

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
ATI PRO-GLOBAL
Ing. B. Polifroni n° A1845
Arch. S. Fedele n° 274

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



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

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

CZV0662_F0

<i>Unità Funzionale</i>	COLLEGAMENTI VERSANTE CALABRIA
<i>Tipo di sistema</i>	CANTIERI
<i>Raggruppamento di opere/attività</i>	SITI DI RECUPERO AMBIENTALE E PRODUZIONE INERTI
<i>Opera - tratto d'opera - parte d'opera</i>	SITI DI RECUPERO AMBIENTALE
<i>Titolo del documento</i>	CRA 3 - PETTO - RELAZIONE GEOLOGICA

CODICE

C G 1 4 0 0 P R X V C C Z C 4 S D 2 0 0 0 0 0 0 1 F 0

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
F0	08/06/2012	EMISSIONE FINALE	SURACE	G. POLIFRONI	B. POLIFRONI

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CRA 3 - RELAZIONE GEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CG1400PRXVCCZC4SD20000001	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 08/06/2012

INDICE

INDICE		3
1. PREMESSA		5
2. UBICAZIONE GEOGRAFICA.....		5
3. GEOMORFOLOGIA.....		7
4. COMPATIBILITA' CON IL P.A.I.....		9
5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....		9
6. CIRCOLAZIONE IDRICA SUPERFICIALE.....		11
7. CIRCOLAZIONE IDRICA SOTTERRANEA.....		13
8. INQUADRAMENTO TETTONICO E SISMICITA' DEL TERRITORIO.....		13
9. PIANO DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE		17
10. CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SOTTOSUOLO.....		19
11. FATTIBILITA' GEOLOGICA DELL'INTERVENTO.....		19

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CRA 3 - RELAZIONE GEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CG1400PRXVCCZC4SD20000001	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 08/06/2012

1. PREMESSA

La presente indagine viene redatta a supporto del Progetto Definitivo di due depositi, CRA3 temporaneo e CRA3 definitivo, di "Rocce e Terre da Scavo" - D.Lgs. 152/2006, che dovranno provenire dalla realizzazione del progetto del Ponte sullo Stretto di Messina.

Lo studio geologico è stato impostato nel rispetto della normativa vigente, e le indagini svolte hanno consentito di definire:

- l'assetto geomorfologico, i processi morfogenetici ed i dissesti in atto o potenziali (e la loro tendenza evolutiva) del territorio interessato dall'intervento in progetto;
- i caratteri lito-stratigrafici generali e locali, con definizione dell'origine e natura dei litotipi presenti nelle aree interessate, della loro distribuzione spaziale, del loro stato di alterazione e fratturazione e della loro degradabilità;
- l'andamento litostratigrafico dei terreni interessati dalle opere in progetto;
- i lineamenti tettonici, geostrutturali e sismici generali, nonché la geometria e le caratteristiche delle superfici di discontinuità in genere;
- lo schema idrologico superficiale e idrogeologico sotterraneo;
- le condizioni di stabilità delle zone interessate;
- le caratteristiche geomeccaniche degli stessi terreni e i loro parametri geotecnici.

Lo studio si è svolto secondo il seguente iter:

- Rilevamento geologico di superficie, confrontato con le informazioni desunte dalla cartografia ufficiale e dalla bibliografia esistente.
- Piano di indagini in situ basato su: prospezione sismica con metodologia MASW.

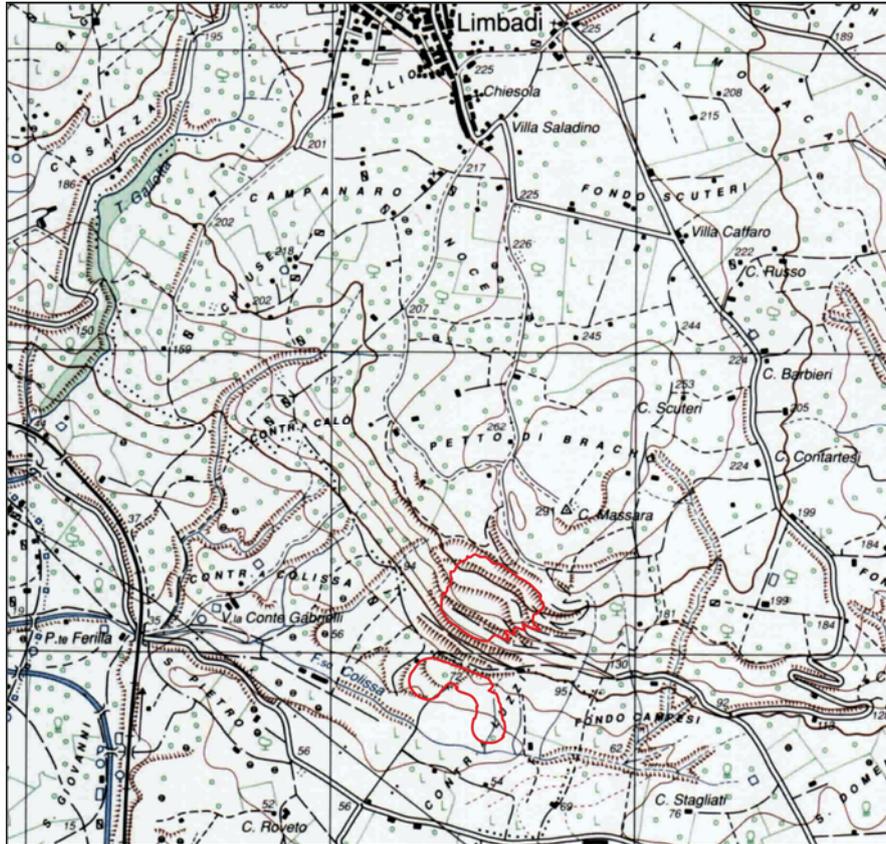
2. UBICAZIONE GEOGRAFICA

I siti in progetto dovranno essere realizzati in località Petti nel territorio del comune di Limbadi (VV).

L'area di deposito definitivo si trova su un versante ed occupa lo scavo di un'ex cava, mentre l'area di deposito temporaneo si trova nella pianura immediatamente sottostante.

Dal punto di vista geografico rientrano nella Tavoletta *Nicotera*, Foglio n. 582 – Sez. I della Carta d'Italia I.G.M. 1:25.000 e sono posti alla quota altimetrica di circa 130 m s.l.m. (CRA3 definitivo) e

di 72 m s.l.m. (CRA3 temporaneo).



Per una più dettagliata ubicazione dei siti nel contesto geografico di appartenenza si rimanda alla cartografia di progetto.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CRA 3 - RELAZIONE GEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CG1400PRXVCCZC4SD20000001	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 08/06/2012

3. GEOMORFOLOGIA

▪ Deposito CRA3 definitivo

L'area si trova sul fianco meridionale di un rilievo collinare modellato su roccia granitica, oggetto in passato di un'intensa attività estrattiva che ha modificato in modo vistoso l'originario assetto morfologico. Nella situazione attuale si riscontra una depressione a forma di anfiteatro aperta verso SW, che inizia con un'ampia superficie pianeggiante delimitata verso monte da quattro gradoni principali di scavo che si innalzano con pedate ed alzate variabili fino a circa 15 m.

Le proprietà geotecniche della roccia affiorante rendono tendenzialmente stabile l'assetto geostatico globale delle scarpate che delimitano lo scavo. Localmente, alla base dei gradoni, è visibile qualche isolato blocco roccioso il cui distacco è favorito dall'elevata fratturazione e dal rimaneggiamento della roccia affiorante avvenuto nelle passate operazioni di scavo. Al momento dell'osservazione tale fenomeno può essere considerato quiescente e non desta alcun pericolo per i lavori di abbancamento in quanto la pendenza media dei fronti di scavo non supera i 35°. Inoltre, i lavori non comporteranno alcuna modifica della configurazione morfologica delle scarpate e le stesse, a sistemazione ultimata, assumeranno un assetto geostatico più stabile rispetto a quello esistente. Per il resto non sono stati rilevati fenomeni di dissesto in atto o potenziali che possano limitare la fattibilità dell'intervento in progetto.



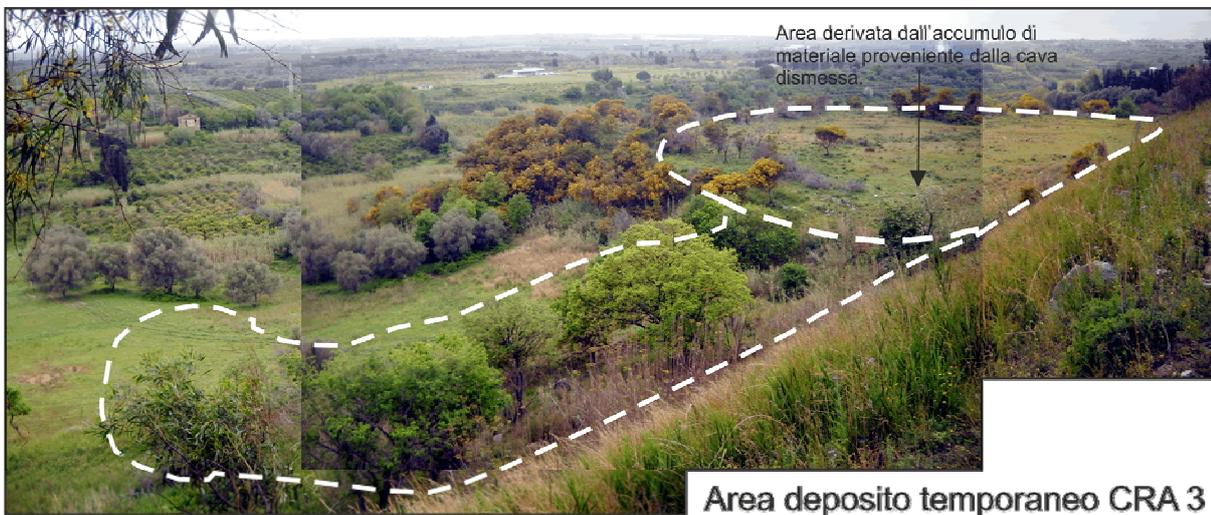
		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CRA 3 - RELAZIONE GEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CG1400PRXVCCZC4SD20000001	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 08/06/2012

▪ **Deposito CRA3 temporaneo**

L'area di interesse si trova immediatamente a valle del sito precedente, ai piedi del pendio che segna l'inizio delle Piana di Gioia Tauro. Una parte dell'area di utilizzo deriva da una superficie di circa un ettaro creata dall'accumulo dello sterile di scopertura proveniente dalla soprastante cava dismessa. Si tratta di un ripiano delimitato da scarpate formatesi dall'accumulo del materiale, che hanno un'altezza variabile fino a circa 12 m e un'inclinazione di circa 33°. La parte restante del sito si sviluppa in continuità con la precedente area nella fascia di territorio che funge da raccordo tra il versante e la Piana di Gioia Tauro.

L'area interessata non presenta fenomeni di dissesto in atto e nel complesso mantiene un'assetto geostatico tendenzialmente stabile. Anche le scarpate che delimitano il ripiano di accumulo del materiale di scopertura dell'ex cava si mantengono sostanzialmente stabili, a parte qualche settore in cui si riscontrano i segni di limitati smottamenti superficiali della coltre di terreno vegetale.

La stabilità geomorfologica di questo settore del territorio è resa evidente dal deposito esistente, che negli anni non ha determinato nessuna forma di dissesto nelle aree circostanti.



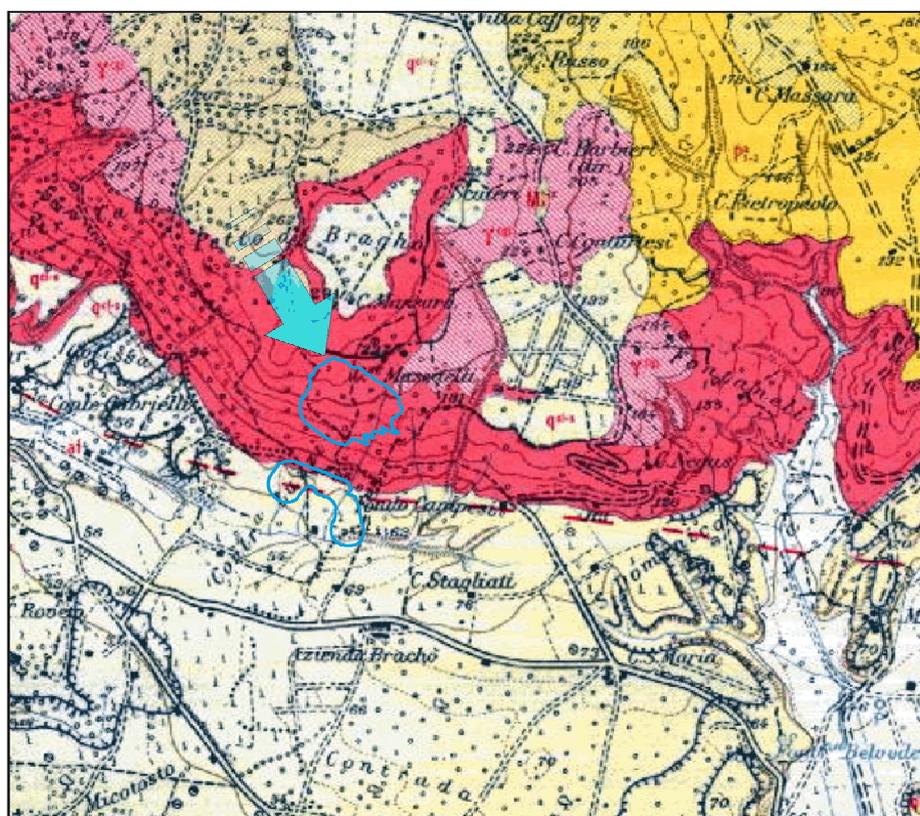
		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CRA 3 - RELAZIONE GEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CG1400PRXVCCZC4SD20000001	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 08/06/2012

4. COMPATIBILITA' CON IL P.A.I.

Dalla lettura degli elaborati grafici pubblicati dall'*Autorità di Bacino della Calabria (A.B.R. Calabria)*, per quanto concerne il *Piano per l'Assetto Idrogeologico P.A.I.* (ved. relative cartografie allegate al progetto), si evince che tutta l'area esaminata non è sottoposta ad alcun tipo di vincolo idrogeologico.

5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Secondo le indicazioni riportate sulla Carta Geologica della Calabria 1:25.000 - (Tavoletta *Limbadi*) e dal rilievo geologico eseguito, il substrato dell'area in cui si dovrà realizzare il deposito definitivo è composto da rocce granitiche, mentre quello del deposito temporaneo è composto dal materiale di risulta proveniente dall'ex cava dismessa e da una formazione pleistocenica di ambiente alluvionale.



INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE
Stralcio della Carta Geologica della Calabria 1:25.000
Foglio 246 - Tavoleta: Limbadi IV S.O.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CRA 3 - RELAZIONE GEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CG1400PRXVCCZC4SD20000001	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 08/06/2012

L'assetto geolitologico dell'area considerata risulta definito dalle seguenti formazioni:

- **Complesso di rocce granitiche γ**

Questo complesso cristallino, di età paleozoica, è formato da rocce intrusive di composizione granitica. La roccia affiorante risulta fortemente fratturata a seguito delle intense vicissitudini tettoniche subite durante le orogenesi ercinica ed alpina. Inoltre, trattandosi di masse plutoniche, bisogna tenere presente che sono numerose anche le fessurazioni per raffreddamento e consolidamento del magma.

A questa profonda disgregazione meccanica si accompagna sempre un'alterazione chimico - fisica molto spinta, causata dagli agenti atmosferici. Il fenomeno, conosciuto come "arenizzazione dei graniti", appare generalmente limitato alla parte più superficiale dell'ammasso roccioso, dove la decompressione naturale dei versanti, allentando i giunti di fratturazione, determina una maggiore permeabilità ed una più diffusa circolazione delle acque meteoriche. Nell'area esaminata la coltre di alterazione è stata completamente rimossa dalle passate operazioni di scavo e nell'area direttamente interessata dal deposito affiora direttamente la roccia inalterata.



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CRA 3 - RELAZIONE GEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CG1400PRXVCCZC4SD20000001	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 08/06/2012

- **Deposti continentali rossastri q^{c1-s}**

Si tratta di sedimenti molto eterogenei sotto il profilo granulometrico, composti essenzialmente da sabbia argillosa di colore giallo – rossastro con locali intercalazioni di ghiaia, ciottoli e blocchi di roccia cristallina sub arrotondati fino a 30 cm di diametro; sono molto frequenti anche lenti e intercalazioni costituite da sabbia limosa e da argilla limoso - sabbiosa.

La dimensione grossolana dei sedimenti testimonia ambienti di sedimentazione ad elevata energia della corrente, legati molto probabilmente a paleo corsi d'acqua di tipo "braided streams". La loro età deposizionale è fatta risalire al Pleistocene medio - superiore.

I sedimenti, a causa della loro eterogeneità granulometrica non presentano in affioramento piani di stratificazione significativi.

Lo spessore di questa formazione raggiunge valori variabili fra 15 e 20 m.

- **Sabbie argillose ps^{2-3}**

Questa formazione non affiora nell'ambito dell'area d'intervento (CRA3 temporaneo) e nei suoi dintorni significativi, ma forma il substrato profondo su cui poggia la formazione precedente.

Si tratta di una formazione di ambiente marino poco profondo che si è depositata nel bacino sedimentario della Piana di Gioia Tauro durante il Pliocene superiore. Dal punto di vista litologico è composta da sabbia di color biancastro o giallastro più o meno argillosa con una granulometria medio – fine, localmente legata da una debole cementazione calcarea che da origine a strati arenacei poco continui. La formazione in profondità tende a diventare gradualmente più argillosa fino a sfumare in depositi argillosi di mare profondo.

La mancanza di affioramenti non rende possibile valutare con certezza l'assetto stratigrafico, ma in generale tende ad immergere verso SW con un'inclinazione variabile fra 5 e 10 °.

6. CIRCOLAZIONE IDRICA SUPERFICIALE

La circolazione idrica superficiale si esplica attraverso alcuni fossi che prendono origine dall'altopiano presente a monte dell'ex cava, incidono il versante e confluiscono a valle nel fosso Colissa. Queste linee d'impluvio sono lontane e non possono in alcun modo influenzare l'assetto geostatico delle aree impegnate dai depositi in progetto.

Diverso è l'impatto che questi impluvi hanno sulla strada di accesso che dalla strada provinciale per Limbadi conduce verso l'area dell'ex cava, che nel suo sviluppo a mezzacosta attraversa nell'ordine i fossi Colissa, Sposari e Campesi. Si tratta di fossi dal deflusso effimero che si verifica

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CRA 3 - RELAZIONE GEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CG1400PRXVCCZC4SD20000001	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 08/06/2012

solo in concomitanza di eventi piovosi prolungati, tuttavia le acque che scorrono al loro interno hanno un'elevata capacità erosiva legata alla forte inclinazione del territorio. Nei punti di attraversamento dovranno essere previste delle adeguate opere di protezione della carreggiata, che erano già state a suo tempo realizzate ed attualmente sono state distrutte dalle acque o non più efficienti per la mancanza di manutenzione.

Nelle aree interessate dai depositi affluisce solamente l'acqua piovana che cade al loro interno mentre non si registrano apporti significativi dalle zone circostanti, anche perché qualitativamente l'aliquota dell'infiltrazione efficace può essere stimata molto alta. E' comunque opportuno, limitatamente al deposito definitivo, prevedere la realizzazione di un cunettone perimetrale che intercetti le acque piovane provenienti dai settori dell'ex cava che non verranno impegnate per lo stoccaggio del materiale.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CRA 3 - RELAZIONE GEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CG1400PRXVCCZC4SD20000001	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 08/06/2012

7. CIRCOLAZIONE IDRICA SOTTERRANEA

Nel settore dove sarà realizzato lo stoccaggio definitivo l'assetto idrogeologico è definito dall'affioramento di roccia granitica, che in base alle caratteristiche geolitologiche e geochemiche, presenta una permeabilità secondaria per fessurazione. La roccia è praticamente impermeabile alla scala del singolo campione, mentre permette l'infiltrazione e lo spostamento di acqua soltanto nei diversi sistemi di discontinuità che la attraversano (diaciasi, faglie, fessure da raffreddamento). Ai margini dell'area di deposito, dove la roccia granitica appare ridotta ad un sabbione pseudo coerente, si può instaurare anche una circolazione idrica per porosità.

Nel complesso si tratta sempre di una permeabilità decrescente con la profondità; infatti, a quote maggiori di 70 - 80 m le fessure orizzontali o suborizzontali tendono a chiudersi per effetto della pressione geostatica, mentre permangono solo fessure verticali o subverticali dovute a faglie o al raffreddamento della massa magmatica. Nella zona esaminata e in quelle circostanti non sono state rinvenute sorgenti che evidenziano la presenza di una rete acquifera sotterranea, che possa in qualche modo influenzare l'assetto geostatico dell'area impegnata dal deposito.

Per il settore interessato dal deposito temporaneo, l'assetto idrogeologico è definito dall'affioramento di terreni sedimentari di natura alluvionale, caratterizzati da una permeabilità media anche se molto discontinua verticalmente per l'elevata variabilità granulometrica dei sedimenti. L'acqua meteorica che penetra in questo complesso alluvionale percola in profondità fino ad incontrare una formazione sabbiosa di età pliocenica caratterizzata da una permeabilità medio - alta che favorisce una circolazione idrica molto profonda. Nella zona a valle dell'area esaminata sono presenti numerosi pozzi ad uso irriguo che intercettano falde acquifere poste ad almeno 50 m di profondità dalla quota campagna.

8. INQUADRAMENTO TETTONICO E SISMICITA' DEL TERRITORIO

▪ INQUADRAMENTO TETTONICO – STRUTTURALE GENERALE

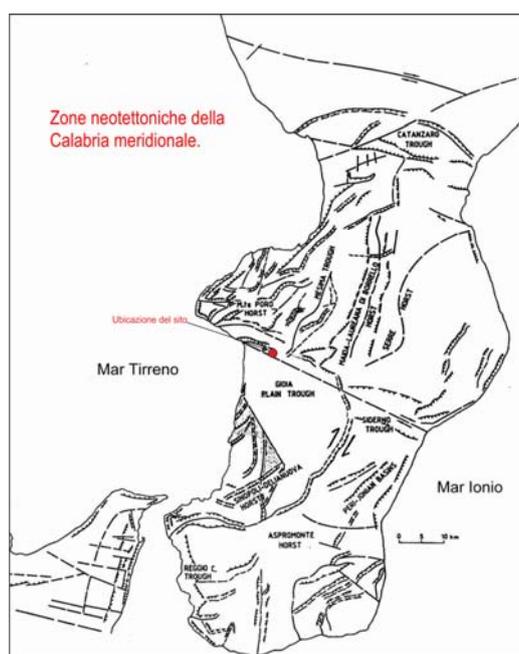
L'area calabrese viene considerata in letteratura (Ogniben,1973) come un asse di sollevamento isostatico e di corrugamento geosinclinalico.

L'assetto strutturale regionale è dovuto in parte al ciclo orogenetico ercinico e, soprattutto a quello alpino, con contatti tra i vari complessi strutturali solitamente di tipo tettonico. La fase orogenetica iniziata nel Pleistocene inferiore, denominata "fase neotettonica", ha determinato un forte e rapido sollevamento isostatico regionale. Per la Calabria meridionale le velocità di sollevamento variano da un minimo di 0,06 mm/anno ad 1,5 milioni di anni fa', fino a 1,5 mm/anno

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CRA 3 - RELAZIONE GEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CG1400PRXVCCZC4SD20000001	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 08/06/2012

a 0,8 milioni di anni, con valori massimi registrati nel massiccio dell'Aspromonte, (F. Ghisetti, 1980). Tale sollevamento è stato quantificato in circa 1.200 metri nell'arco degli ultimi 800 mila anni. Esso ha coinvolto terreni di varia età, fratturando e disarticolando gli affioramenti rocciosi e producendo le profonde incisioni ove scorrono gli attuali corsi d'acqua.

L'area esaminata si colloca nella parte nord - occidentale della fossa tettonica della Piana di Gioia Tauro in prossimità di una linea tettonica orientata in direzione WNW - ESE, che delimita il pilastro tettonico (horst) di monte Poro e delle Serre, e si estende dal mare Tirreno al mare Jonio. Si tratta di una faglia che, con meccanismo normale, ribassa repentinamente il basamento granitico paleozoico e delimita il settore settentrionale del graben della Piana di Gioia Tauro riempito dai terreni del ciclo sedimentario pliocenico-quadernario.



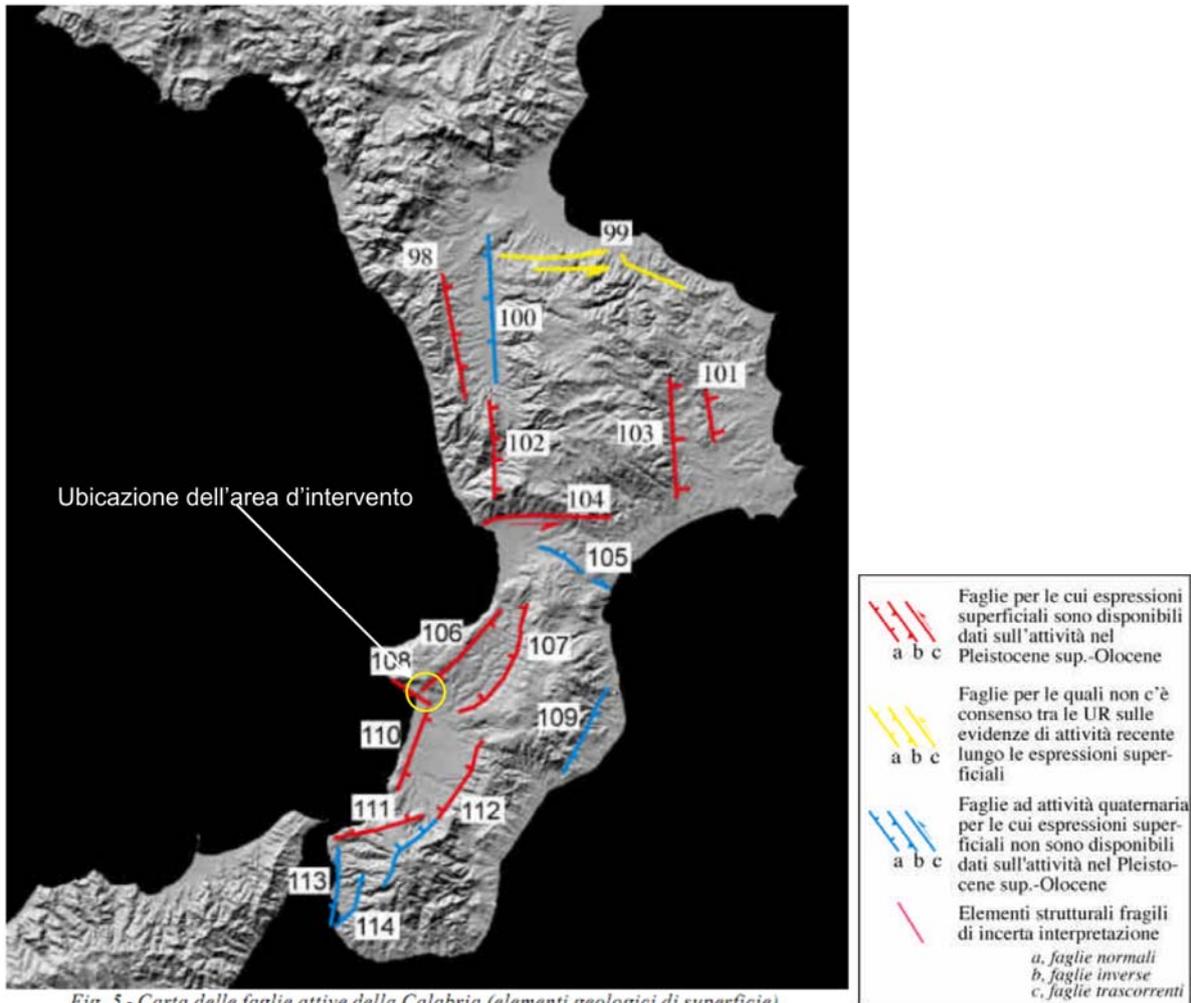
Questa faglia, che attraversa l'area in cui sarà realizzato il deposito temporaneo, è stata certamente attiva in epoca neotettonica, come dimostra la presenza dei depositi alluvionali pleistoceni q^{cl-s} sull'altopiano alle spalle dell'ex cava, che sono stati innalzati da 50 m fino a circa 300 m. Inoltre, viene considerata come una *faglia attiva e capace*¹, intendo con tale definizione una faglia che presenta segni evidenti di slittamenti avvenuti nel corso degli ultimi 10.000 anni. Pertanto cui in base alle conoscenze disponibili si ritiene che sia capace di movimenti di intensità tale da generare un terremoto.

Tuttavia trattandosi di un deposito a carattere provvisorio, si ritiene che l'intervento in progetto sia

¹ F. Galadini, C. Meletti, E. Vittori: Stato delle conoscenze sulle faglie attive in Italia: elementi geologici di superficie – (2001)

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CRA 3 - RELAZIONE GEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CG1400PRXVCCZC4SD20000001	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 08/06/2012

compatibile con la presenza della citata linea di faglia.



Tratte da: ¹ F. Galadini, C. Meletti, E. Vittori, *op. cit.*

▪ SISMICITÀ LOCALE

In virtù della complessa conformazione geo-tettonica regionale e dell'assetto tettonico - strutturale locale, l'area d'interesse si inserisce all'interno di un territorio caratterizzato da un'elevata sismicità e da un alto rischio sismico.

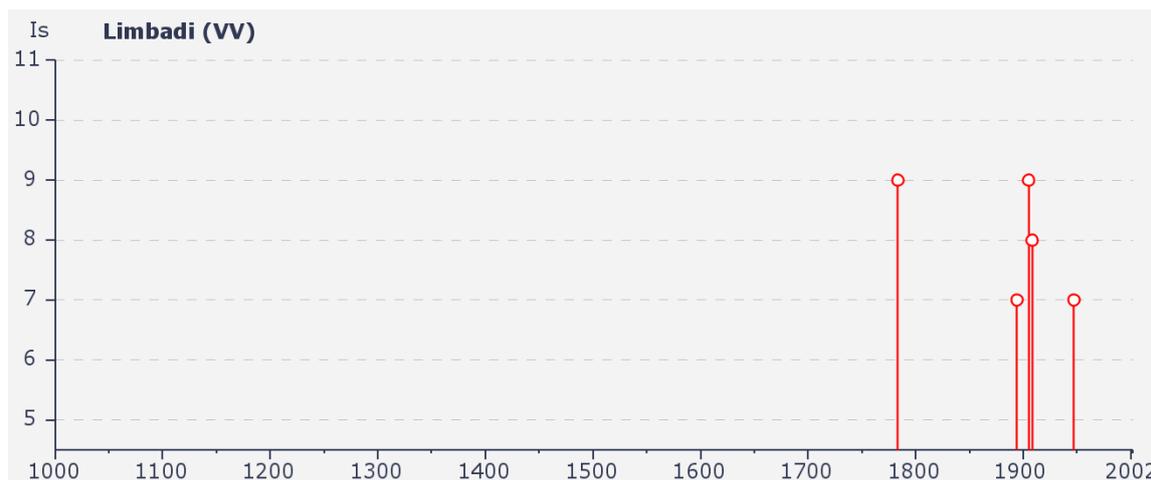
La sismicità storica del Comune di Limbadi è stata desunta dal database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del catalogo parametrico CPTI04, realizzato nell'ambito delle attività del TTC (Tema Trasversale Coordinato) "Banche dati e metodi macrosismici" dell'INGV.

Ciò che emerge dalla lettura della tabella è che il territorio comunale di Limbadi non è stato sede di epicentri dei più forti terremoti storici, ma sicuramente ne ha subito gli effetti.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CRA 3 - RELAZIONE GEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CG1400PRXVCCZC4SD20000001	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 08/06/2012

Per quanto riguarda invece l'attività sismica più recente, da dati desunti dalla letteratura specializzata consultata, risulta che negli ultimi decenni non sono stati registrati eventi sismici di rilievo riguardanti il comprensorio di Limbadi.

Diagramma rappresentante la storia sismica dell'abitato di **Limbadi**



Eventi sismici di maggiore intensità verificatisi nell'abitato di Limbadi (RC)
(Mw Magnitudo momento; Io Intensità epicentrale; Is intensità al sito)

Effects	Earthquake occurred:					
Is	Anno Me Gi Or	Area epicentrale	Studio	nMDP	Io	Mw
10 -11	1783 02 05 12	Calabria	CFTI	357	11	6.91
7-8	1894 11 16 17 52	Calabria meridionale	CFTI	299	8-9	6.05
7-8	1905 09 08 01 43 11	Calabria	CFTI	827	11	7.06
8	1908 12 28 04 20 27	Calabria meridionale	CFTI	786	11	7.24
5	1975 01 16 00 09 45	Stretto di Messina	CFTI	346	7-8	5.38
5	1978 03 11 19 20 44	Calabria meridionale	CFTI	126	8	5.36
4	1980 11 23 18 34 52	Irpinia-Basilicata	CFTI	1317	10	6.89

Con il Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008 sono state approvate le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, che introducono il concetto di pericolosità sismica di base in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

Il D.M. 14/01/2008 introduce per ogni sito un nuovo metodo di calcolo dell'azione sismica che considera una maglia elementare di riferimento. La maglia tipica è grosso modo quadrata con lato di 5,5 Km circa, quindi, in base alle coordinate geografiche del sito (latitudine e longitudine) si è in grado di determinare quale terremoto ha una certa probabilità di verificarsi. Inoltre, anche la conoscenza di eventi sismici remoti consente di meglio stimare le accelerazioni di picco al suolo (ag) i fattori amplificativi degli spettri (Fo) ed i periodi Tc* relativi a ciascun possibile sito, ovvero i tre parametri da cui discende lo spettro di risposta usato nella determinazione delle azioni sismiche.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CRA 3 - RELAZIONE GEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CG1400PRXVCCZC4SD20000001	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 08/06/2012

Per la conoscenza dei parametri spettrali, che sono calcolati in automatico attraverso un programma che fa riferimento alle coordinate geografiche del sito interessato, si rimanda agli elaborati riguardanti i calcoli strutturali di eventuali opere in progetto.

- **LIQUEFAZIONE DEI SOTTOFONDI**

Nell'area interessata dal deposito definitivo lo sviluppo del fenomeno di liquefazione è da escludere completamente in quanto il substrato è costituito da roccia granitica.

Nel deposito temporaneo il modello geologico è formato da depositi pleistocenici di ambiente alluvionale, in cui prevalgono litotipi ad elevata componente pelitica, molto eterogenei dal punto di vista granulometrico, con la falda acquifera posizionata ad una profondità superiore ai 50 m dal piano campagna. Tali condizioni rendono il sito considerato poco suscettibile alla liquefazione e pertanto è non stata effettuata alcuna verifica del relativo rischio.

9. PIANO DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE

In questa fase progettuale, non sono state eseguite indagini geognostiche finalizzate alla valutazione dell'assetto litostratigrafico ed idrogeologico del volume di terreno significativo dell'intervento in progetto. Tale scelta viene motivata dalle seguenti considerazioni:

- il sito impegnato dal deposito definitivo prende origine da un'ex cava di versante utilizzata per l'estrazione di materiale inerte (granito) di cui si conosce la natura dei terreni, almeno fino alla profondità di circa 100 m;
- per il sito da utilizzare come deposito temporaneo l'assetto litostratigrafico, almeno nei suoi lineamenti generali, risulta facilmente ricostruibile dalla cartografia geologica ufficiale, dal rilievo geologico e da informazioni ottenute da altre indagini eseguite in aree limitrofe.

Anche per la valutazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni che formano il volume significativo dei siti in esame non sono state eseguite delle apposite indagini, per le seguenti motivazioni:

- per il sito definitivo trattandosi di un'ex area di cava, l'abbancamento dei materiali non determina alcun incremento significativo della pressione litostatica sul terreno di appoggio. Al termine dei lavori non saranno mai superati i carichi agenti prima dell'inizio delle operazioni di estrazione. Inoltre, il substrato di appoggio è formato da roccia granitica che come noto presenta un'elevatissima resistenza al carico;

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CRA 3 - RELAZIONE GEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CG1400PRXVCCZC4SD20000001	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 08/06/2012

- per il sito temporaneo la solidità del terreno di appoggio è già stata verificata con l'abbancamento del materiale di risulta proveniente dall'ex cava: dopo oltre trenta anni nell'area considerata non si sono manifestati dissesti franosi o cedimenti del sottofondo del materiale accumulato.
- l'intervento in progetto non prevede la realizzazione di opere d'arte significative;

Per la caratterizzazione sismica del sottosuolo, prevista dal D.M. 14/01/2008 nell'area impegnata dal deposito definitivo è stata eseguita una prova sismica masw, i cui risultati sono riportati nella *Relazione sulla pericolosità sismica*. Nell'area utilizzata per il deposito temporaneo non è stato ritenuto necessario eseguire la prova, ma si è fatto riferimento a dati di prove sismiche eseguite nelle zone limitrofe.

Tenendo presente la complessità geologico - strutturale dell'area di studio, le informazioni reperite e le indagini eseguite (prova Masw) , si ritiene che il modello geologico ricostruito abbia una sufficiente attendibilità per questa fase dell'intervento in progetto. Nel livello successivo della progettazione le indagini potranno eventualmente essere integrate e completate.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CRA 3 - RELAZIONE GEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CG1400PRXVCCZC4SD20000001	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 08/06/2012

10. CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SOTTOSUOLO

La classificazione riguarda *i terreni compresi tra il piano di imposta delle opere in progetto ed un substrato rigido di riferimento (bedrock)*, ossia quelli presenti ad una profondità commisurata all'estensione ed all'importanza dell'opera. La classificazione può essere basata sulla stima dei valori della velocità media delle onde sismiche di taglio V_s , se disponibile, ovvero sul numero medio di colpi N_{SPT} ottenuti in una prova penetrometrica dinamica (per terreni granulari) ovvero sulla coesione non drenata media C_u (per terreni prevalentemente coesivi).

Per il progetto in esame la valutazione è stata ottenuta secondo l'approccio semplificato previsto dal § 3.2.2 delle NTC.

La velocità delle onde di taglio V_{s30} è stata definita mediante una prospezione sismica con metodologia Multichannel Analysis Of Surface Waves (MASW), che si basa sullo studio della dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di tipo Rayleigh (R).

Per il rilievo della velocità del moto del suolo sono stati utilizzati di 24 canali d'acquisizione (geofoni verticali Geospace con frequenza di oscillazione di 4.5 Hz), adottando una distanza intergeofonica di 2 metri ed un off set di 2 m.

Dai risultati ottenuti dalla prova Masw (valore medio delle **$V_{s30} = 989$ m/sec**), il profilo stratigrafico del sottosuolo di fondazione (quota di riferimento p.c.) può essere assimilato alla:

Categoria 'A'

"Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendente in superficie uno strato di alterazione con spessore massimo pari a 3 m".

Per ulteriori dati si rimanda alla relazione sulla pericolosità sismica di base.

11. FATTIBILITA' GEOLOGICA DELL'INTERVENTO

I siti da utilizzare per lo stoccaggio di terre e rocce da scavo che dovranno provenire dalla realizzazione del progetto del Ponte sullo Stretto di Messina, presentano le seguenti caratteristiche:

Sito di stoccaggio definitivo:

- il sito è posto su un versante di natura granitica che in passato è stato oggetto lavori di scavo per l'estrazione di roccia utilizzata come materiale inerte;

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CRA 3 - RELAZIONE GEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CG1400PRXVCCZC4SD20000001	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 08/06/2012

- l'area presenta una forma ad anfiteatro, con un ripiano principale di circa un ettaro da cui si diparte una serie di quattro gradoni principali di altezza variabile fino a circa 15 m, caratterizzati da un'inclinazione media che non supera i 35°;
- il modello geologico dell'area direttamente impegnata dallo stoccaggio è composto da una formazione granitica molto fratturata ma priva della coltre di alterazione che è stata rimossa durante i lavori di cava;
- le scarpate che delimitano la cava sono tendenzialmente stabili, anche se in alcuni settori si nota la caduta sporadica di qualche blocco roccioso a causa della fratturazione e del rimaneggiamento della roccia affiorante a seguito dello scavo. Tale fenomeno, che all'atto del sopralluogo è stato giudicato quiescente, non comporta particolari rischi durante i lavori per l'abbancamento del materiale;
- i dati acquisiti con una prova sismica Masw, hanno consentito di classificare il suolo di fondazione nella classe "A" ($V_{s30} = 989$ m/sec)".

Sito di stoccaggio provvisorio:

- si trova immediatamente a valle del sito di stoccaggio definitivo, nella zona di transizione morfologica tra il versante e la Piana di Gioia Tauro. L'area di deposito impegna anche un ampio ripiano creato dall'accumulo del materiale sterile di copertura che proveniva dai lavori dell'ex cava;
- il modello geologico di una parte dell'area di stoccaggio è formato dal materiale di risulta dell'ex attività estrattiva, composto da blocchi e ciottoli spigolosi di roccia granitica immersi in una matrice sabbioso – ghiaiosa; nella parte rimanente il substrato geologico è formato da sedimenti alluvionali eterogenei di età pleistocenica, costituiti da sabbie argillose con intercalazioni di ghiaie argilloso - sabbiose e di argilla sabbiosa;
- l'area manifesta un assetto geostatico che può senz'altro essere considerato stabile, come dimostra la mancanza dissesti franosi o cedimenti del materiale già accumulato da oltre trenta anni nello stesso posto.

In base alle considerazioni emerse dall'indagine effettuata, si esprime parere favorevole per la fattibilità geologico - tecnica dell'intervento previsto in progetto. Nel livello successivo di progettazione si chiede la verifica delle conoscenze fin qui acquisite integrandole, all'occorrenza, con altre indagini geognostiche.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CRA 3 - RELAZIONE GEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CG1400PRXVCCZC4SD20000001	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 08/06/2012

Varapodio, li Giugno 2012.

Il geologo
dott. Francesco Surace