare alla specifica esigenza tecnica.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>STUDIO GEOLOGICO</b>		<i>Codice documento</i> CZV0932	<i>Rev</i> FO	<i>Data</i> 31/05/2012

## 14 Conclusioni

Lo studio condotto, propedeutico alla progettazione definitiva delle opere di ripascimento litorale e di costruzione del pontile a mare, ha portato alla definizione di tutte le caratteristiche di ordine geologico, nell'accezione più ampia del termine, necessarie a verificarne la compatibilità. Corredato dai risultati di una campagna d'indagini geognostiche, geotecniche, sismiche ed ambientali, esso ha permesso di definire con un buon grado di dettaglio il modello geologico dei luoghi, fornendo ai progettisti un quadro di riferimento completo.

Il contesto è apparso piuttosto omogeneo dal punto di vista litologico e strutturale, dove non si riscontrano particolari problematiche di ordine applicativo, né scenari di rischio in chiave sismica; tuttavia esso non è del tutto scevro da situazioni ambientali per le quali è richiesta una particolare attenzione.

Tutti i fattori di conoscenza specifica dell'ampia area in argomento, compresi quelli relativi a studi precedenti messi a disposizione dello scrivente, sono stati in definitiva analizzati ed illustrati, allo scopo di fornire un valido supporto alla loro comprensione ed alla loro corretta utilizzazione e per indicare anche, per quanto di competenza dello scrivente, alcune prescrizioni di carattere tecnico ed ambientale, che dovranno essere sviluppate nel dettaglio nell'attuale livello di progettazione, nella successiva fase progettuale ed in quella di esecuzione delle opere.

Palermo, 28 maggio 2012

**Gian Vito Graziano**  
*geologo*