


PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA



PROGETTO DEFINITIVO

EUROLINK S.C.p.A.

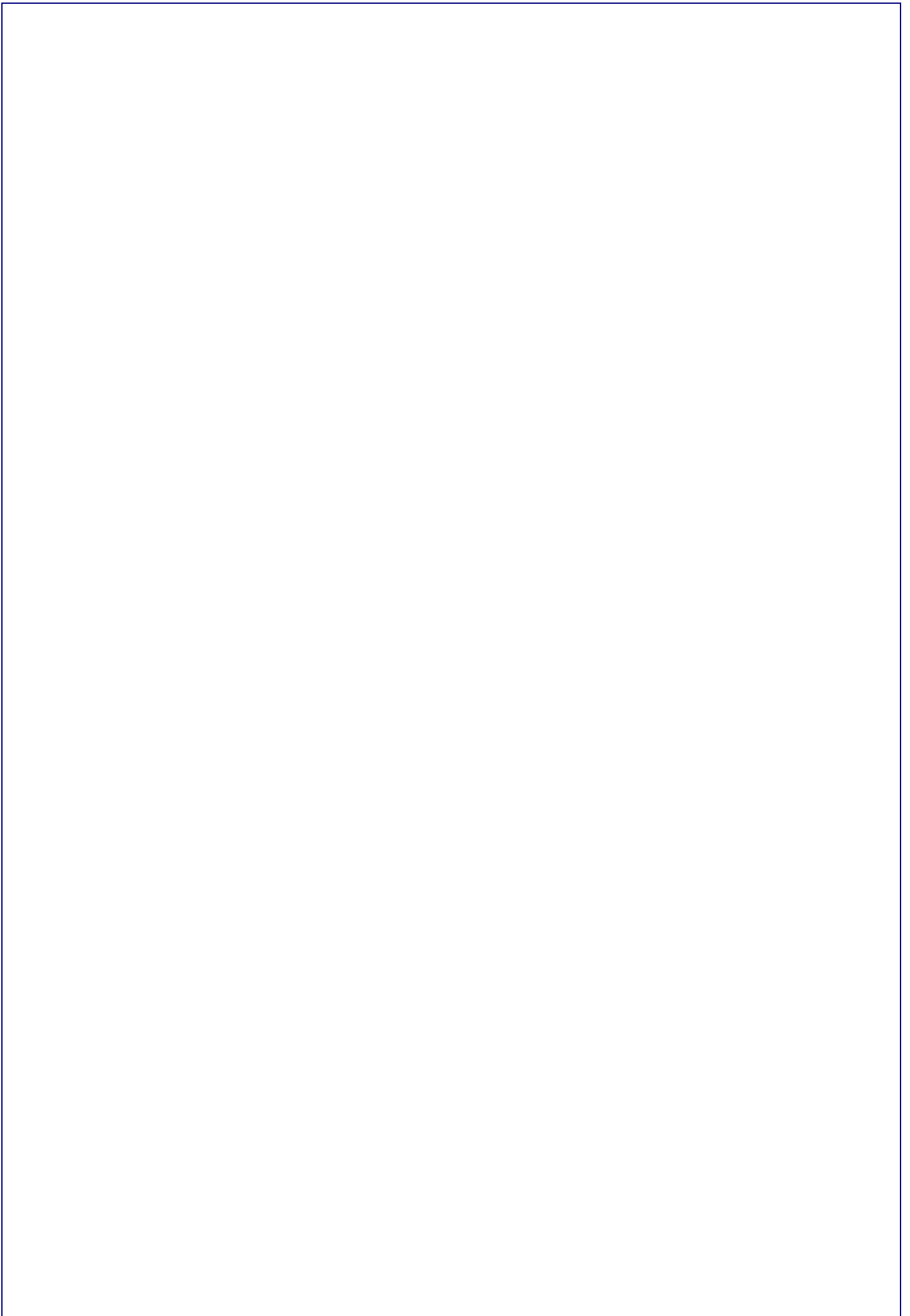
IMPREGILO S.p.A. (MANDATARIA)
 SOCIETÀ ITALIANA PER CONDOTTE D'ACQUA S.p.A. (MANDANTE)
 COOPERATIVA MURATORI E CEMENTISTI - C.M.C. DI RAVENNA SOC. COOP. A.R.L. (MANDANTE)
 SACYR S.A.U. (MANDANTE)
 ISHIKAWAJIMA - HARIMA HEAVY INDUSTRIES CO. LTD (MANDANTE)
 A.C.I. S.C.P.A. - CONSORZIO STABILE (MANDANTE)

<p>IL PROGETTISTA Dott. Geol. F. Bozzano Ordine Geologi Lazio Sez. A elenco speciale n° 270 Dip. Scienze della Terra Università La Sapienza – Roma</p>  <p>CONSULENZA E ASSISTENZA TECNICA nel campo della GEOINGEGNERIA S.p.A. (Dott.Ing.G. Cassani) Ordine Ingegneri Milano n° 20997</p>	<p>IL CONTRAENTE GENERALE</p> <p>Project Manager (Ing. P.P. Marcheselli)</p>	<p>STRETTO DI MESSINA Direttore Generale e RUP Validazione (Ing. G. Fiammenghi)</p>	<p>STRETTO DI MESSINA Amministratore Delegato (Dott. P. Ciucci)</p>
--	--	---	--

Unità Funzionale	COLLEGAMENTI CALABRIA	CB0074_F0
Tipo di sistema	STUDI DI BASE	
Raggruppamento di opere/attività	CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA	
Opera - tratto d'opera - parte d'opera	GENERALE	
Titolo del documento	RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE	

CODICE	C G 0 8 0 0	P	R G	D	C	S B	C 6	G 0	0 0	0 0	0 0	0 1	F0
--------	-------------	---	-----	---	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
F0	20/06/2011	EMISSIONE FINALE	F. BOZZANO	F. PENNINO	E.PAGANI



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

INDICE

INDICE	3
1 Premessa.....	5
1.1 Normativa nazionale di riferimento.....	8
2 Inquadramento geologico – strutturale regionale	9
3 Successione stratigrafica	16
3.1 Substrato cristallino-metamorfico	17
3.2 Conglomerato di Pezzo	22
3.3 Trubi	29
3.4 Formazione di Le Masse	33
3.5 Calcareniti di San Corrado	36
3.6 Sabbie e ghiaie di Messina	40
3.7 Depositi marini terrazzati.....	44
3.8 Depositi alluvionali.....	46
3.9 Eluvio-colluvio	47
3.10 Depositi di piana costiera recenti ed attuali.....	48
3.11 Depositi di versante.....	51
4 Assetto geologico – strutturale di dettaglio	53
5 Ricostruzioni geologiche lungo gli assi delle rampe autostradali e dei rami ferroviari.....	60
5.1 Criteri di costruzione delle sezioni.....	60
5.2 Tracciato autostradale Ramo A.....	63
5.3 Tracciato autostradale Ramo B.....	65
5.4 Tracciato autostradale – rampa C.....	65
5.5 Tracciato autostradale Ramo D.....	66
5.6 Tracciato autostradale – Rampe di raccordo e rampe pedonali di sicurezza (by-pass)..	67
5.7 Tracciato ferroviario Ramo 1	68
5.8 Tracciato ferroviario Ramo 2.....	69
5.9 Tracciato ferroviario Ramo 5.....	69
5.10 Tracciato ferroviario Ramo 6.....	70
6 Ricostruzioni geologiche in corrispondenza delle Torri di fondazione e degli Ancoraggi	71
6.1 Sezioni in corrispondenza delle opere di fondazione.....	71
6.2 Sezioni in corrispondenza degli ancoraggi.....	74

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

7	Considerazioni conclusive	75
8	Bibliografia di riferimento	77
8.1	Cartografie.....	77
8.2	Articoli scientifici	77

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<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 style="text-align: left;">F0</td> <td style="text-align: left;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

1 Premessa

In questa relazione sono contenuti i risultati delle indagini geologiche condotte dal Dipartimento di Scienze della Terra della Sapienza Università di Roma a supporto della progettazione definitiva delle “opere a terra” connesse alla realizzazione del Ponte dello Stretto di Messina. Il settore di indagine è circoscritto alla cosiddetta “area di intervento” del versante calabrese dell’opera, per una estensione complessiva circa 16 km² (Fig 1.1)

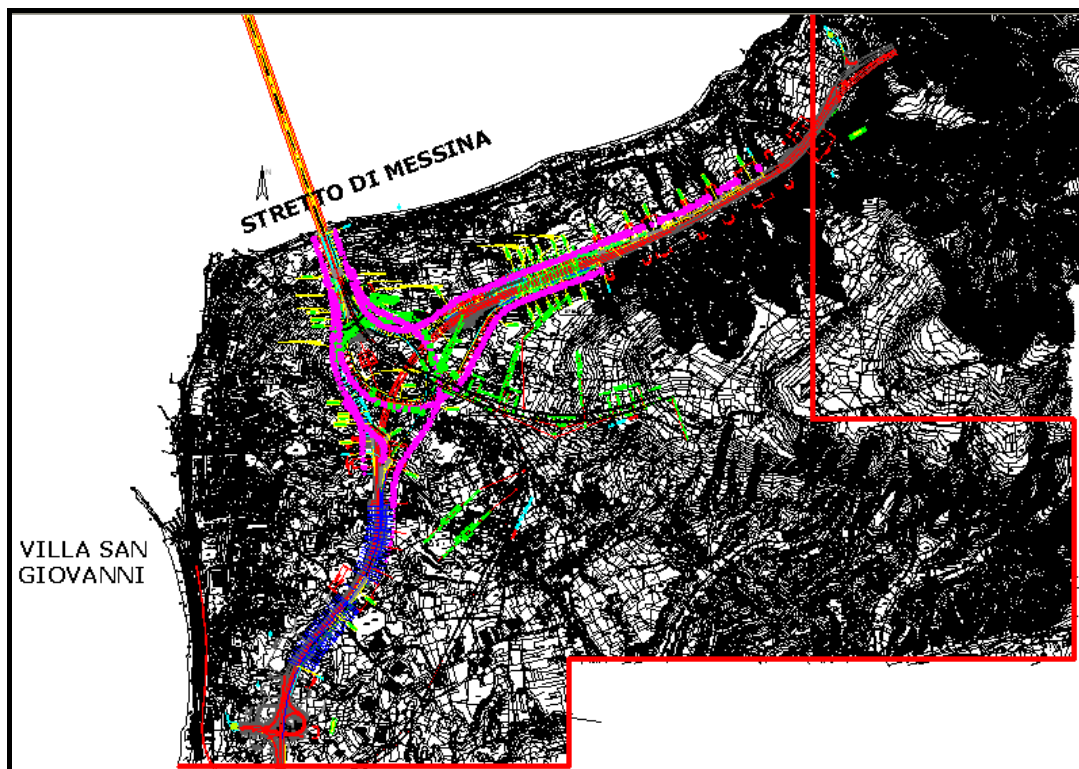


Fig 1.1: Area di indagine (perimetro in rosso)

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Le indagini condotte nell'ambito di questo incarico hanno previsto le seguenti attività:

- analisi della documentazione geologica allegata al progetto preliminare dell'opera;
- esame della bibliografia specialistica aggiornata sull'area di indagine;
- interpretazione aereofotogeologica preliminare di immagini stereoscopiche dell'area utile per identificare i siti di affioramento;
- esame di dettaglio delle stratigrafie di sondaggio relative sia alle campagne geognostiche del 1984, 1987, 1988-1989, 1992, 2003 condotte nell'ambito delle precedenti fasi progettuali per la realizzazione del Ponte dello Stretto di Messina sia alle campagne geognostiche condotte per l'ammodernamento del tratto autostradale SA-RC nel tratto di interesse per un totale di 135 stratigrafie di sondaggio;
- esecuzione di rilievi geologici di sito;
- collaborazione alla progettazione della campagna geognostica per la progettazione definitiva condotta a partire dal mese di aprile 2010;
- assistenza continua alla realizzazione dei sondaggi geognostici a partire da aprile 2010 e fino all'inizio di settembre 2010;
- esecuzione di rilievi geomeccanici su fronti naturali;
- datazioni micropaleontologiche su campioni prelevati in foro di sondaggio (n. 5 campioni) e da affioramento (16 campioni);
- datazioni assolute su campioni prelevati in foro di sondaggio, non ancora disponibili.

L'interpretazione complessiva dei dati acquisiti nell'ambito dello svolgimento di queste attività ha condotto, attraverso successivi passaggi, alla ricostruzione di dettaglio dell'assetto geologico – strutturale dell'area in esame discusso in questa relazione e rappresentato nelle cartografie geologiche prodotte in scala 1:5,000 ed 1:2,000 e nelle sezioni geologiche in scala 1:2,000 lungo i tracciati stradali delle rampe da A B C D F G M U V, Aacc Cdec Ddec , di quelli ferroviari Rami 1 2 3 4 e, in scala 1:200, in corrispondenza della torri dell'opera di fondazione (5 sezioni) e degli ancoraggi (2 sezioni).

Tali prodotti cartografici costituiscono parte integrante di questa relazione.

Il gruppo di lavoro che, per conto del Dipartimento di Scienze della Terra della Sapienza Università di Roma, ha preso continuativamente parte alle attività condotte è così composto: Prof.ssa Francesca Bozzano, Dott. PhD Salvatore Martino, Dott. PhD Carlo Esposito, Dott. PhD David

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Rossi, Dott. Alfredo Montagna, Dott. Pierpaolo Chiarelli, Dott.ssa Valentina D’Orazio e Dott. Francesco Corsaro. Per le datazioni micropaleontologiche ci si è avvalsi della collaborazione della Dott.ssa PhD Letizia Di Bella.

Dalle ricostruzioni geologiche condotte nell’ambito del presente incarico emerge un quadro geologico dell’area di intervento fortemente condizionato dalla presenza di numerose faglie che hanno dislocato, con entità di rigetto in alcuni casi anche molto consistenti, le unità geologiche ivi presenti (cfr. par 4). Il fitto reticolo di faglie riportato nei prodotti cartografici contribuisce a risolvere alla scala di progetto i complessi rapporti geometrici tra le unità geologiche così come dedotti dai rilievi geologici e dalle stratigrafie di sondaggio. Tuttavia, è da osservare in premessa alla presente relazione, che la più elevata densità di sondaggi resasi ad oggi disponibile per alcuni limitati settori quali la torre di fondazione e l’opera terminale e la presenza in ristrette porzioni dell’area in esame di alcuni affioramenti naturali particolarmente favorevoli dal punto di vista geologico, avendo consentito in questi casi ricostruzioni di ancor maggiore dettaglio dell’assetto strutturale (cfr. par.4), hanno permesso di evincere che la frequenza spaziale degli elementi strutturali con rigetto metrico (faglie), esaminata ad una scala di un ordine di grandezza maggiore (1:200) rispetto a quella massima di progetto (1:2,000) o addirittura ad una scala 1:1, può essere molto elevata, fino a 1 elemento ogni 1-2 metri. Questo significa che in prossimità delle faglie tracciate sulle cartografie e sulle sezioni geologiche di progetto è plausibile attendersi all’interno dell’ammasso roccioso, anziché un singolo elemento tettonico, un fascio di discontinuità che nell’insieme accomodano le entità totali di rigetto associate nelle ricostruzioni geologico-strutturali alle singole faglie. L’ampiezza di tali fasce nella direzione circa perpendicolare a quella dell’elemento tettonico potrebbe essere, per gli elementi strutturali principali, fino al centinaio di metri.

Giova ricordare che all’atto della stesura di questa relazione (prima decade di ottobre 2010), la campagna geognostica programmata non è ancora completamente terminata. In particolare, sondaggi più significativi ai fini delle ricostruzioni geologiche di dettaglio proposte in questa relazione risultano parzialmente mancanti in corrispondenza della zona degli ancoraggi e nel settore meridionale dell’area di intervento in corrispondenza dei tratti terminali delle rampe ferroviarie 1 e 2.

L’interpretazione delle foto aeree è stata eseguita nelle fasi precedenti ai rilievi di campagna, come base di partenza per l’interpretazione preliminare, verificata successivamente con il rilievo di campagna.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

La presente nota tecnica non contiene le seguenti tematiche, contenute in altri elaborati progettuali ed allegati ad altre componenti di progetto:

- studio sulla riutilizzabilità dei materiali di scavo come inerti per calcestruzzo o come materiali per rilevati e riempimenti e relative prove di laboratorio; per tale studio si fa riferimento ai seguenti elaborati inseriti nella componente di progetto n. 2:
CG0000PRODGTCTG000000001A, CG0000PRODGTCTG000000002A,
CG0000PDZDGTCTG000000001A, CG0000PDZDGTCCG000000002A,
CG0000PRXDGTCTG000000001A;
- studio strutturale sui terrazzi tirreniani e post-tirreniani; per tale studio occorre fare riferimento all'elaborato progettuale CG2500PSDDPSBG2G000000001A, inserito nella componente n. 2 di progetto, "Studi di base Opera di attraversamento";
- la Relazione geologica comprende elementi di sismotettonica, di ampio spettro con riferimenti bibliografici, per una argomentazione più dettagliata si rimanda alla Relazione sismotettonica, elaborato CG4500PRGDPSB00G000000001A.

1.1 Normativa nazionale di riferimento

Per gli studi geologici occorre fare riferimento alla normativa nazionale, "Norme tecniche per le costruzioni" DM 14/01/2008, paragrafo 6.2.1.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

2 Inquadramento geologico – strutturale regionale

In questo paragrafo è sinteticamente esposto il quadro geologico e strutturale d'insieme entro cui si inserisce l'area in esame. Tale quadro d'insieme è delineato con riferimento alla vasta bibliografia, anche molto recente, esistente sull'assetto geologico-strutturale, sull'evoluzione geodinamica di questa parte della penisola Italiana, nonché sul quadro sismotettonico dell'area dello Stretto.

A tale vasta letteratura specialistica, riportata al paragrafo 8.2, si rimanda per approfondimenti che esulano dagli specifici obiettivi di questa relazione.

L'area in esame è collocata sulla terminazione meridionale dell'arco calabro – peloritano, segmento della catena appenninico – maghrebide originatasi attraverso il succedersi di fasi tettoniche deformative a partire dall'Oligocene superiore e fino all'attuale. Essa ricade nella porzione denominata catena Kabilo – Calabride, costituita da unità cristalline, strutturalmente delimitata a nord dalla linea di Sangineto (Calabria settentrionale) e sud, in Sicilia, dalla linea di Taormina. La catena Kabilo – Calabride è stata interpretata nel complesso come un frammento di unità alpine costituito da rocce di età da pre-mesozoica fino a cretacico-paleogenica, sovrascorso sulla catena appenninico – maghrebide (Fig 2.1).

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

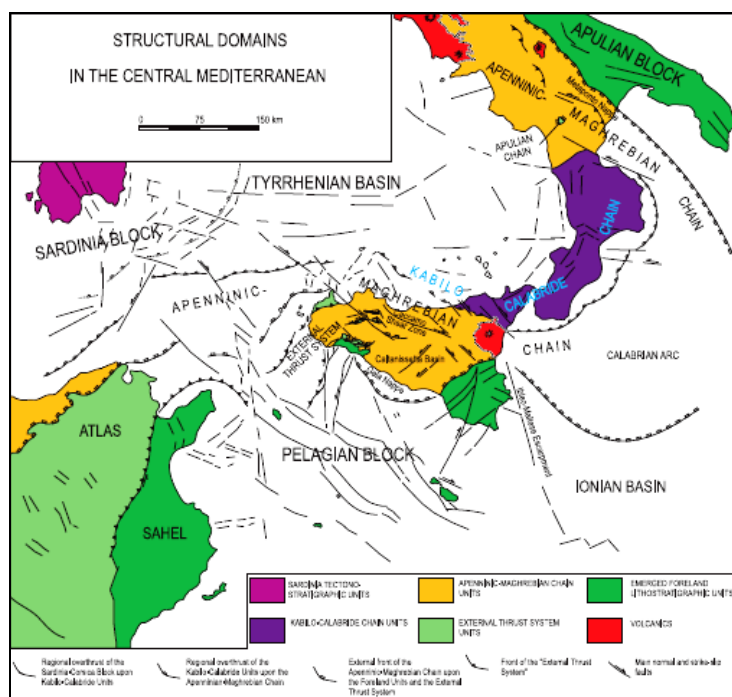


Fig. 2.1: Domini strutturali principali del Mediterraneo centrale (da Guarnieri et alii, 2004)

L'evoluzione pliocenica e quaternaria dell'area è da ricollegarsi a quella estensionale del margine meridionale del bacino tirrenico, a sua volta connessa all'arretramento verso SW del fronte di subduzione ionico e alla conseguente formazione di bacini di retroarco nell'area tirrenica. In questo quadro, sia il bacino del Mèsima sia quello di Reggio Calabria, di più stretta pertinenza per l'area in esame, rappresentano depressioni strutturali allungate all'incirca in direzione NE-SW caratterizzate da successioni deposizionali marine di età dal Miocene superiore fino al Pleistocene (Guarnieri, 2006) (Fig 2.2). La sedimentazione al loro interno appare controllata da una notevole mobilità verticale e lo sviluppo dei bacini è da relazionare all'attività di importanti sistemi di faglie normali. Le due fosse risultano separate da una zona di alto strutturale relativo, con affioramento di basamento cristallino, che si estende da Bagnara Calabria, a nord, fino all'altezza di Santa Trada (Ghisetti, 1979) a costituire la parte sud-occidentale dell'Aspromonte.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

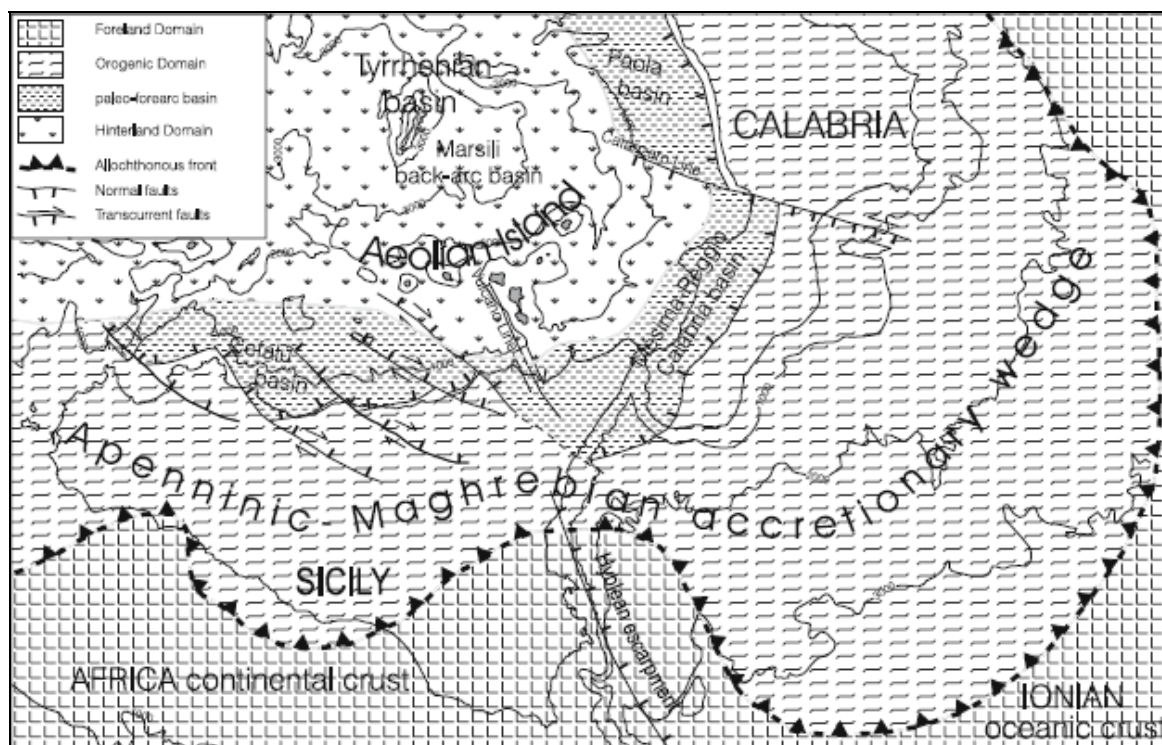


Fig 2.2: Schema geodinamico dell'Arco Calabro e della Sicilia (da Guarnieri, 2006).

Sulla porzione più occidentale del bacino di Reggio Calabria si sovrappone, alla fine del Pliocene, la fossa dello Stretto di Messina; tale fossa risulta troncata a nord in corrispondenza esattamente dell'area di interesse da sistemi di faglie a direzione circa E-W e si apre a ventaglio verso sud, divaricata verso lo Ionio (Ghisetti, 1981a). Essa rappresenta l'unica fossa trasversale alla catena dell'arco calabro tutt'oggi subsidente, assimilata ad un graben, delimitato, sul versante calabrese, da sistemi di faglie da NW-SE a NE-SW. Al suo interno ha avuto luogo la deposizione pleistocenica delle Sabbie Ghiaie di Messina, depositi clastici di delta sottomarini alimentati sia dal rilievo dei M. Peloritani sia da quello dell'Aspromonte (Fig 2.3).

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<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>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

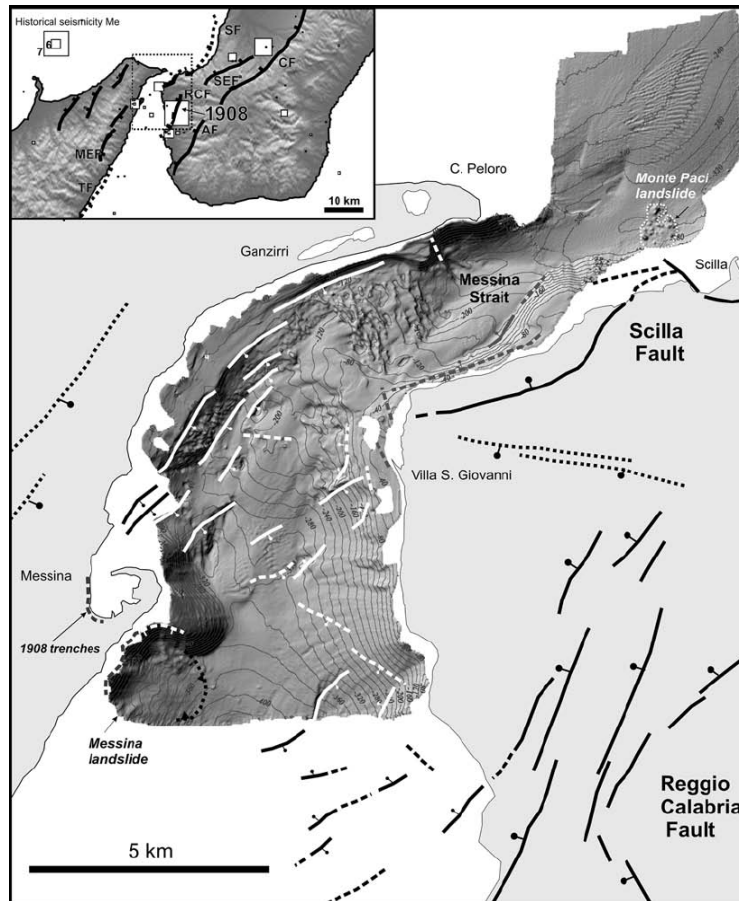


Fig 2.3: Assetto morfostrutturale dello Stretto di Messina (da Ferranti *et alii*, 2008)

L'evoluzione quaternaria dell'area è caratterizzata, a scala regionale, dagli ingenti sollevamenti verticali i cui tassi sono stati stimati tra 0.5 e 1.2 mm/anno nell'intervallo 1-0.7 Ma. Il ventaglio di terrazzi marini del versante dell'Aspromonte che degrada nell'area di interesse (Miyiauchi, 1996; Dumas, 2005) (Fig 2.4), rappresenta una diretta testimonianza della continuità del sollevamento, perlomeno nell'intervallo temporale compreso tra 700,000 anni e l'attuale. All'intervallo temporale 125,000 BP e l' Attuale sono stati localmente attribuiti tassi di sollevamento tra 0.9 e 1.4 mm/a.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;"><i>Rev</i></td> <td><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

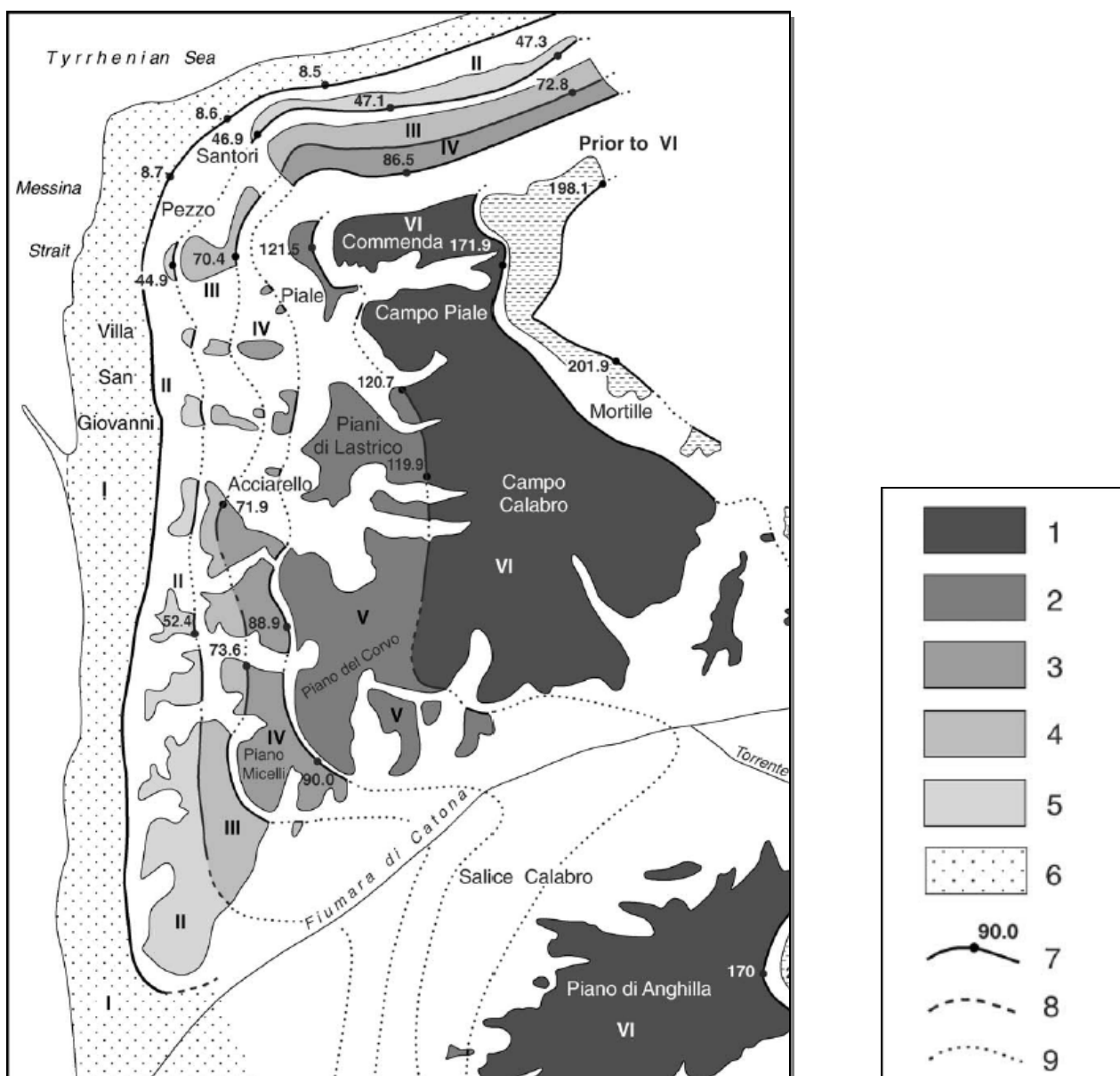


Fig 2.4: L'insieme dei terrazzi principali (in numeri romani), lungo la costa calabrese del Stretto di Messina (da Dumas et alii, 2005)

E' ben noto che attualmente l'area dello Stretto di Messina è in estensione in direzione WNW-ESE con velocità che sono state stimate, attraverso misure geodetiche, in circa 1-2 mm/anno (D'Agostino & Selvaggi, 2004).

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<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 style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

Si ritiene che il complesso di deformazioni in atto nell'area sia accomodato da faglie normali che controllano l'evoluzione dei bacini sedimentari ed anche la subsidenza della fossa dello Stretto di Messina.

In questo quadro, recenti studi hanno evidenziato l'attività estensionale quaternaria fino ad olocenica di alcuni elementi tettonici riconosciuti nell'area in esame. Tra questi, il più rilevante sembra essere la cosiddetta faglia di Scilla (Ferranti et alii, 2007; 2008) (Fig. 2.5), lunga oltre 30 km ed il cui tratto più occidentale, a direzione localmente ENE-WSW, ricade esattamente nell'area trattata in questa relazione. Tale faglia, in questo settore, è stata collocata in corrispondenza della scarpata che borda internamente l'ampio affioramento di superfici terrazzate marine recenti fino a quella di età tirreniana (circa 125,000 anni BP). Diversamente, la faglia ritenuta responsabile del terremoto di Reggio e Messina del 1908 (cfr. Bertolaso et alii, 2008), posta lungo il ramo circa N-S dello Stretto, non interesserebbe direttamente l'opera, pur trovandosi nella sua propaggine più settentrionale immediatamente ad W di essa.

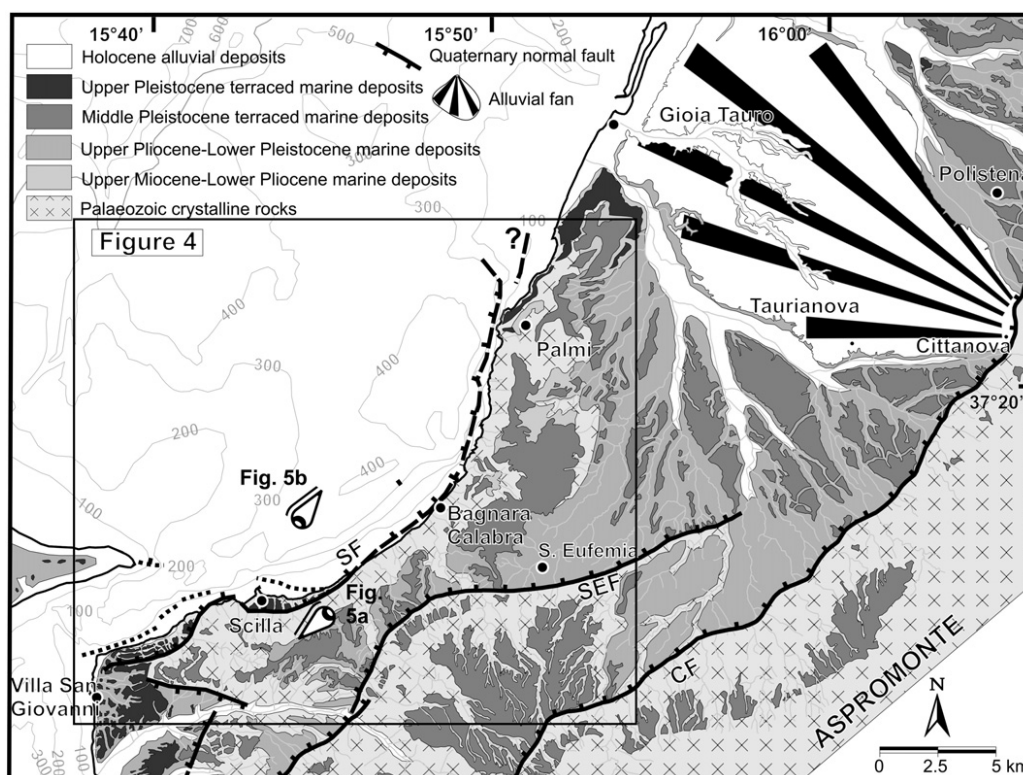


Fig 2.5: Carta geologica schematica della Calabria sud-occidentale (Ferranti *et alii*, 2008)

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

A questa tipologia di tettonica sono stati ricondotti i principali terremoti che storicamente hanno colpito l'area; è da constatare tuttavia che le soluzioni geometriche proposte per le faglie ritenute responsabili dei recenti e distruttivi terremoti storici (sequenza sismica del 1783; terremoto di Reggio e Messina del 1908 per il quale si rimanda al volume di Bertoloso et alii, 2008) differiscono tra i diversi Autori che si sono occupati della materia.

Recentemente, è stata evidenziata (Finetti, 2008) l'importanza anche di una componente trascorrente destra nel regime tettonico attuale dell'area dello Stretto di Messina.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

3 Successione stratigrafica

Le indagini geologiche condotte nell'area di intervento hanno consentito la ricostruzione della successione stratigrafica e la caratterizzazione litologica degli orizzonti distinti, attraverso l'osservazione di affioramenti e l'analisi diretta di carote di sondaggio relative alla campagna geognostica annessa al progetto definitivo.

La successione stratigrafica riconosciuta comprende, dal basso verso l'alto, i seguenti termini ai quali, se esistente, è stata attribuita la denominazione formazionale di letteratura: 1) Substrato cristallino, 2) Conglomerato di Pezzo, 3) Trubi, 4) Calcareniti di S.Corrado, 5) Formazione di Le Masse, 6) Ghiaie e sabbie di Messina, 7) Terrazzi marini.

In aggiunta, sono stati distinti i seguenti depositi superficiali: 8) Depositi alluvionali, 9) Eluvio-colluvio, 10) Depositi di piana costiera recenti ed attuali, 11) Depositi di versante, 12) Riporti antropici.

L'intervallo temporale coperto dalla successione sedimentaria cenozoico-quadernaria, sovrastante il substrato paleozoico cristallino-metamorfico, è Tortoniano (Miocene sup.) – Olocene.

Lo schema dei rapporti stratigrafici riportato in Fig.3.1 sintetizza le tipologie di contatti geologici laterali e verticali interpretati tra i suddetti termini stratigrafici ed, in particolare, mette in luce il carattere trasgressivo di tutte le sovrapposizioni litologiche riconosciute. Di particolare rilievo è il contatto disconforme tra i termini cristallino-metamorfici paleozoici (substrato cristallino) ed i sovrastanti depositi sedimentari, ascrivibili al Conglomerato di Pezzo, alla Formazione di Le Masse o anche alle Ghiaie e Sabbie di Messina.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<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 style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

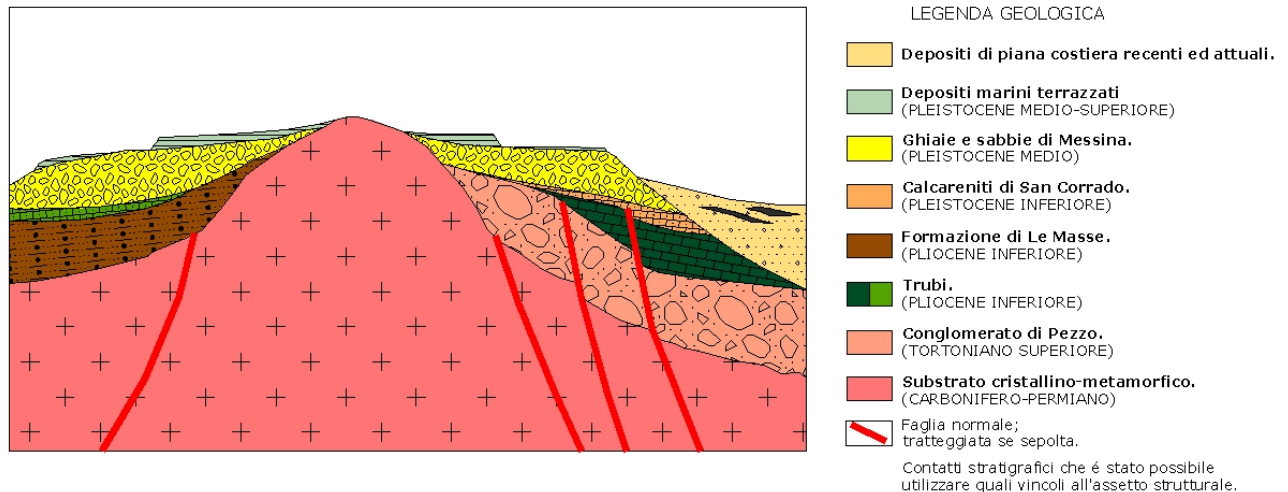


Fig.3.1 - Schema dei rapporti stratigrafici.

3.1 Substrato cristallino-metamorfico

Sono state distinte in affioramento due litologie ascrivibili al substrato paleozoico (Atzori *et alii*, 1978; Atzori & Vezzani, 1974; Messina *et alii*, 1996; Carbone *et alii*, 2008): metamorfiti di medio-alto grado (Fig.3.2) e rocce cristalline granitoidi (Fig.3.3), rispettivamente nei settori settentrionale e centro-meridionale dell'area di intervento.

Le metamorfiti affioranti nel settore settentrionale sono costituite da paragneiss che lateralmente tendono a passare a micascisti biotitici attraversando petrofacies intermedie. Tali litotipi si presentano di colore grigio, a grana media-fina e tessitura da massiva a foliata.

Le rocce cristalline granitoidi del settore centro-meridionale sono, invece, costituite da leucogranodioriti a due miche e graniti-monzograniti. Esse contengono xenoliti metamorfici, allungati, a prevalente biotite con inclusi rotondeggianti, e a biotite e plagioclasti; hanno una struttura granulare a tessitura prevalentemente isotropa e costituiscono masse o filoni da decimetrici a metrici intrusi nelle metamorfiti di medio e alto grado (Fig.3.4).

		<p align="center">Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO</p>	
<p align="center">RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE</p>	<p><i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc</p>	<p><i>Rev</i> F0</p>	<p><i>Data</i> 20/06/2011</p>



Fig. 3.2 - Affioramento di paragneiss sul versante sud del vallone Santa Trada

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE	<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011



Fig. 3.3 - Affioramento di rocce granitoidi in corrispondenza del Vallone Piria

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;"><i>Rev</i></td> <td><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						



Fig. 3.4 – Carote di rocce granitoidi del substrato ercinico ottenute dal sondaggio C428

Il contatto tra le masse granitoidi e le rocce metamorfiche si sarebbe realizzato in ambito di metamorfismo regionale; a tale contatto, ipotizzato sulla base dell'evidenza di affioramento dei due litotipi, non è stato possibile attribuire una geometria definita. Pertanto, il limite geologico cartografato è da ritenersi valido in prima approssimazione. Tuttavia, esso non interferisce con le opere in sotterraneo all'interno dell'area di intervento.

All'interno dei termini granitoidi è stato localmente riscontrato un sensibile grado di alterazione idrotermale che conferisce alla roccia un aspetto brecciato, a luoghi con colorazione biancastra e farinosa al tatto. Tali caratteristiche si osservano, in particolare, lungo una fascia a direzione N-NE S-SW, in corrispondenza di un allineamento tettonico ben visibile anche da foto aeree in corrispondenza della testate del Vallone Piria. Tale fascia può essere, quindi, associata ad un'ampia zona cataclastica, ipotesi questa avvalorata ulteriormente dalla presenza di un'intensa fratturazione degli ammassi rocciosi immediatamente adiacenti (Fig.3.5).

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011



Fig. 3.5 - Fascia cataclastica nel substrato cristallino granitoide, in prossimità della testata del Vallone Piria.

Le evidenze di affioramento e di sondaggio consentono di ritenere, ai fini della caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso roccioso costituito dal substrato cristallino e metaformico, la presenza di una fratturazione, a luoghi molto intensa (Fig.3.6, parte destra), legata alla coesistenza di più sistemi di discontinuità pervasivi che, tuttavia, non conferiscono all'ammasso una spiccata anisotropia.

Lungo il sistema tettonico Piale – Mortille, il substrato granitico si presenta in affioramento fortemente cementato per ricristallizzazione di calcite in un fitto reticolo di fratture (Fig.3.6, parte sinistra).

Una valutazione di sintesi delle caratteristiche geomeccaniche dei termini litologici ascritti al substrato derivante dalle osservazioni macroscopiche condotte su affioramento ed in carota di sondaggio porta a considerarli come rocce litoidi a grado di fratturazione variabile in funzione anche del locale assetto tettonico, a grado e profondità di alterazione variabile in funzione della

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

attuale o pregressa esposizione agli agenti esogeni e, se non affioranti, del tipo di rocce sovrastanti. Peculiare è la fascia a colorazione rossastra assunta dal substrato granitico al di sotto dei depositi dei terrazzi marini.



Fig. 3.6 - Affioramento del substrato granitico intensamente fratturato affiorante nel settore meridionale (sinistra) e nord-orientale (destra) dell'area esaminata.

3.2 Conglomerato di Pezzo

E' costituito da un conglomerato poligenico ed eterometrico, a matrice arenacea, da poco a mediamente fino a ben cementato, a stratificazione poco distinta a volte completamente assente. I clasti sono costituiti quasi esclusivamente da rocce del substrato cristallino-metamorfico. I singoli clasti si presentano da sub a scarsamente arrotondati, hanno dimensione variabile, anche superiore al metro. (Figg.3.7,3.8,3.9,3.10,3.11). Raramente è stata rinvenuta nella matrice tra i clasti la presenza di frammenti lignei carboniosi (Fig.3.13). Localmente, inoltre, nella parte alta, al di sotto del contatto trasgressivo con i soprastanti depositi ascritti ai Trubi, si rinviene in affioramento ed in sondaggio la presenza di un livello di spessore metrico costituito da sabbie grigie monogranulari a laminazione piano-parallela che a luoghi passano a sabbie gialle ascrivibili ai depositi trasgressivi dei Trubi (Fig.3.12).

Queste evidenze portano ad ipotizzare un ambiente di sedimentazione condizionato dalla vicinanza di rilievi cristallini, caratterizzati da una forte energia del rilievo, soggetti ad intensa erosione. Il materiale smantellato si sarebbe depositato al piede dei rilievi, al margine di una piana costiera o in un ambiente marino litorale, dove subiva una scarsa evoluzione da parte del moto

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

ondoso. Il materiale si sarebbe accumulato prevalentemente allo sbocco delle aree di impluvio con flussi ad alta efficienza, presumibilmente con meccanismi di trasporto in massa gravitativi (*flussi di detrito, valanghe di detrito*).



Fig. 3.7 - Affioramenti del Conglomerato di Pezzo nei pressi di Campo Piale.



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Fig. 3.8 - Affioramento del Conglomerato di Pezzo nei pressi di Campo Piale (Hotel Panorama).

I depositi del Conglomerato di Pezzo affiorano estesamente nel settore più occidentale dell'area (località Pezzo e Cannitello, versante a monte dell'autostrada SA-RC).



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<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 style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

Fig.3.9 – Carote di Conglomerato di Pezzo ad elevato grado di cementazione dei clasti, ottenute dai sondaggi C406 e OTC_LPT1_505 (rispettivamente in alto ed in basso).



Fig.3.10 – Carote di Conglomerato di Pezzo contenente clasti rubefatti, ottenute dal sondaggio Cn450.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						



Fig.3.11 - Affioramento del Conglomerato di Pezzo nei pressi della località Mortille.

Data la limitata estensione degli affioramenti di Conglomerato di Pezzo la sua caratterizzazione litologica è stata significativamente coadiuvata dall'analisi macroscopica delle carote di sondaggio (Figg. 3.9,3.10).

Ciononostante, permane in alcuni siti (cfr. Opera Terminale) l'oggettiva difficoltà a distinguere inequivocabilmente il Conglomerato di Pezzo dal sottostante substrato cristallino, a causa della mancanza in carota di sondaggio di evidenza di clasti natura metamorfica, all'elevato grado di cementazione che tende ad obliterare l'eventuale natura clastica del deposito ed al ridotto stato di fratturazione osservabile sulle carote.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011



Fig. 3.12 - Affioramento di sabbie gialle alla base dei Trubi, soprastanti le sabbie grigie a laminazione piano-parallela (affioranti limitatamente alla porzione in basso a destra della foto) presenti al tetto del Conglomerato di Pezzo. È ben visibile il passaggio verso l'alto dalla facies marnoso-limoso a quella calcarenitica dei Trubi. Affioramento ubicato qualche centinaio di metri a nord della stazione di servizio autostradale.

In base all'insieme dei dati stratigrafici disponibili non è possibile stimare direttamente la potenza massima dell'Unità; tuttavia, le indagini geognostiche hanno reso possibile attribuire al Conglomerato di Pezzo spessori variabili da un minimo di qualche metro ad un massimo di diverse decine di metri. L'aumento di spessore si osserva da est verso ovest ed è presumibilmente connesso a geometrie deposizionali del corpo detritico, a loro volta connesse all'evoluzione tettonica sin-sedimentaria.

In corrispondenza degli affioramenti disponibili nell'area non è mai stato osservato uno stato di fratturazione pervasiva caratterizzata da giunti persistenti (extraclastici) nell'ammasso roccioso, evidenza che rende più approssimativa rispetto al substrato la definizione di ampiezza delle fasce cataclastiche in corrispondenza degli elementi tettonici principali (Fig. 3.11).

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Per quanto attiene invece al grado di cementazione, l'insieme delle evidenze di affioramento e, soprattutto, di sondaggio induce a tenere conto di una ampia variabilità di questa caratteristica relativamente alla quale, tuttavia, non è stato possibile restituire una affidabile zonazione alla scala di lavoro.

E' da rilevare che, ad oggi, né in sondaggio né in affioramento è stato osservato il contatto disconforme tra il Conglomerato di Pezzo ed il substrato paleozoico.



Fig.3.13 – Dettaglio di una carota di Conglomerato di Pezzo ottenuta dal sondaggio C406 (profondità di circa 35 m dal p.c.) contenente, tra due clasti, materia organica carboniosa.

Il contenuto fossilifero dell'Unità è pressoché assente (Atzori & Vezzani, 1974). Pertanto l'età di tali depositi (ovvero Tortoniano sup.) è desunta in via indiretta, dalla loro posizione stratigrafica.

Una valutazione di sintesi delle caratteristiche geomeccaniche del Conglomerato di Pezzo derivante dalle osservazioni macroscopiche condotte su affioramento ed in carota di sondaggio porta a considerarlo come roccia da tenera a litoide in funzione dell'estremamente variabile grado

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

di cementazione, “strutturalmente complessa” a causa della sua peculiare composizione data da un insieme variegato per tipologia e dimensione di blocchi di substrato in matrice a vario grado di cementazione, nel complesso non attraversata da discontinuità sistematiche distinguibili a scala mesoscopica e macroscopicamente non alterata.

3.3 Trubi

Sono caratterizzati da marne, marne argillose e marne siltose di colore bianco-giallastro, a frattura concoide, localmente con abbondanti livelli sabbiosi fini di colore grigio chiaro (Trubi (a) in legenda delle carte geologiche). La stratificazione, non ovunque netta, è medio-sottile (10-50 centimetri) (Fig.3.14). Questa unità costituisce un livello guida determinante ai fini della ricostruzione dell’assetto geologico–strutturale dell’area.

In tutta l’area di intervento essi poggiano discordanti sul Conglomerato di Pezzo, con uno *hiatus* deposizionale relativo all’intero intervallo temporale del Messiniano. A monte dell’abitato di Pezzo, in un affioramento a NW dell’area di servizio della SA-RC, i Trubi poggiano sul Conglomerato di Pezzo con interposizione alla base di un orizzonte di circa 1,5 metri di sabbie giallastre e presentano al tetto, ed in contatto trasgressivo, un orizzonte calcarenitico ricco in fossili (Trubi (b) in legenda delle carte geologiche) (Figg. 3.12,3.14,3.15).



Fig.3.14 - Affioramenti della formazione dei Trubi. Si notano i sistemi di faglia mesoscopici e la stratificazione da sub-orizzontale a debolmente immergente verso S.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Lo spessore massimo in affioramento è stato valutato nell'ordine di 20m; in alcuni sondaggi sono stati raggiunti spessori fino a 30-40m (Fig.3.16). Tale variabilità di spessori può essere connessa sia all'articolazione in alti e bassi della superficie morfologica sulla quale essi si sarebbero depositi al di sopra del Conglomerato di Pezzo, livellando la paleomorfologia in esso scolpita (Fig.3.17), sia alla differente entità di erosione subita nell'intervallo temporale precedente alla deposizione dei termini sovrastanti. Di particolare rilievo, è l'ispessimento della formazione nel settore posto a sud della zona dell'ancoraggio, nel quale è stata riconosciuta una paleo-depressione orientata NE-SW nella quale i Trubi raggiungono spessore massimo. In alcuni settori dell'area, tale unità risulta mancante per erosione.



Fig. 3.15 - Affioramento del contatto trasgressivo tra la facies marnosa (Trubi (a) in legenda delle carte geologiche) e quella calcarenitica dei Trubi (Trubi (b) in legenda delle carte geologiche) a nord della stazione di servizio autostradale.

La deposizione dei Trubi è legata alla trasgressione del Pliocene inferiore (biozona a *Sphaerodinellopsis*), con cui si ristabiliscono condizioni deposizionali di tipo marino normale, dopo

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE	<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

l'esaurimento della crisi di salinità del Messiniano superiore. Localmente, la rilevata mancanza di depositi sedimentari attribuiti al Messiniano, potrebbe essere imputabile sia ad una fase erosionale pre-pliocenica, sia ad una mancata deposizione in questo intervallo temporale, in quanto questo settore, già nel Messiniano, avrebbe potuto costituire un alto strutturale.



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		Codice documento CB0074_F0.doc	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Rev</th> <th>Data</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	Rev	Data	F0	20/06/2011
Rev	Data						
F0	20/06/2011						



Fig. 3. 16 – Marne della Formazione dei Trubi, carotate dal sondaggio C420

Datazioni condotte per mezzo della analisi di biozone a microforaminiferi planctonici hanno consentito di individuare, limitatamente al settore di interesse per l'intervento (ovvero in località Campo Piale a Cannitello), un intervallo cronologico di competenza dei Trubi compreso tra lo Zancleano ed il Piacenziano, dunque intrapliocenico¹. In particolare, i termini più recenti dei Trubi si sovrappongono cronologicamente alla base della Formazione di Le Masse, lungo la scarpata morfologica correlabile all'elemento tettonico Campo Piale-Mortille, mentre i più antichi si rinvencono in affioramento e sondaggio dagli affioramenti all'altezza della stazione di servizio autostradale al settore di competenza della Opera Terminale (OPTC).

¹ In particolare, tra i campioni prelevati da affioramento, i campioni, ID_9, ID_10, ID28 e ID29 sono databili al Pliocene inferiore (Zancleano) per la presenza di *Uvigerina rutila*, di *Sphaeroidinellopsis seminula*, di *Globorotalia margaritae*. Al campione ID_5, prelevato in affioramento all'interno di un orizzonte calcarenitico presente al tetto (Fig. 3.15) della formazione dei Trubi, per la presenza di *Globorotalia punctulata padana*, è stata attribuita un'età tra Zancleano superiore/ Piacenziano inferiore (Iaccarino et al., 2007). Tra i campioni prelevati da sondaggio, il solo campione proveniente dal sondaggio OTC_CH1_501 (14 m dal p.c.) è databile allo Zancleano, per la presenza di *Globorotalia margaritae* e *Uvigerina rutila*.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 15%;"><i>Rev</i></td> <td><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						



Fig. 3.17 – Contatto tra Trubi e Conglomerato di Pezzo osservato nel sondaggio C411 a circa 25m dal p.c.. Si notano sovrapposte la facies calcarenitica e quella marnosa dei Trubi nell'intervallo di profondità 22-25 m dal p.c..

In affioramento i Trubi presentano sistemi di faglie mesoscopiche con rigetti centimetrici a cui non sono associate fasce cataclastiche; nel complesso il grado di fratturazione è basso.

Una valutazione di sintesi delle caratteristiche geomeccaniche dei due termini litologici ascritti ai Trubi derivante dalle osservazioni macroscopiche condotte su affioramento ed in carota di sondaggio porta a considerarli come rocce tenere, a basso grado di fratturazione, scarsamente alterate (l'alterazione si concentra nei livelli più sabbiosi che possono assumere una colorazione marcatamente giallastra).

3.4 Formazione di Le Masse

Si tratta di un'alternanza di spesse bancate di marne argillose, arenarie debolmente cementate, con rare bancate arenaceo-conglomeratiche, passanti verso l'alto a calcareniti e sabbie con sottili intercalazioni argillose, affioranti estesamente nel settore sud-orientale dell'area di intervento

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

(Figg. 3.18, 3.19). I livelli calcarenitici presentano laminazioni piano parallele. L'attribuzione formazionale è tratta dalla letteratura (Di Stefano & Lentini, 1995; Lentini et alii, 2000; Carbone et alii, 2008) che ne riporta anche un contenuto fossilifero ricco in nannoflore del Pliocene medio.



Fig. 3.18 - Affioramento della Formazione di Le Masse in cui è ben visibile la presenza di uno strato areaneco-conglomerato di spessore metrico intercalato all'interno della successione



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Fig. 3.19 - Formazione di Le Masse affiorante nel settore sud-orientale dell'area di intervento. A destra si nota il passaggio graduale verso l'alto ad alternanze tra sabbie e livelli calcarenitici.

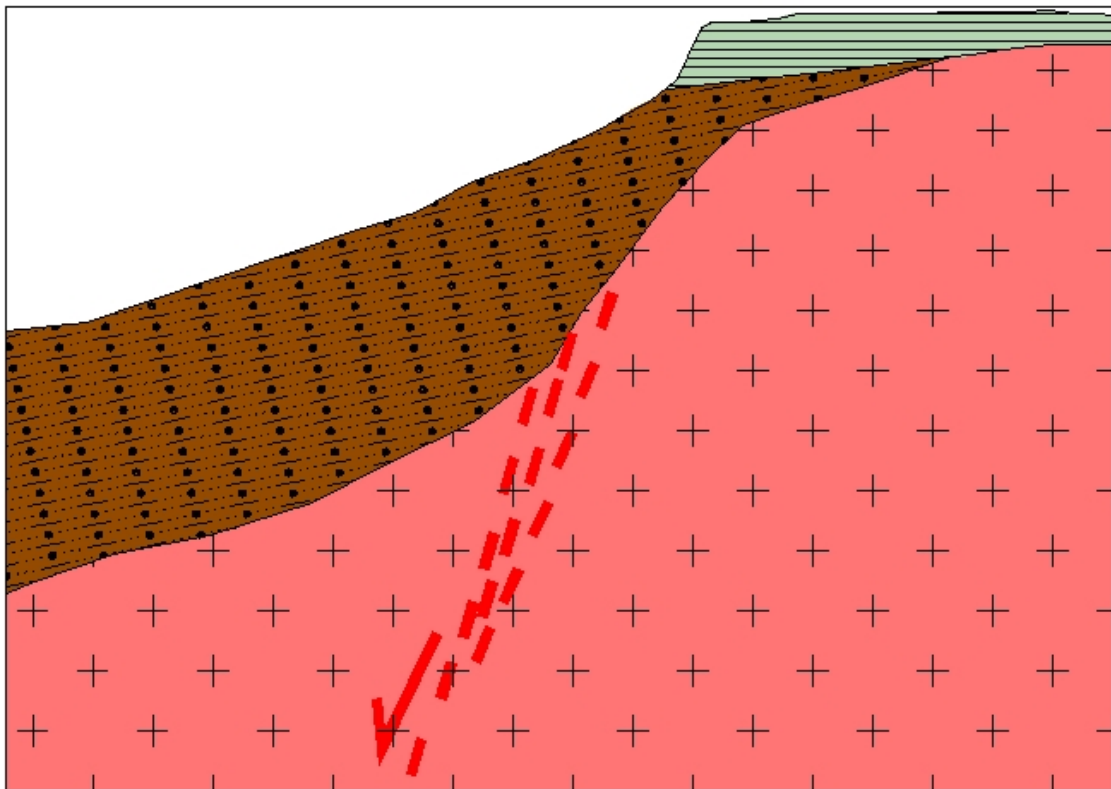


Fig. 3.20 - Schema dei rapporti tra i depositi riferiti alla Formazione di Le Masse (in marrone) ed il substrato cristallino granitoide (in rosa) lungo il sistema tettonico Piale-Mortille. In verde sono riportati i depositi dei terrazzi marini.

Tale unità è stata riconosciuta in affioramento in prossimità del sistema tettonico Piale - Mortille, ove essa poggia in discordanza angolare sul substrato cristallino granitoide intensamente fagliato e ribassato verso SW (Fig.3.20). La chiusura verso nord, al disopra del suddetto sistema di faglia, è riconducibile a una geometria di tipo on-lap con gradi di inclinazione che non superano 10° verso SW. La formazione di Le Masse non risulta comunque interessata da evidenti sistemi di fagliazione.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Per quanto attiene alla attribuzione cronologica dei termini riconosciuti nell'area in esame , l'analisi di alcuni campioni prelevati da affioramento², ha permesso di attribuire la base della formazione al Piacenziano (Pliocene superiore).

Lo spessore massimo in affioramento è superiore a 200m.

L'estensione complessiva della formazione è stata desunta tramite l'ausilio di sondaggi geognostici che hanno intercettato tali depositi anche nel settore orientale, al disotto dei depositi dei terrazzi marini, o delle Sabbie e Ghiaie di Messina.

Verso l'alto il passaggio con le sovrastanti Sabbie e Ghiaie di Messina è erosivo.

Gli strati arenaceo-sabbiosi presentano laminazioni piano parallele ben distinguibili, mantenendo frequentemente in affioramento una giacitura sub-orizzontale.

Una valutazione di sintesi delle caratteristiche geomeccaniche dei termini litologici ascritti a questa formazione derivante dalle osservazioni macroscopiche condotte su affioramento ed in carota di sondaggio porta a considerarli come rocce tenere, a basso grado di fratturazione e a basso grado di alterazione anche in affioramento.

3.5 Calcareniti di San Corrado

Si tratta di calcareniti e calciruditi clastiche e bioclastiche, da moderatamente cementate a cementate, con stratificazione incrociata (Figg.3.21, 3. 22 destra). Sono presenti orizzonti di sabbie giallastre, grossolane, addensate e laminate, a luoghi di qualche metro di spessore (Fig.3.23). Alla base è stato a luoghi rinvenuto una banco di brecce cementate costituite da clasti spigolosi di roccia metamorfica e granitici di dimensione da centimetrica a decimetrica, in matrice micritica (Fig. 3.22 sinistra).

² I campioni da affioramento ID04 ed ID07 sono databili al Pliocene superiore (Piacenziano) per la presenza di *Globorotalia aemiliana*.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011



Fig. 3.21 - Affioramento di Calcareniti di S.Corrado presso Cannitello (livelli lapidei di natura bioclastica).

La frazione clastica dei livelli calcarenitici è costituita da elementi eterogenei, eterometrici (diametri da millimetrici a pluricentrimetrici), sub angolari e subordinatamente subarrotondati.

La frazione bioclastica è rappresentata da coralli, bivalvi, principalmente ostreidi, gasteropodi, brachiopodi, scafopodi, echinidi, balani e coralli.

Il colore prevalente è avana, a luoghi avana-biancastro e la stratificazione, ben visibile, è generalmente piano-parallela e localmente incrociata.

Il deposito è trasgressivo sia sui sottostanti Trubi sia sul Conglomerato di Pezzo (Fig.3.24). La discordanza angolare rispetto alla formazione di appoggio è tra 5 e 10°. Non è mai stato osservato un appoggio diretto delle Calcareniti di San Corrado sul substrato cristallino.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<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>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						



Fig. 3.22 - Dettagli di affioramenti della Formazione di S. Corrado in cui è ben visibile l'abbondante contenuto bioclastico (foto di destra) e la presenza, a luoghi, di blocchi cristallino-metamorfici cementati da matrice micritica (foto di sinistra).



Fig. 3.23 - Affioramento di Calcareniti di S.Corrado lungo la statale SS18 presso Cannitello (orizzonti sabbiosi giallastri).

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE	<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011



Fig. 3.24 – Carote di Calcareniti di S.Corrado ottenute dai sondaggi FC_SPT_503 in facies bioclastica e brecciata (rispettivamente foto in alto ed in basso).

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

L'unità è attribuita cronologicamente al Pleistocene inferiore (Ghisetti, 1981a, b; Carbone et alii, 2008); nella letteratura la formazione è stata localmente indicata anche come Calcareniti di Vinco. Tuttavia, l'analisi micropaleontologica dei depositi calcarenitici qui ascritti alla formazione di San Corrado rileva la sterilità di microrganismi³.

Analogamente ai Trubi, le Calcareniti di San Corrado potrebbero costituire un livello guida nella successione stratigrafica locale. E' possibile, ma allo stato attuale delle conoscenze non documentabile, che questo deposito possa essere considerato largamente diacrono nell'areale di indagine ove esso è stato riconosciuto sia in affioramenti di modestissima ampiezza sia in sondaggio fino al sito delle torri di fondazione, in analogia a quanto ricostruito da Di Stefano & Longhitano (2009) sui rilievi ad W e a SW di Messina,.

I depositi ascritti alla Formazione delle Calcareniti di San Corrado si rinvencono in affioramento in lembi discontinui in prossimità della Strada Statale 18 e lungo il versante settentrionale che, dall'autostrada SA-RC, degrada verso il mare. L'unità è stata riconosciuta grazie alle peculiari caratteristiche litologiche in numerosi sondaggi.

Lo spessore varia da qualche metro a 10 metri circa (località Pezzo).

Una valutazione di sintesi delle caratteristiche geomeccaniche dei termini litologici ascritti a questa formazione derivante dalle osservazioni macroscopiche condotte su affioramento ed in carota di sondaggio porta a considerarli, a seconda degli orizzonti, come rocce tenere vacuolari (calcareniti), terre a grana grossa addensate (livelli sabbiosi) e rocce litoidi (breccie), intatti e a basso grado di alterazione anche in affioramento.

3.6 Sabbie e ghiaie di Messina

Sono costituite da ghiaie da medie a grossolane in matrice sabbiosa. Si presentano generalmente ben stratificate anche se, più raramente, agli strati ghiaiosi si intercalano livelli lenticolari conglomeratici o sabbiosi. I clasti, da sub-arrotondati ad appiattiti, sono di natura poligenica e risultano prevalentemente costituiti da termini cristallino-metamorfici (Figg. 3.25,3.26,3.27). La giacitura presenta tipicamente una inclinazione di 25°-30° verso l'asse dello Stretto di Messina ed

³ In particolare, tra i campioni prelevati in sondaggio, i soli campioni FC_BH1_501 (a 47 m dal p.c.) e FC_BH1_510 (a 18.7 m dal p.c.) mostrano un'analogia presenza, nella frazione litoide, di serpulidi, gusci di molluschi prevalentemente frammentati e briozoi.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

é spesso ben evidente una stratificazione incrociata con embricatura dei clasti (Fig.3.25). L'insieme delle caratteristiche sedimentologiche ed i rapporti con gli altri depositi affioranti, indicano per tali depositi un ambiente deposizionale riferibile ad un sistema deltizio fortemente alimentato dalle fiumare.

Le Ghiaie e Sabbie di Messina affiorano estesamente nell'intero settore occidentale e sud-occidentale dell'area di intervento, gli spessori deducibili da affioramento e sondaggio aumentano spostandosi verso ovest, e variano da pochi metri, in prossimità dei punti in cui si osservano a diretto contatto con il substrato cristallino-metamorfico (località Campo Piale), fino a 100m tra gli abitati di Cannitello e Villa S.Giovanni. Nell'area di intervento, le Sabbie e Ghiaie di Messina si osservano in discordanza su tutti i termini litologici presenti nell'aerea di studio e di età precedente, ovvero dal substrato cristallino alla Formazione di S. Corrado. Nell'intera area di intervento le Sabbie e Ghiaie di Messina non si presentano interessate da elementi tettonici anche se, sul lato siciliano, diversi Autori (Carbone et alii, 2008) rilevano la presenza di fagliazione al loro interno (Fig.3.25).



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Fig. 3.25 - Affioramento di Sabbie e Ghiaie di Messina in cui è ben visibile la pendenza a basso angolo degli strati verso l'asse dello Stretto di Messina.

Il sistema deltizio delle ghiaie di Messina, legato alla sua progradazione verso l'asse dello Stretto di Messina, è deducibile a più grande scala considerando l'estensione e la disposizione areale dell'intero corpo deposizionale stratificato. Relativamente all'area di Villa S.Giovanni-Cannitello, i depositi affioranti possono essere attribuiti alle facies clinostratificate del *foreset* (ovvero della porzione più esterna del corpo deltizio). Le Ghiaie e Sabbie di Messina vengono attribuite da diversi Autori (in particolare Barrier *et alii*, 1987) al Pleistocene medio, esse non presentano faune significative, ma sono trasgressive al disopra della Formazione di Le Masse e ricoperte a loro volta da depositi dei terrazzi marini olocenici.



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<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>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

Fig. 3.26 - Dettaglio di un livello ghiaioso intercalato con sabbie nelle Sabbie e Ghiaie di Messina.



Fig. 3.27 - Affioramento in parete sub-verticale delle Sabbie e Ghiaie di Messina. Nella foto a sinistra è osservabile la stratificazione incrociata.



Fig. 3.28 – Carote di Sabbie e Ghiaie di Messina ottenute dal sondaggio C415, è ben evidente la natura sciolta dei depositi e l'eterometria dei clasti.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Dal punto di vista litotecnico, i depositi delle Ghiaie e Sabbie di Messina sono da considerarsi terre da moderatamente a fortemente addensate, con cementazione da scarsa ad assente (Fig. 3.28). All'accentuata eterometria dei clasti ed alla stratificazione del deposito si deve la capacità di sostenere pareti sub-verticali fino a 10-20 m di altezza (Fig. 3. 27).

3.7 Depositi marini terrazzati

Sono rappresentati da depositi marini sabbiosi e sabbioso ghiaiosi fortemente pedogenizzati in prossimità della superficie dove assumono una caratteristica colorazione rossastra, che ricoprono buona parte della superficie esposta nell'area di intervento (Fig.3.29). A luoghi il contatto trasgressivo con il substrato cristallino-metamorfico è marcato dalla presenza di un orizzonte clastico a grossi blocchi arrotondati, in una scarsa matrice sabbiosa arrossata (Fig.3.30). Non si osserva, in generale, una chiara stratificazione; tuttavia, quando presente, essa risulta sub-orizzontale o al più si osserva una debole immersione dei depositi verso mare.



Fig. 3.29 - Spessi depositi marini terrazzati presso Campo Piale.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<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 style="text-align: left;">F0</td> <td style="text-align: left;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						



Fig. 3.30 - Affioramento del contatto trasgressivo tra terrazzo marino e substrato cristallino-metamorfico, marcato dalla facies conglomeratica a grossi blocchi arrotondati.



Fig. 3.31 – Carote di depositi di terrazzo marino ottenute dal sondaggio C428; è evidente la presenza di livelli limosi, più sciolti, e di livelli argilloso-limosi, più coesivi.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

I depositi marini si presentano terrazzati a diverse quote sul livello del mare, in trasgressione sul substrato cristallino, sul conglomerato di Pezzo, sui Trubi, sulla formazione di Le Masse, sulle Calcareniti di San Corrado e sulle Sabbie Ghiaie di Messina. Sulla base dell'ampia letteratura esistente in materia (Ghisetti & Vezzani, 1980; Bonfiglio & Violanti, 1983;; Martison et alii, 1987; Bonfiglio, 1991;; Catalano & Cinque, 1995; Catalano & Di Stefano, 1997; Catalano et alii, 2003; Carbone et alii, 2008; Miyauchi et alii, 1994; Dumas et alii, 2005) l'età attribuibile ai terrazzi cartografati nell'area di intervento copre l'intervallo Pleistocene medio-superiore. Dettagli più specifici relativi agli ordini gerarchici di suddetti terrazzi e alla loro attribuzione cronologica sono contenuti nella relazione geomorfologica.

Dal punto di vista litotecnico, i depositi dei terrazzi marini rappresentano terre da sciolte a debolmente coesive con cementazione da debole ad assente (Fig.3.31), fortemente alterate e pedogenizzate nella porzione superficiale. L'eterometria degli orizzonti ghiaioso-sabbiosi e la loro alternanza garantiscono comunque la capacità da parte dei depositi di mantenere pareti sub-verticali anche in corrispondenza di tagli antropici (Fig.3.32).



Fig. 3.32 - Pareti di trincea artificiale realizzate nei depositi dei terrazzi marini presso Campo Piale.

3.8 Depositi alluvionali

Si tratta prevalentemente di depositi sabbioso-ghiaiosi olocenici di fondo alveo (Fig.3.33), contenenti a luoghi grossi blocchi.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011



Fig. 3.33 - Depositi alluvionali terrazzati che colmano una vallecola sospesa presso Campo Piale.

Tali depositi risultano spesso terrazzati a diverse altezze rispetto all'attuale alveo fluviale. Essi poggiano al disopra di diversi termini della successione presente nell'area e spesso l'incisione lineare operata dai corsi d'acqua determina la diretta sovrapposizione di tali depositi sul substrato cristallino-metamorfico. Gli spessori massimi dedotti da affioramento e sondaggi non è superiore alla decina di metri.

Dal punto di vista litotecnico, questi depositi rappresentano terre granulari sciolte.

3.9 Eluvio-colluvio

Comprende depositi olocenici derivanti dalla degradazione meteorica dei litotipi affioranti; coltri superficiali di alterazione; materiali eluvio-colluviali a composizione prevalentemente sabbioso-limosa e solo subordinatamente argillosa (Fig. 3.34). Lo spessore è fortemente variabile in funzione della locale topografia ed, in generale, esso è compreso entro il metro, mentre raggiunge alcuni metri soprattutto in corrispondenza di impluvi e vallecole .

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Dal punto di vista litotecnico, questi depositi rappresentano terre granulari sciolte e terre a grana fine mediamente consistenti .



Fig. 3.34 - Depositi eluvio-colluviali soprastanti depositi di versante clinostatificati, eterometrici ed a clasti visibilmente spigolosi, osservabili presso il Vallone Piria

3.10 Depositi di piana costiera recenti ed attuali

Depositi distribuiti entro 200 m dall'attuale linea di costa di età olocenica (Fig. 3.35), il cui spessore massimo misurato in sondaggio è di circa 60 m. Sono costituiti da sabbie con ciottoli di composizione prevalentemente quarzoso-feldspatica a cui si intercalano livelli o lenti di argille limose e di torbe.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011



Fig. 3.35 - Vista panoramica dalla SS18 della piana costiera colmata da depositi olocenici presso Cannitello (in corrispondenza del sito designato per le fondazioni dell'opera di attraversamento).

Nella piana costiera prospiciente l'abitato di Cannitello sono stati individuati in sondaggio fino a tre distinti livelli di torba, compresi entro i primi 50 m dal p.c. (Fig.3.37).

La formazione della recente ed attuale piana costiera si deve alla complessa interazione tra risalita post-wurmiana del livello marino e strutturazione tettonica della fascia costiera, a sua volta frutto della tettonica estensionale che ha interessato il substrato cristallino-metamorfoico e la soprastante successione sedimentaria plio-pleistocenica.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						



Fig. 3.36 – Depositi sabbioso-ghiaiosi di piana costiera in contatto sul Conglomerato di Pezzo, carotati nel sondaggio FC_CH2_509.



Fig. 3.37 – Argille con torba carotati nei depositi di piana costiera nel sondaggio FC_CH1_508.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

In corrispondenza del tratto di piana costiera di interesse per l'intervento non sono mai state rinvenute in sondaggio Ghiaie e Sabbie di Messina al di sotto dei depositi costieri olocenici che, invece, risultano poggiare direttamente sul Conglomerato di Pezzo (Fig.3.36) o sulle calcareniti della Formazione di S.Corrado. Si fa presente tuttavia che la distinzione in carota di sondaggio tra depositi sabbioso-ghiaiosi olocenici e Sabbie e Ghiaie di Messina, in assenza di intercalazioni di livelli di argilla con torba, è alquanto arbitraria.

Dal punto di vista litotecnico, nel corpo della piana costiera sono distinguibili terre granulari da sciolte ad addensate, terre coesive a bassa-media consistenza e terre organiche a bassa consistenza.

3.11 Depositi di versante

Sono depositi detritici alimentati da processi di degradazione e trasporto dovuto sia alle acque di dilavamento che alla gravità ed accumulati, in genere, alla base dei versanti, dove costituiscono perlopiù falde a luoghi coalescenti. In località Case Alte, nel settore nord-orientale dell'area di intervento, è stato distinto un deposito di sabbie di colore rossastro da medie a grossolane, addensate, solo subordinatamente fini, con rare intercalazioni di livelli di conglomeratici o limosi (Fig.3. 38).

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011



Fig. 3.38 – Carote di depositi detritici di versante clinostatificati ottenute dal sondaggio C407.

La clinostatificazione è resa evidente dalla presenza di livelli da medi e sottili, inclinati di 20°-25°, e dalla presenza, a luoghi, di una laminazione incrociata.

I clasti sono ben classati ed a composizione perlopiù quarzoso-feldspatica. Lo spessore massimo deducibile dagli affioramenti di tali depositi è valutabile nell'ordine dei 10 metri.

Tali depositi affiorano estesamente lungo l'intero versante a monte dell'attuale tracciato autostradale, interrompendosi in corrispondenza dei valloni e dei versanti a maggiore acclività.

Dal punto di vista litotecnico, questi depositi possono essere qualificate come terre granulari addensate. Oppure, laddove debolmente cementate, come rocce tenere.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

4 Assetto geologico – strutturale di dettaglio

L'area in oggetto si colloca in un dominio di transizione tra la struttura tettonicamente rilevata dell'horst di Campo Piale ed i bacini di Reggio Calabria e dello Stretto di Messina (vedi paragrafo 2 "Inquadramento Geologico Generale").

L'assetto strutturale dell'area è stato ricostruito attraverso: 1) rilevazione diretta sul terreno di elementi disgiuntivi (faglie) o di indicatori della loro presenza (cataclasiti e brecce). In alcuni siti, in condizioni di affioramento favorevoli, è stata condotta una rilevazione ed interpretazione degli indicatori cinematici di movimento (strie di abrasione, docce e rari gradini di calcite) sui piani di faglia; 2) interpretazione dei complessi rapporti geometrici tra le formazioni distinte nella carta geologica, ricostruiti attraverso dati di affioramento e interpretazione di stratigrafie di sondaggio relative alla campagna geognostica di Progetto Definitivo e a quelle pregresse; 3) rilevazione da fotografie aeree e da immagini multi spettrali Landsat ETM5+ e rilievo in sito di indizi morfologici di lineazioni associabili ad elementi tettonici (lineamenti); 4) analisi e confronto con la bibliografia inerente.

Al fine di schematizzare l'assetto strutturale del complesso reticolo di faglie interconnesse (Fig. 4.1), le faglie riconosciute sono state raggruppate in sistemi secondo criteri di posizione e di dislocazione reciproca. I sistemi sono stati così raggruppati per orientazione:

- 1) Sistemi ad andamento NW-SE (appenninico). Comprende i sistemi, Campo Calabro, Case Alte e di Matiniti
- 2) Sistemi ad andamento NE-SW. Comprende i sistemi di Musala, di S. Pietro, di La Torre, di Pezzo-Faro Rosso ed il Sistema Costiero
- 3) Faglie distribuite sull'area ad andamento N-S.
- 4) Sistema ad andamento E-W: sistema di Piale-Villa S. Giovanni, Piale – Mortille e faglia di S.Trada.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

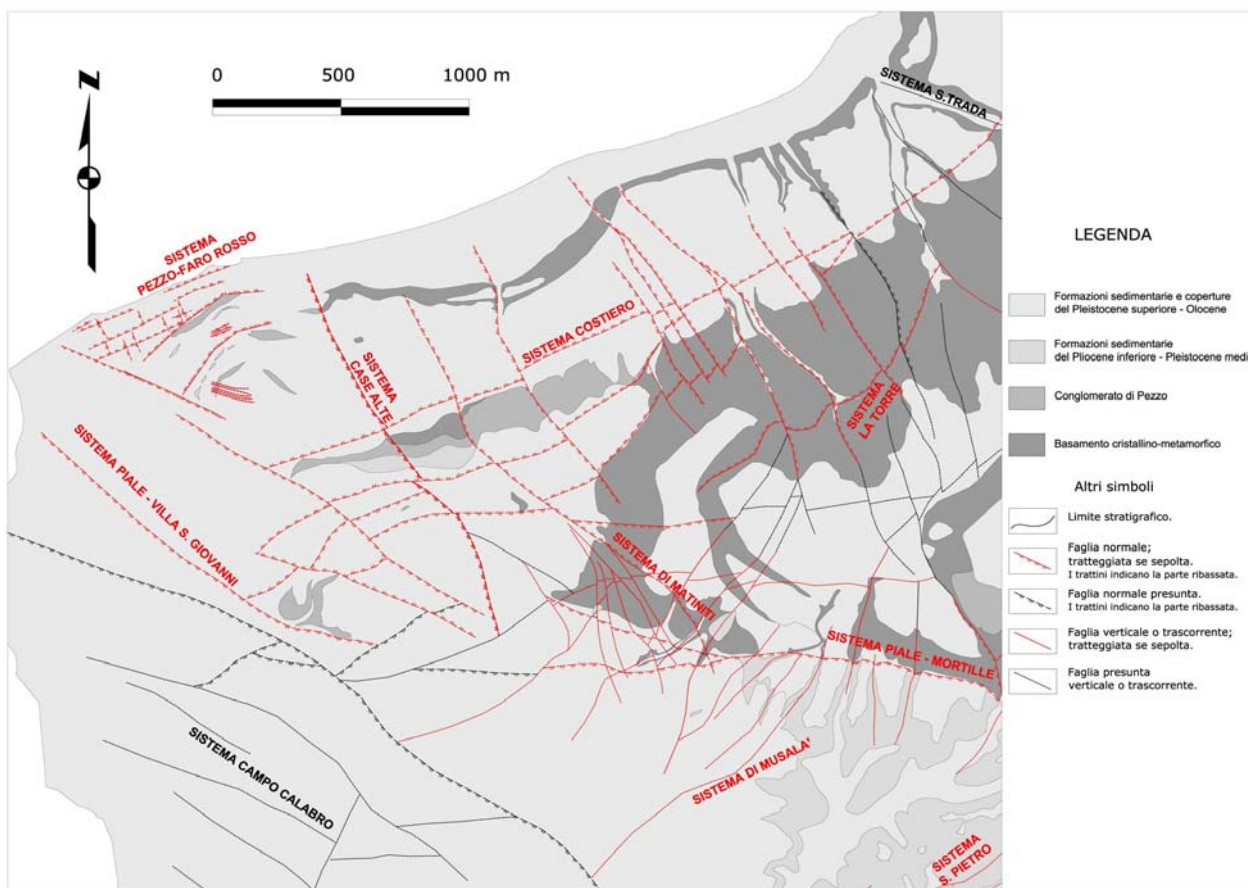


Fig 4.1 Schema tettonico semplificato dell'area interessata dalle opere principali ed ausiliarie del Ponte sullo Stretto di Messina.

La porzione strutturalmente più rilevata dell'area si localizza nel settore centrale, in corrispondenza degli estesi affioramenti di substrato cristallino-metamorfoico sui quali si chiudono i depositi ascrivibili alla successione sedimentaria riconosciuta. Tale alto strutturale bordato da faglie riferibili ai sistemi ad andamento E-W, NW-SE e NE-SW corrisponde alla porzione più occidentale dell'horst di Campo Piale.

Il Sistema Case Alte, ad andamento NW-SE ed essenzialmente coincidente con l'omonima faglia, delimita verso ovest l'horst di Campo Piale; con una direzione media pari a N135° ed immersione verso SW. Tale sistema rappresenta l'unico elemento distensivo riconosciuto nell'area che disloca il substrato cristallino-metamorfoico senza coinvolgere il Conglomerato di Pezzo. Il piano di faglia, rimodellato dall'erosione, avrebbe determinato una paleo-scarpata su cui il Conglomerato di Pezzo si sarebbe deposto, mostrando variazioni di spessore notevoli. La sua ricostruzione è basata

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

esclusivamente sulla correlazione di dati di sondaggio e non si osserva in affioramento. In particolare il Conglomerato di Pezzo presenta spessori massimi valutabili nell'ordine dei 20-30m in corrispondenza del blocco di letto della faglia mentre raggiunge spessori superiori a 90m immediatamente a SW della paleo-scarpata. La continuazione verso sud del Sistema Case Alte, nel bacino di Reggio ovvero nel blocco di tetto del Sistema Piale-Mortille, non è nota.

Il Sistema Piale-Mortille, ad andamento EW, delimita verso sud l'horst di Campo Piale e costituisce l'elemento tettonico principale su cui si appoggia, chiudendosi verso nord, la successione sedimentaria che colma il bacino tettonico di Reggio (la cui terminazione settentrionale è qui denominata Graben di S.Lucia). La faglia è messa in particolare risalto sia da un forte contrasto morfologico sia da chiare evidenze geologiche di terreno. Sulla base delle unità litostratigrafiche osservabili al letto ed al tetto di questo lineamento tettonico, è possibile valutare un rigetto verticale superiore ai 50m. La sua continuità di affioramento è dell'ordine di qualche chilometro, tuttavia l'evidenza si perde verso ovest e la sua continuazione si suppone, sulla base di dati di sondaggio, in corrispondenza del Sistema Piale-Villa S.Giovanni. A sud di quest'ultimo sistema si sviluppa un sistema ad orientazione parallela (Sistema Campo Calabro) che, assieme al sistema riferibile Piale-Mortille-Villa S.Giovanni avrebbe condizionato la formazione del basso strutturale coincidente con il Graben di S.Lucia.

Elementi trasversali a direzione N-S e NE-SW dislocano i Sistemi Piale-Mortille e Piale-Villa S. Giovanni, specialmente per quanto riguarda il settore più orientale dell'area di studio. Non si può escludere tuttavia la sovrapposizione di più eventi deformativi, sempre a carattere estensionale, che avrebbero riattivato precedenti lineamenti tettonici riutilizzando in toto o in parte piani di faglia preesistenti.

Il sistema Costiero, coincidente circa con la faglia di Scilla-Campo Piale (vedi paragrafo 2 "Inquadramento geologico generale"), delimita l'horst verso una zona di basso strutturale, comprendente la fascia di piana costiera e la retrostante zona dei terrazzi marini, all'incirca fino all'attuale sede della tratta autostradale SA-RC. Il ribassamento del substrato e di parte della sovrastante successione sedimentaria (almeno fino alle Calcareni di S.Corrado) è da ricondursi all'effetto cumulato di più elementi tettonici sub paralleli (Sistema La Torre, Sistema Costiero, Sistema Pezzo-Faro Rosso), come reso ancor più evidente anche in corrispondenza dell'Opera Terminale e delle Torri di fondazione dove, grazie ai numerosi sondaggi, è stato possibile ricostruire in dettaglio l'assetto strutturale del substrato. Inoltre sulla base dell'interpretazione stratigrafica dell'assetto dei depositi olocenici di piana costiera (Ghiaie eterometriche e

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

poligeniche, prevalentemente cristallino-metamorfiche e sabbie a grana da media a grossolana con livelli lenticolari di torba) vi sono forti indizi per poter escludere che l'attività del Sistema Pezzo – Faro Rosso coinvolga anche i depositi olocenici.. Le faglie riferibili a questi sistemi hanno pendenze elevate, comprese tra 65° ed 80° ed immergono prevalentemente verso NW, anche se elementi minori presentano immersioni verso SE. Diverse faglie ad andamento appenninico si allineano, almeno parzialmente, a scarpate morfologiche le quali risultano anche separare diversi ordini di terrazzamento marino. Tra queste, di particolare evidenza anche per la continuità della scarpata ad essa associata, è la faglia del Sistema Costiero. L'interpretazione più plausibile appare quella di una scarpata di erosione di faglia, su cui si è impostata una antica falesia marina, e che attualmente è localmente in arretramento rispetto alla proiezione del piano di faglia per l'azione combinata di agenti erosivi legati alle acque superficiali e alla gravità. Analoga interpretazione della origine della scarpate morfologiche vale anche per la scarpata compresa tra la piana costiera e il ripiano su cui è in progetto l'opera terminale e quella ad esso retrostante. Diversamente, al sistema tettonico la Torre sono associate sia analoghe evidenze morfologiche di scarpata sia la presenza di una estesa fascia cataclastica, affiorante alle testate dei valloni Piria e Zagarella, alla quale può essere attribuita la locale cancellazione delle originarie morfologie marine.

Un altro insieme di faglie ad orientamento NW-SE si individua nel settore nord-orientale dell'area di studio. E' caratterizzato da sistemi di faglie a direzione N130°-150°, con inclinazione media compresa tra i 70° e i 90°, che ribassano sia verso SW sia verso NE il substrato cristallino e le sovrastanti successioni sedimentarie fino alle Calcareniti di San Corrado. Tali elementi, sulla base delle osservazioni condotte sul terreno, rappresentano gli elementi tettonici più recenti riscontrati in quanto disarticolano elementi tettonici ascrivibili ai sistemi sopra descritti, compresi i piani di faglia appartenenti al Sistema Costiero. Nel settore nord-orientale dell'area questi sistemi di faglie delimitano horst e graben a scala locale, orientati in senso appenninico (NW-SE). A tale insieme di faglie appartiene il Sistema di Matiniti che rappresenterebbe un sistema trascorrente e transtensivo sia destro che sinistro. Nella Fig.4.2 si riporta un dettaglio alla scala di affioramento (mesoscala) delle dislocazioni connesse al suddetto sistema. Il carattere trascorrente e transtensivo del Sistema di Matiniti potrebbe giustificare l'azione di trasferimento cinematico tra il Sistema di Piale-Mortille e il Sistema Costiero. Il reticolo idrografico del settore settentrionale, sviluppato prevalentemente in direzione NW-SE, potrebbe essersi impostato lungo discontinuità appartenenti a questo sistema.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

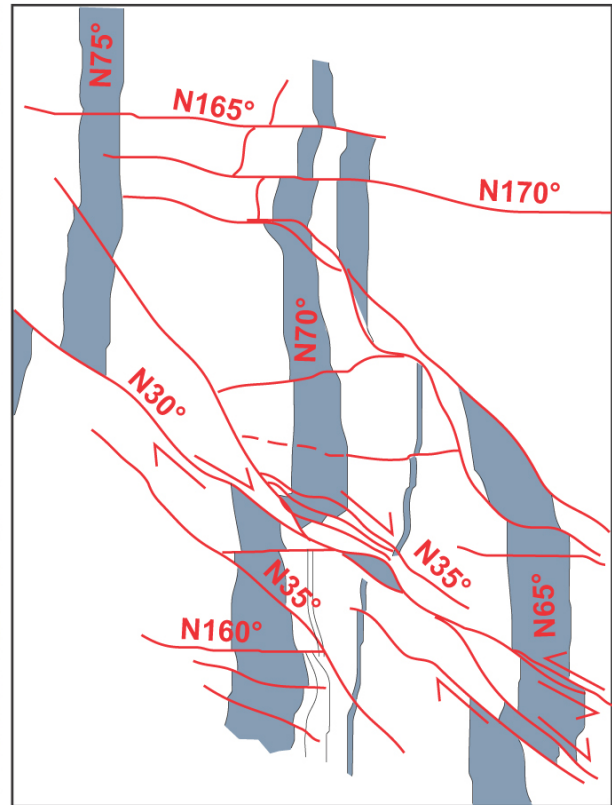


Fig 4.2 Foto e schema interpretativo dell'intensa fatturazione registrata all'interno del substrato granitico in corrispondenza del Sistema di Matiniti. In grigio sono evidenziati gli elementi guida identificati nell'ammasso roccioso completamente disarticolato da fratture estensionali e faglie mesoscopiche con rigetti centimetrici. Gran parte degli elementi presentano caratteri cinematici di tipo trascorrente sia sinistro sia destro a testimoniare la polifasicità dei processi di deformazione.

Una cronologia interpretata sulla base dello schema strutturale sopra esposto è di seguito riportata, dal sistema ritenuto più "antico" a quello più recente:

- 1) sistema Case Alte, attribuibile ad una strutturazione tettonica pre-tortonina;
- 2) sistemi ad orientazione NE-SW (sistema Costiero, di La Torre, di Pezzo-Faro Rosso, di Musala, di S. Pietro) e sistemi E-W (sistema di Piale-Villa S. Giovanni, Piale – Mortille e faglia di S.Trada), attribuibile ad una strutturazione almeno fino al Pliocene ed il Pleistocene inferiore. Resta ancora l'eventuale attività anche olocenica del sistema Pezzo – Faro Rosso;

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

3) faglie a direzione N-S e NE-SW che dislocano nel centro sud-orientale il sistema Piaie – Mortille e insieme di faglie ad orientamento NW-SE del settore nord-orientale dell’area di studio e ascritte al sistema di Matiniti, che dislocano il sistema costiero e il sistema La Torre.

I rapporti tra corpi deposizionali e elementi tettonici che hanno in parte permesso di scandire l’attività tettonica sono: deposizione del Conglomerato di Pezzo successiva alla dislocazione del substrato cristallino da parte del sistema Case Alte e precedente alle dislocazioni legate ai sistemi ad orientazione NE-SW e ai sistemi E-W; deposizione della Formazione di Le Masse coeva all’attività del sistema Piaie – Mortille (Fig.3.20; deposizione delle Sabbie e Ghiaie di Messina coeva e/o successiva all’attività dei sistemi di faglie riconosciute nell’area indagata (Fig. 4.3); deposizione del sistema olocenico di piana costiera in rapporto incerto rispetto al sistema Pezzo – Faro Rosso e presumibilmente anche rispetto alle faglie ad orientamento NW-SE del settore nord-orientale dell’area di studio, la cui dislocazione coinvolge certamente la successione sedimentaria fino ad un’altezza stratigrafica perlomeno fino al Pliocene, ipoteticamente anche al Pleistocene inferiore (cfr. paragrafo 3.5) oppure, soltanto come ipotesi non comprovata da dati, più recente.

Si sottolinea che lo schema a cronologico ricostruito esplicita i rapporti di reciprocità tra elementi tettonici riconosciuti; non viene esclusa a priori una riattivabilità futura di taluni di questi elementi, ad eccezione del sistema Case Alte suturato dalla intera successione sedimentaria. Da questo tipo di valutazione può derivare la stima di un eventuale potenziale sismogenetico; la trattazione di queste argomentazione è tuttavia demandata alla ricostruzione del quadro sismotettonico dell’area.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<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 style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

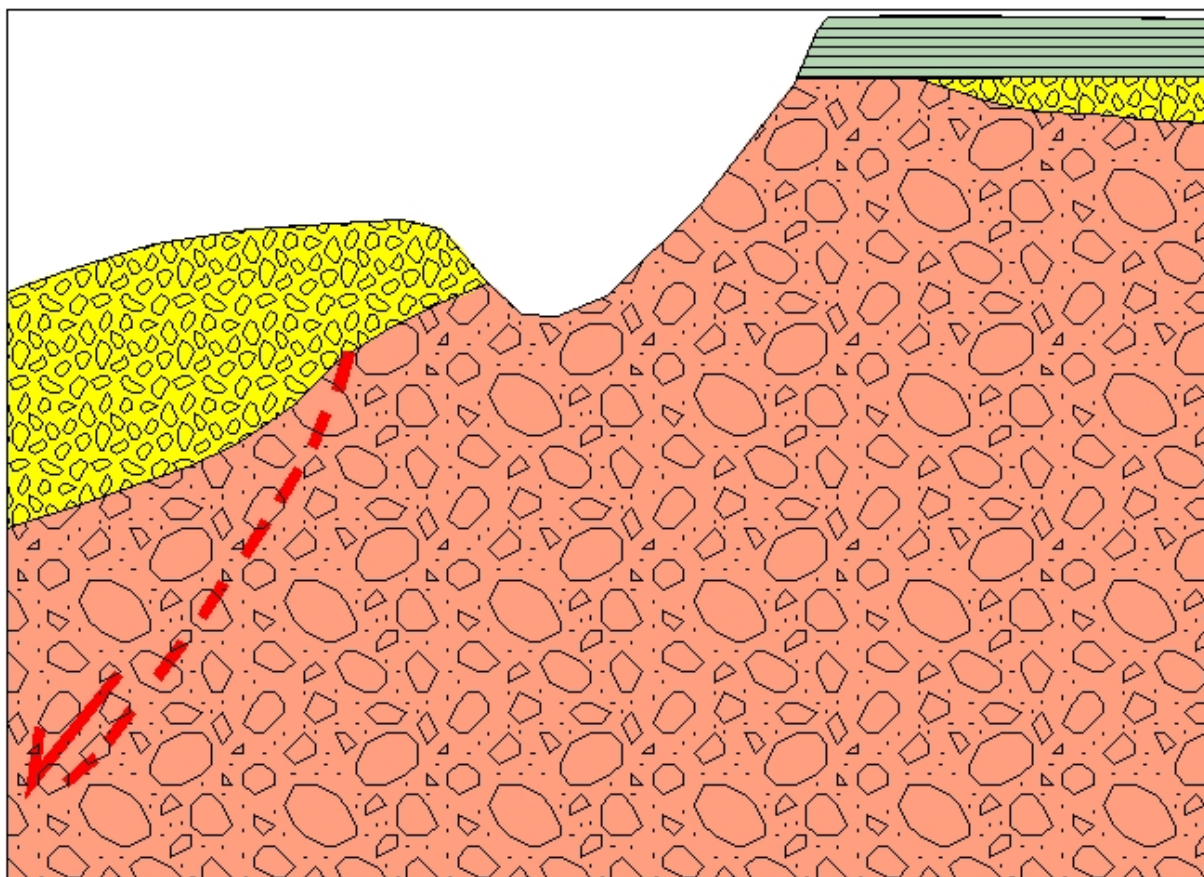


Fig. 4.3 - Schema rappresentativo dei rapporti esistenti tra le Ghiaie e Sabbie di Messina (in giallo) con il sottostante Conglomerato di Pezzo (in rosa) fagliato. In verde sono i depositi de terrazzi marini.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

5 Ricostruzioni geologiche lungo gli assi delle rampe autostradali e dei rami ferroviari

5.1 Criteri di costruzione delle sezioni

Le sezioni geologiche in asse alle opere viarie e ferroviarie in viadotto, trincea e galleria sono state ricostruite sulla base delle informazioni geologiche cartografate nell'area di intervento e restituite in una cartografia geologica in scala 1:5,000 ed 1:2,000, tenendo conto delle stratigrafie derivanti da tutte le campagne di indagine rese ad oggi disponibili.

L'ubicazione dei sondaggi sulla base cartografica è stata effettuata in accordo con le coordinate ufficialmente trasmesse dalla Committenza. Per ciò che attiene le stratigrafie dei sondaggi, sono state esaminate le stratigrafie già disponibili in allegato alle pre-esistenti campagne di indagine geognostica e sono state specificatamente redatte le stratigrafie dei sondaggi della nuova campagna di indagine (periodo Maggio-Agosto 2010), a loro volta confrontate con quelle ufficiali.

Le stratigrafie sono state utilizzate al fine di ricostruire le sezioni geologiche lungo i tracciati delle opere viarie operando opportune proiezioni lungo le tracce a partire dalle ubicazioni planimetriche.

In particolare, i criteri secondo i quali sono state effettuate le suddette proiezioni sono:

- ✓ criterio geometrico: la proiezione è stata effettuata ortogonalmente alla traccia della sezione;
- ✓ criterio spaziale: la distanza massima di proiezione è di 100 m dalla traccia della sezione;
- ✓ criterio altimetrico: nell'effettuare le proiezioni sono state considerate le quote dei bocca pozzi dei sondaggi in modo da preservarne la posizione altimetrica nella sezione di proiezione;
- ✓ criterio geologico: la proiezione è stata effettuata solo qualora tra la posizione del sondaggio e la traccia della sezione non fossero interposte faglie.

Le sezioni geologiche ricostruite sono state corredate di finche descrittive della:

- ✓ litologia attraversata nel solo caso delle opere di scavo;

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- ✓ giacitura reale degli strati nel caso delle formazioni geologiche stratificate (depositi di terrazzo marino, Sabbie e Ghiaie di Messina, Trubi, Calcareniti di S.Corrado);
- ✓ giacitura apparente degli strati computata rispetto alla direzione di avanzamento dell'opera di scavo;
- ✓ pericolosità geologica.

In merito all'attribuzione delle pericolosità geologica, di concerto con la Committenza, sono state distinte le seguenti categorie:

S1 – instabilità del fronte/o del cavo per la presenza di zone tettonizzate;

S2 - instabilità del fronte/o del cavo per la presenza di basse coperture;

S3 – presenza di trovanti;

S4 – fenomeni di “swelling”;

S5 – venute d'acqua concentrate;

S6 – presenza di acque aggressive;

S7 – fenomeni di dissoluzione;

S8 - instabilità del fronte/o del cavo per la presenza di depositi a grana fine poco coesivi;

S9 – instabilità gravitative agli imbocchi.

Le suddette pericolosità sono state attribuite ai tratti delle opere di scavo in asse con il tracciato secondo i seguenti criteri:

S1 – Instabilità del fronte/o del cavo per la presenza di zone tettonizzate.

Questa pericolosità è stata attribuita a cavallo delle singole faglie riportate sulle sezioni geologiche ricostruite lungo i tracciati. Sono state definite zone ad intensa tettonizzazione per un'ampiezza complessiva di 100 m (rispettivamente 50m a sinistra e 50m a destra del singolo elemento tettonico). L'ampiezza delle fasce tettonizzate è stata considerata sulla base di evidenze geomeccaniche, estrapolate da aree limitrofe a quella di intervento, che vedono più estesi affioramenti delle unità cristallino-metamorfiche del substrato e nelle quali è stato, dunque, possibile ottenere una zonazione geologico-tecnica dello stato di fratturazione degli ammassi

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

rocciosi in adiacenza a zone di faglia. Unica eccezione a tale approccio è stata adottata nel caso della faglia del sistema di Case Alte e della faglia del sistema Mortille-Campo Piale sulle quali poggiano, senza evidenze di tettonizzazione, i depositi sintettonici del Conglomerato di Pezzo, della Formazione di Le Masse e delle Sabbie e Ghiaie di Messina, in accordo con lo schema dei rapporti stratigrafici precedentemente discusso.

La tettonizzazione associata alle faglie è qui intesa come uno stato di intensa fratturazione dell'ammasso roccioso tale da conferirgli, in generale, un comportamento significativamente più duttile e ridurre la resistenza a compressione e/o trazione rispetto agli ammassi rocciosi adiacenti ed al di fuori delle zone di tettonizzazione. A tale riguardo, si sottolinea che l'ampiezza delle succitate fasce di tettonizzazione è stata attribuita a prescindere dallo spessore delle coperture, seguendo un approccio conservativo.

S2 - Instabilità del fronte/o del cavo per la presenza di basse coperture

Questa pericolosità è stata attribuita alle tratte delle opere di scavo caratterizzate da coperture (di qualsiasi composizione litologica) aventi spessore inferiore a 20m.

S3 - presenza di trovanti

Questa pericolosità è stata attribuita alle tratte delle opere di scavo caratterizzate da depositi clastici a marcata eterometria e la cui composizione granulometrica arriva a coprire i blocchi di dimensione metrica. Nello specifico, tali proprietà sono state attribuite alla sola formazione del Conglomerato di Pezzo.

S4 - fenomeni di "swelling"

Questa pericolosità non è stata mai attribuita nelle tratte delle opere di scavo qui considerate in quanto non si ritiene che fenomeni di rigonfiamento ("swelling") possano associarsi ai depositi presenti nell'area di intervento.

S5 – venute d'acqua concentrate

Questa pericolosità è stata attribuita alle tratte delle opere di scavo caratterizzate dalla presenza in superficie di terreni ad elevata permeabilità aventi le seguenti caratteristiche: i) arrivano direttamente ad interessare le opere di scavo; ii) sono sovrastanti porzioni di ammasso roccioso intensamente fratturato in corrispondenza di zone tettonizzate localizzate a cavallo di faglie; iii) sovrastano depositi a bassa permeabilità in corrispondenza di faglie. Nello specifico, sono stati

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

ritenuti terreni ad elevata permeabilità, in grado di convogliare acque lungo vie di infiltrazione preferenziali intercettabili dalle opere di scavo, i depositi dei terrazzi marini, le Calcareniti di S.Corrado e le Sabbie e Ghiaie di Messina; al contrario, sono stati ritenuti depositi a bassa permeabilità i Trubi e il Conglomerato di Pezzo.

S6 – presenza di acque aggressive

Questa pericolosità non è stata mai attribuita nelle tratte delle opere di scavo qui considerate in quanto non si ritiene che siano presenti venute di acque aggressive nell'area di intervento.

S7 - fenomeni di dissoluzione;

Questa pericolosità non è stata mai attribuita nelle tratte delle opere di scavo qui considerate in quanto non si ritiene che siano presenti fenomeni di dissoluzione nell'area di intervento.

S8 - instabilità del fronte/o del cavo per la presenza di depositi a grana fine poco coesivi;

Questa pericolosità è stata attribuita alle tratte delle opere di scavo caratterizzate dalla presenza in cavo o in calotta di depositi granulari a bassa coesione o a limitata cementazione quali, nello specifico, i Trubi, le Sabbie e Ghiaie di Messina, i depositi della Formazione di Le Masse.

S9 – instabilità gravitative agli imbocchi.

Questa pericolosità è stata attribuita alle tratte di imbocco delle opere di scavo caratterizzate dalla presenza di evidenze morfologiche di corpi di frana associabili a fenomeni attivi o quiescenti.

5.2 Tracciato autostradale Ramo A

La tratta della Rampa A compresa nei primi 300 m di progressiva corrisponde ad un attraversamento in viadotto che non prevede scavi in trincea o galleria ed include le fondazioni dell'OPTC (Opera Terminale lato Calabria). La geologia di questa tratta è caratterizzata dalla presenza di Conglomerato di Pezzo fagliato da elementi tettonici riferibili al sistema ad orientazione circa NE-SW ed ascrivibili al Sistema Pezzo-Faro Rosso, che causano il locale ribassamento dei depositi dei Trubi, qui presenti in entrambe le facies calcarenitica e marnosa, e delle Calcareniti di S.Corrado; al di sopra di tali depositi si rileva una copertura di terrazzi marini di spessore non superiore a 10m. In corrispondenza delle fondazioni dell'OPTC le faglie sono ben identificabili sulla base delle stratigrafie dei sondaggi: OTC_LPT2_503, OTC_SPT_504, OTC_CH1_501 della campagna 2010 e OTC_CS101_DH, OTC_CS103_DH della campagna

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

1992. Le evidenze basate sull'osservazione delle carote di sondaggio consentono di attribuire al Conglomerato di Pezzo nell'intero settore di fondazione dell'OPTC un elevato grado di cementazione delle componenti clastiche.

Tra le progressive 300 e 600 è previsto un attraversamento in trincea che interessa essenzialmente depositi del Conglomerato di Pezzo fagliati da un sistema di faglie ad orientazione circa EW, ricostruito sulla base di affioramenti esistenti in corrispondenza di uno scasso tuttora a giorno ad uso di edilizia privata. Tra le progressive 600 e 1200 l'opera di scavo attraversa il Conglomerato di Pezzo interessato dalle faglie ad orientazione circa NE-SW che, in questo specifico settore, individuano una struttura rilevata (horst) culminante tra le progressive 1000 e 1200 e passante, immediatamente ad est, ad un settore strutturalmente più depresso (graben) che ospita i maggiori spessori dei depositi riferibili alla Formazione dei Trubi; in particolare, tra le progressive 1250 e 1450, i Trubi arrivano ad intercettare la calotta dell' opera di scavo. La struttura del graben si esaurisce alla progressiva 1600. L'intera struttura ad horst e graben sopra descritta è stata ricostruita sulla base delle evidenze di numerosi sondaggi delle campagne 2010, 2006 e 2005; in particolare, i sondaggi S6 ed S5 della campagna 2005 e C_420bis della campagna 2010 hanno contribuito alla ricostruzione dell'andamento stratimetrico dei contatti tra Trubi e sottostante Conglomerato di Pezzo, nel settore più depresso del graben. Sugli stessi dati stratigrafici di sondaggio è stata basata la ricostruzione dell'andamento del limite trasgressivo della base delle Sabbie e Ghiaie di Messina e delle Calcareni di S.Corrado.

Tra le progressive 1600 e 1750 viene intercettato dall'opera di scavo l'elemento tettonico coincidente con la faglia di Case Alte che giustifica l'appoggio del Conglomerato di Pezzo sul substrato cristallino. La posizione di questo elemento tettonico, e della relativa zona di tettonizzazione, è dedotta in base alla disposizione spaziale degli elementi tettonici rilevati in superficie ed alla distribuzione degli affioramenti riferibili ai depositi della successione sedimentaria. Tra la progressiva 1750 e la progressiva 2100 l'ultima tratta dell'opera di scavo attraversa il substrato cristallino circa 40 m al di sotto dei depositi della successione sedimentaria ben affioranti in corrispondenza del versante adiacente all'attuale sede autostradale della A3 - Salerno-Reggio Calabria. A restante tratta della rampa non prevede opere di scavo in galleria o in trincea.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

5.3 Tracciato autostradale Ramo B

Fino alla progressiva 300 la geologia lungo il tracciato della Rampa B coincide con quella compresa tra le progressive 300 e 600 della Rampa A ad essa parallela ed affiancata di pochi metri.

Tra le progressive 300 e 600 la tratta è in galleria ed attraversa il Conglomerato di Pezzo interessato dalle faglie ad orientazione circa NE-SW che, in questo specifico settore, individuano una struttura rilevata (horst). Nella stessa tratta la galleria attraversa il contatto discordante tra Sabbie e ghiaie di Messina e sottostante Conglomerato di Pezzo all'incirca alla progressiva 700. In questa tratta l'andamento del limite discordante tra il Conglomerato di Pezzo e le Sabbie e Ghiaie di Messina è ricostruito sulla base di stratigrafie di sondaggi relativi alle campagne 1992 e 2101 ed in particolare: del sondaggio PZ_1 del 1992 e dei sondaggi C_404, C_405, C_410 della campagna del 2010. La tratta compresa tra le progressive 800 e 1000 procede in trincea all'interno dei depositi delle Sabbie e Ghiaie di Messina.

Le fondazioni del viadotto tra le progressive 1000 e 1200 intercettano la faglia del Sistema Piale-Villa S.Giovanni su cui poggia, direttamente sul Conglomerato di Pezzo, la formazione sintettonica di Le Masse, sopra la quale, a loro volta, si appoggiano, in trasgressione, le Sabbie e Ghiaie di Messina. Questo importante motivo strutturale è stato ricostruito anche sulla base dell'interpretazione di stratigrafie di sondaggio relative alle campagne di indagine 2005 e 2010 ed in particolare dei sondaggi Cn_450 del 2010 e SN_10 del 2005 che attraversano entrambi il contatto trasgressivo tra le Sabbie e Ghiaie di Messina ed il sottostante Conglomerato di Pezzo. La restante tratta in viadotto fonda direttamente sulle Sabbie e Ghiaie di Messina.

5.4 Tracciato autostradale – rampa C

Fino alla progressiva 800 le considerazioni relative alla geologia lungo la tratta della Rampa C sono coincidenti con quelle relative alla stessa tratta della Rampa D che corre parallelamente ad essa ed affiancata di alcuni metri. Tra le progressive 800 e 1100 la tratta in galleria parietale attraversa il Conglomerato di Pezzo, al di sotto di un limitato spessore (fino ad un massimo di 5 m) di depositi eluviali, ed attraversa, alla progressiva di circa 1100, la faglia di Case Alte che giustifica l'appoggio del Conglomerato di Pezzo sul substrato cristallino. La posizione di questo elemento tettonico, e della relativa zona di tettonizzazione, è dedotta in base alla disposizione planimetrica degli elementi tettonici rilevati in superficie ed alla distribuzione degli affioramenti riferibili ai

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

depositi della successione sedimentaria. Lungo il tracciato della rampa, le stratigrafie dei sondaggi SG_11 ed SG_12 della campagna del 2005 mettono in evidenza il passaggio laterale tra il Conglomerato di Pezzo ed il substrato cristallino. La restante tratta della rampa corre in viadotto e trincea attraverso sottili coperture di eluvio colluvio e di depositi di terrazzo marino (spessi fino a 40m). In base all'attuale progetto, tutte le fondazioni dei viadotti sono all'interno dei depositi di terrazzo marino e non arrivano, dunque, al sottostante substrato cristallino.

5.5 Tracciato autostradale Ramo D

Fino alla progressiva 250 le considerazioni relative alla geologia lungo la tratta della Rampa D sono coincidenti con quelle relative alla stessa tratta della Rampa A che corre parallelamente ad essa e ad una distanza planimetrica dell'ordine della decina di metri. Tra le progressive 250 e 700 la tratta in galleria lungo la rampa attraversa, interamente nel Conglomerato di Pezzo, la struttura tettonica dell'alto strutturale (horst) con l'adiacente depressione (graben) localizzata immediatamente ad est, individuato dai sistemi di faglie ad orientazione circa NE-SW. La depressione tettonica ospita i maggiori spessori dei depositi riferibili ai Trubi che, tra le progressive 950 e 1150, arrivano ad intercettare la calotta della progettando opera di scavo. La struttura del graben si esaurisce alla progressiva 1100. Lungo la traccia della rampa, l'intera struttura ad horst e graben sopra descritta è stata ricostruita sulla base delle evidenze di numerosi sondaggi delle campagne 1992, 2005, 2010 ed, in particolare, dei sondaggi: C_214, C_213 ed S7 della campagna 1992, SG_13, S_5, S_6 della campagna del 2005, C_412 della campagna del 2010.

La tratta compresa tra le progressive 1100 e 1350 vede l'attraversamento in galleria del Conglomerato di Pezzo al di sotto di uno spessore di depositi di terrazzo marino di spessore fino a circa 25m. Alla progressiva 1350 si individua l'appoggio sulla faglia del Sistema Piale-Villa S.Giovanni della formazione sintettonica di Le Masse che risulta pertanto a diretto contatto con il Conglomerato di Pezzo, sopra la quale si appoggiano in trasgressione le Sabbie e Ghiaie di Messina. La tratta in trincea, prevista dal progetto tra le progressive 1350 e 1400, attraversa il contatto discordante tra le Sabbie e Ghiaie di Messina ed il Conglomerato di Pezzo. La posizione della faglia del Sistema Piale-Villa S.Giovanni deriva dalle osservazioni di superficie su diversi affioramenti esistenti nel settore, nonché sull'interpretazione delle stratigrafie di alcuni sondaggi delle campagne 2005, 2010 ed in particolare: S_7, S_8, Svar_1 della campagna 2005, C_413 della campagna 2010. Per la ricostruzione dei rapporti geometrici del contatto discordante tra Sabbie e Ghiaie di Messina e Conglomerato di Pezzo si è rivelata di particolare interesse

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

l'osservazione delle riprese fotografiche dei fronti di avanzamento della costruenda Galleria Piale. Dopo la tratta in viadotto compresa tra le progressive 1400 e 1520, la restante tratta della rampa attraversa in trincea le Sabbie e Ghiaie di Messina sovrastate da depositi di terrazzo marino aventi spessore fino ad un massimo di 10 m.

5.6 Tracciato autostradale – Rampe di raccordo e rampe pedonali di sicurezza (by-pass)

Le rampe principali del tracciato stradale (A, B, C e D) sono tra di loro interconnesse da 8 rampe secondarie di raccordo. Tra di esse le rampe F, G, U e V funzionano da svincoli alla rampa C e sono localizzate parallelamente all'attuale tracciato autostradale sviluppandosi ad est dell'area di servizio. Ad eccezione della rampa G, le altre rampe succitate attraversano in superficie, su sede stradale, depositi di terrazzo marino, di spessore fino a 20 m, sovrastanti rocce granitoidi del substrato cristallino. La rampa G, fino alla progressiva 50, presenta, al di sotto dei depositi di terrazzo marino, Conglomerato di Pezzo in contatto tettonico verso est con le rocce granito idi attraverso la faglia del Sistema Case Alte; tale contatto, localizzato al di sotto della trasgressione dei depositi marini terrazzati, risulta vincolato dai sondaggi C_424 della campagna 2010 e dal sondaggio S6 ANAS. La rampa di raccordo A_acc copre la tratta di accesso alla rampa A, ed è progettata in sede stradale alla base del versante adiacente l'attuale tracciato autostradale. Lungo la traccia si incontrano depositi detritici di versante, aventi spessore fino ad un massimo di 10 m al di sopra di rocce granito idi del substrato cristallino. La rampa C_dec prosegue verso nord est il tracciato della rampa C ed è caratterizzata fino alla progressiva 500 dall'attraversamento in viadotto e trincea di depositi terrazzati marini il cui spessore arriva ad un massimo di circa 30 m (sondaggi S_5 ed S_8 ANAS). Dove il tracciato corre alla base del versante la trincea in progetto intercetta depositi detritici sovrastanti i depositi marini terrazzati, il cui spessore massimo è di circa 10 m. In prossimità della progressiva 500 il tracciato attraversa il contatto tra i termini granitoidi del substrato ercinico e gli gneiss dell'unità metamorfica facente parte dello stesso substrato entrambi dislocati da diversi elementi tettonici ad orientazione NS. All'altezza del Vallone Gibia (progressiva 550) l'opera di attraversamento in viadotto scavalla un fondovalle colmato da alluvioni di spessore pari a circa 14 m (sondaggio S_4 ANAS).

Le rampe M e D_dec si raccordano entrambe alla rampa D; la rampa M è progettata in viadotto e trincea ed attraversa, fino alla progressiva 200, depositi di Sabbie e Ghiaie di Messina trasgressive sul contatto, debolmente inclinato verso sud est, tra Trubi e Conglomerato di Pezzo. In prossimità

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

della progressiva 400 il tracciato attraversa la faglia del Sistema Piaie-Villa S.Giovanni su cui poggia, direttamente sul Conglomerato di Pezzo, la formazione sintettonica di Le Masse, sopra la quale, a loro volta, si appoggiano, in trasgressione, le Sabbie e Ghiaie di Messina. Lungo il tracciato della rampa D_dec questo assetto tettonico è ricostruito in base alle stratigrafie dei sondaggi Cn_450 e C_413 della campagna 2010 e Svar_1 della campagna del 2005. La rampa D_dec è interamente progettata in viadotto e trincea al di sopra di depositi di terrazzo marino aventi spessore massimo di circa 10 m, sovrastanti Sabbie e Ghiaie di Messina.

Le quattro rampe di by-pass di sicurezza raccordano rispettivamente le rampe A e D, D e A, D e C ed A con l'A3 direzione Salerno. Il by-pass di raccordo A-D attraversa in galleria, fino alla progressiva di circa 150 m, conglomerato di Pezzo sotto uno spessore di circa 20 m di Sabbie e Ghiaie di Messina, a loro volta sovrastate da depositi di terrazzo marino spessi fino a 10 m. A partire dalla progressiva 150 il tracciato in galleria prosegue all'interno dei Trubi che si trovano in contatto tettonico con il Conglomerato di Pezzo attraverso due elementi tettonici del sistema orientato circa NE-SW; tale assetto è controllato dai sondaggi SG_14 ed S_6 della campagna 2005. Il by-pass di raccordo D-A attraversa in galleria, lungo tutto il tracciato, Conglomerato di Pezzo sotto uno spessore di circa 20 m di Sabbie e Ghiaie di Messina, a loro volta sovrastate da depositi di terrazzo marino spessi fino a 10 m, attraversando due elementi tettonici del sistema ad orientazione circa NE-SW, rispettivamente alle progressive di circa 120 e 220. Il by-pass di raccordo D-A attraversa in galleria, lungo tutto il tracciato, Conglomerato di Pezzo; solo fino alla progressiva 120 il Conglomerato di Pezzo si ritrova al di sotto di uno spessore di circa 20 m di Sabbie e Ghiaie di Messina, a loro volta sovrastate da depositi di terrazzo marino spessi fino a 10 m, attraversando un elemento tettonico del sistema ad orientazione circa NE-SW in corrispondenza della progressiva 100. Il by-pass A-A3 attraversa in galleria le rocce del substrato granitoidale; unico dato geologico di rilievo è l'intersezione lungo il tracciato alla progressiva 10 di una faglia diretta.

5.7 Tracciato ferroviario Ramo 1

Fino alla progressiva 800 le considerazioni relative alla geologia lungo la tratta del Ramo 1 del tracciato ferroviario sono coincidenti con quelle relative alla stessa tratta delle Rampe C e D del tracciato autostradale, che corrono parallelamente ad essa e sono affiancate di alcuni metri. Tra le progressive 800 e 2100 l'opera di scavo attraversa il Conglomerato di Pezzo interessato dalle faglie ad orientazione circa NE-SW che, in questo specifico settore, individuano una struttura

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

rilevata (horst) culminante tra le progressive 700 e 1100 e passante, immediatamente ad est, ad un settore strutturalmente più depresso (graben) che ospita i maggiori spessori dei depositi riferibili alla Formazione dei Trubi. L'intera struttura ad horst e graben sopra descritta è stata ricostruita sulla base delle evidenze di numerosi sondaggi delle campagne 2005, 2010; in particolare, il sondaggio SG13 della campagna 2005 ed i sondaggi C_412, C_420bis, C_421ter della campagna 2010 hanno contribuito alla ricostruzione dell'andamento stratimetrico dei contatti tra Trubi e sottostante Conglomerato di Pezzo nel settore più depresso del graben. Sugli stessi dati stratigrafici di sondaggio è stata basata la ricostruzione dell'andamento del limite trasgressivo della base delle Sabbie e Ghiaie di Messina e delle Calcareni di S.Corrado. All'incirca alla progressiva 2100 l'opera di scavo attraversa la faglia del Sistema Piale-Mortille ed intorno alla progressiva 2350 attraversa l'appoggio tra la Formazione di Le Masse ed il sottostante substrato granitoidale; tale contatto è ricostruito sulla base dei sondaggi C_421quater, C419 del 2010 ed S1 del 2003.

5.8 Tracciato ferroviario Ramo 2

La geologia ricostruita lungo l'intero tracciato ferroviario del Ramo 2 è sostanzialmente sovrapponibile a quella ricostruita lungo il tracciato ferroviario del Ramo 1 poiché i due rami corrono parallelamente ed affiancati di qualche decina di metri. L'unica differenza più significativa riguarda la posizione della culminazione dell'horst individuato dalle faglie ascrivibili al sistema NE-SW che si localizza tra le progressive 1000 e 1200.

5.9 Tracciato ferroviario Ramo 5

Il tracciato ferroviario del Ramo 5 si innesta alla progressiva 1300 del tracciato del Ramo 1. Fino alla progressiva 400 l'opera di scavo è realizzata nel Conglomerato di Pezzo internamente alla struttura tettonica caratterizzata da alti strutturali (horst) ed adiacenti depressioni (graben), individuata dai sistemi di faglie ad orientazione circa NE-SW. Lungo il tracciato ferroviario del Ramo 5 tale struttura è ricostruita in base alle stratigrafie dei sondaggi C_420, C_420bis, C_421ter, C_421quater, relativi alla campagna geognostica del 2010. Tra le progressive 300 e 400 il tracciato in galleria attraversa la faglia del Sistema Case Alte, che giustifica l'appoggio del Conglomerato di Pezzo sul substrato cristallino. La posizione di questo elemento tettonico lungo il tracciato, e della relativa zona di tettonizzazione, è vincolata dalle stratigrafie dei sondaggi C_421ter e C_421quater della campagna del 2010. Tuttavia, una certa irresoluzione resta legata all'interpretazione del contatto Conglomerato di Pezzo e substrato cristallino sulla base delle

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

stratigrafie dei sondaggi relativi alle campagne pregresse. Per la restante tratta di competenza, il tracciato ferroviario del Ramo 5 attraversa in galleria le rocce granitoidi fagliate dal Sistema di Matiniti. La posizione degli elementi tettonici riferibili a tale sistema è basata su sole evidenze morfologiche di superficie raccolte lungo la scarpata di raccordo tra i due terrazzi marini rispettivamente posti alle quote di 200 m s.l.m. e 276 m s.l.m..

5.10 Tracciato ferroviario Ramo 6

Il tracciato ferroviario del Ramo 5 si innesta alla progressiva 1300 del tracciato del Ramo 1. Fino alla progressiva 400 l'opera di scavo è realizzata nel Conglomerato di Pezzo internamente alla struttura tettonica caratterizzata da alti strutturale (horst) ed adiacenti depressioni (graben), individuata dai sistemi di faglie ad orientazione circa NE-SW. Lungo il tracciato ferroviario del Ramo 5 tale struttura è ricostruita in base alle stratigrafie dei sondaggi C_420, C_420bis, C_421ter, C_421quater, relativi alla campagna geognostica del 2010. Tra le progressive 300 e 400 il tracciato in galleria attraversa la faglia del Sistema Case Alte, che giustifica l'appoggio del Conglomerato di Pezzo sul substrato cristallino. La posizione di questo elemento tettonico lungo il tracciato, e della relativa zona di tettonizzazione, è vincolata dalle stratigrafie dei sondaggi C_421ter e C_421quater della campagna del 2010. Tuttavia, una certa irresoluzione resta legata all'interpretazione del contatto Conglomerato di Pezzo e substrato cristallino sulla base delle stratigrafie dei sondaggi relativi alle campagne pregresse. Per la restante tratta di competenza, il tracciato ferroviario del Ramo 5 attraversa in galleria le rocce granitoidi fagliate dal Sistema di Matiniti. La posizione degli elementi tettonici riferibili a tale sistema è basata su sole evidenze morfologiche di superficie raccolte lungo la scarpata di raccordo tra i due terrazzi marini rispettivamente posti alle quote di 200 m s.l.m. e 276 m s.l.m..

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

6 Ricostruzioni geologiche in corrispondenza delle Torri di fondazione e degli Ancoraggi

6.1 Sezioni in corrispondenza delle opere di fondazione

Nel settore corrispondente alle fondazioni dell'opera di attraversamento sono state ricostruite cinque sezioni geologiche alla scala 1.200, di cui quattro circa parallele (AA', BB', EE', FF') e due circa ortogonali (CC' e DD') alla linea di costa, che si incrociano in corrispondenza dei punti in cui sono in progetto le fondazioni delle torri portanti l'opera di attraversamento. Poichè il settore in questione è localizzato in corrispondenza della piana costiera adiacente all'abitato di Cannitello, la mancanza di evidenze in affioramento ha comportato che le suddette sezioni siano state ricostruite essenzialmente sulla base dei sondaggi disponibili, relativi a tutte le campagne geognostiche pregresse e del 2010 fin qui acquisite e validate. Le stratigrafie di sondaggio sono state utilizzate previa quotatura delle bocche pozzo e proiezione lungo le tracce di sezione da una distanza non superiore a 20 m.

L'assetto geologico così ricostruito per l'area di fondazione dell'opera di attraversamento risulta caratterizzato dalle seguenti peculiarità:

- ✓ presenza di depositi di piana costiera olocenici il cui massimo spessore attraversato in sondaggio è pari a circa 60m. Tali depositi sono costituiti da alternanze di sabbie con ghiaie e depositi argillosi con torba;
- ✓ i suddetti depositi costieri poggiano in trasgressione o sui termini calcarenitici attribuiti alle Calcareniti di S.Corrado, o direttamente sui depositi tortoniani costituiti dal Conglomerato di Pezzo;
- ✓ le stratigrafie dei sondaggi accertano la presenza di faglie che dislocano la successione sedimentaria sottostante i depositi olocenici di piana costiera fino ai termini riferibili al Pleistocene inferiore, ovvero fino alle Calcareniti di S.Corrado;
- ✓ alcune stratigrafie di sondaggio consentono di escludere la presenza di dislocazioni interne ai depositi di piana costiera in quanto i livelli argillosi con torba, incontrati a diverse altezze stratigrafiche (e dunque presenti in più livelli) sono caratterizzati da geometrie deposizionali di tipo lenticolare e non risultano interessati da dislocazioni strutturali per faglia. Anche le

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

datazioni effettuate sui campioni di torba prelevati sono in accordo con le interpretazioni stratigrafiche dei dati di sondaggio..

Più in particolare, per ciò che attiene alla ricostruzione dell'assetto geologico dei termini sedimentari sottostanti i depositi di piana costiera, entrambe le sezioni circa ortogonali alla costa accertano la presenza di discontinuità strutturali per faglia che interessano le Calcareniti di S.Corrado, ed il Conglomerato di Pezzo, producendo un ribassamento complessivo verso mare della base trasgressiva della successione sedimentaria plio-pleistocenica sul Conglomerato di Pezzo di circa 35 m in circa 50 m di distanza planimetrica. Le due singole disgiunzioni tettoniche, tuttavia, producono un ribassamento rispettivamente di circa 10 e di circa 25 m.

In particolare, l'assetto geologico dei termini sedimentari sottostanti i depositi di piana costiera è stato ricostruito grazie all'interpretazione delle stratigrafie dei sondaggi C_15 e C_14 relativi alla campagna 1987 e dei sondaggi C_24, C_27, C_28, C_29, C_30, relativi alle campagne 1988-1989; BH6_DH, BH7_LF, FC_BH9, FC_BH5_DH relativi alla campagna 1992, FC_BH1_501, FC_BH1_512, FC_BH1_510, FC_CH2_509, FC_CH1_508 FC_SPT_503, FC_BH1_514, FC_BH1_513, FC_CH1_506, FC_BH2_505, FC_LPT1_502 relativi alla campagna 2010.

Per ciò che attiene la continuità e la presenza dei depositi della successione sedimentaria sottostanti i depositi olocenici di piana costiera, un'analisi di maggior dettaglio delle sezioni qui ricostruite dimostra che:

- 1) la massima profondità a cui si ritrovano le Calcareniti di S.Corrado al di sotto dei depositi olocenici della piana costiera è a circa 60 m dal p.c. nei sondaggi FC_BH5_DH e C_14;
- 2) lungo la sezione BB' (interpretando le stratigrafie dei sondaggi FC_BH1_510, FC_CH1_508, FC_CH2_509, C_28) e lungo la sezione EE' (interpretando le stratigrafie dei sondaggi C_24 e C_29), si ha l'evidenza di una ridotta estensione laterale del corpo sedimentario ascrivibile alle Calcareniti di S.Corrado al di sopra del Conglomerato di Pezzo, il quale risulta chiudersi procedendo verso ovest nell'area di progetto delle opere di fondazione;
- 3) il corpo deposizionale delle Calcareniti di S.Corrado mostra significative variazioni di spessore sia nella direzione circa parallela alla costa che lungo quella circa ortogonale;
- 4) si osserva la presenza di Trubi al di sotto delle Calcareniti di S.Corrado spostandosi più ad est rispetto all'area di progetto delle opere di fondazione, sulla base dell'interpretazione dei

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

sondaggi C_30 e BH6_DH proiettati lungo la sezione AA'. La presenza dei Trubi ad ovest dell'area di progetto delle opere di fondazione con uno spessore generalmente di qualche metro è deducibile anche dall'interpretazione dei sondaggi ubicati al di fuori delle tracce delle sezioni geologiche considerate ed, in particolare, C_13, C_17, C_5bis, C_4, C_6 della campagna 1987.

A monte del sondaggio FC_BH9, la mancanza di termini sedimentari ascrivibili alle Calcareniti di S.Corrado, evidente nei sondaggi FC_BH1_512 ed FC_CH2_509, non consente di accertare, sulla sola base delle stratigrafie dei sondaggi consultati, la presenza di un' ulteriore disgiunzione tettonica a spiegazione della significativa riduzione di spessore dei depositi di piana costiera che si osserva, procedendo verso l'entroterra di circa 30 m planimetrici, analizzando la stratigrafia del sondaggio C_15 relativo alla campagna del 1997, in cui depositi sabbioso ghiaiosi di piana costiera sono presenti con uno spessore massimo di circa 5 m. Nell'interpretazione geologica data alle succitate stratigrafie, pertanto, l'aumento di spessore dei depositi costieri, procedendo verso mare a partire dal sondaggio C_15, é spiegata dall'esistenza di una paleomorfologia "sculpita" nel Conglomerato di Pezzo e/o nei sovrastanti termini plio-pleistocenici, quale eredità dell'azione erosiva del mare lungo un'antica linea di costa, ovvero della presenza di un'antica falesia a valle della quale si sarebbe creato un maggiore spazio di accomodamento per i sedimenti di piana costiera. Tuttavia, anche in base alla presenza in affioramento di Calcareniti di S.Corrado lungo la strada statale nel tratto adiacente alle opere di fondazione, il il succitato elemento morfologico corrisponde ad una faglia che ribassa verso mare la successione sedimentaria sottostante i depositi olocenici di piana costiera e che, in tutte le sezioni circa ortogonali alla costa qui ricostruite, si localizza circa 60 m più a monte della più interna delle faglie riportate in sezione tra quelle che dislocano le Calcareniti di S.Corrado. Essa coincide con la Faglia 128 del Progetto Preliminare.

Come meglio approfondito nella Relazione sull'Assetto Simotettonico dello Stretto di Messina prodotta da Eurolink nell'ambito della documentazione di Progetto Definitivo, si ritiene che le strutture tettoniche in precedenza descritte siano da considerarsi elementi tettonici secondari, superficiali, ad elevata segmentazione e di limitata estensione complessiva, di per sé non sismogenetici ed al più collegati ad elementi tettonici profondi, questi ultimi comunque non capaci di produrre terremoti di livello energetico superiore ad una magnitudo 5.5. Si ritiene, altresì, che terremoti di magnitudo superiore a 5.5 possano essere generati esclusivamente dalla struttura tettonica responsabile dell'evento sismico del 1908.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

6.2 Sezioni in corrispondenza degli ancoraggi

In corrispondenza del sito in cui sono in progetto le opere di ancoraggio sono state realizzate due sezioni geologiche tra loro ortogonali (FF' e GG') alla scala 1.200, rispettivamente orientate circa NNW-SSE e circa ENE-WSW. In generale l'assetto geologico ricostruito per questo settore, lungo le due sezioni ricostruite, è caratterizzato dalle seguenti peculiarità:

- 1) presenza di depositi di terrazzo marino di spessore variabile fino ad un massimo di 8 m trasgressivi su termini della successione sedimentaria sovrastante il substrato cristallino-metamorfico ercinico ed, in particolare, su Conglomerato di Pezzo, calcareniti ascrivibili ai Trubi e Sabbie e Ghiaie di Messina;
- 2) presenza di elementi tettonici che dislocano il Conglomerato di Pezzo e che non arrivano ad interessare i soprastanti depositi di terrazzo marino e Sabbie e Ghiaie di Messina.

In particolare, lungo la sezione FF' si osserva la trasgressione dei depositi di terrazzo marino al di sopra dei Trubi, del Conglomerato di Pezzo e delle Sabbie e Ghiaie di Messina, procedendo da SE verso NW. Tale assetto geologico è ricostruito sulla base delle stratigrafie dei sondaggi C_19 e C_20 della campagna del 1987 e PZ_3 della campagna del 1992. Lungo la sezione GG', invece, si osserva la trasgressione del deposito di terrazzo marino sulle sole Sabbie e Ghiaie di Messina e sul Conglomerato di Pezzo. Tale assetto geologico è ricostruito sulla base delle stratigrafie dei sondaggi AC_BH3_505 della campagna del 2010, C_20 della campagna del 1987 e AC_BH1 della campagna del 1988-89.

Per ciò che attiene gli elementi tettonici, lungo la sezione FF' le due faglie intersecate sono riferibili rispettivamente al Sistema Costiero ed al Sistema Piaie-Mortille, entrambi a cinematisma distensivo. Lungo la sezione GG', invece, l'unico elemento tettonico intersecato è riferibile al Sistema Piaie-Mortille.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

7 Considerazioni conclusive

A conclusione del lavoro svolto, è di rilievo constatare che l'assetto geologico-strutturale qui ricostruito per il settore calabrese dell'opera a livello di progettazione definitiva, ricalca, nelle linee generali, quanto delineato a livello di progettazione preliminare. Un confronto cartografico tra i rispettivi prodotti geologici mette in luce delle differenze che possono essere complessivamente ricondotte al maggiore dettaglio affrontato in questa fase di progettazione definitiva ed al raffinamento reso possibile grazie alla disponibilità di una serie nuova di sondaggi realizzata ad hoc.

Entrando in maggior dettaglio, alcune attribuzioni formazionali in area di interesse per il presente progetto hanno subito, a parità di litologie riconosciute, delle modifiche. Ci si riferisce in particolare ad alcuni affioramenti di brecce cementate presenti sulla SS18 in prossimità di Cannitello che nel progetto preliminare erano attribuite al Conglomerato di Pezzo e che nella attuale cartografia sono invece attribuite ad una facies basale delle Calcareniti di San Corrado.

All'apparenza, si riscontrano, invece, più significative differenze tra progetto preliminare e progetto definitivo nella disposizione spaziale degli elementi tettonici, prevalentemente sul tratto costiero. Se si considera, tuttavia, che tali elementi tettonici sono in gran parte posizionati non sulla base di chiare evidenze di terreno quanto piuttosto sulla miglior soluzione alle dislocazioni ipotizzate sulla base di correlazioni di sondaggio, è evidente che, disponendo per il progetto definitivo di un significativo numero di verticali di indagine in più, la soluzione interpretativa geometrica possa discostarsi.

A proposito, invece, della maggiore densità degli elementi tettonici presenti negli elaborati cartografici del progetto definitivo, rispetto a quanto si riscontra invece in quelli del progetto preliminare, si ribadisce quanto già segnalato in premessa alla presente relazione, ovvero che, data l'importanza della componente tettonica nella strutturazione di questo settore dell'arco calabro, il dettaglio in cui, a luoghi, si sono spinte le indagini in questa fase progettuale ha dato la possibilità di risolvere singole dislocazioni strutturali che, invece, ad una scala più piccola erano accorpati in un unico elemento oppure del tutto assenti nel progetto preliminare.

Nel merito, invece, dell'intervallo cronologico certo dell'attività delle faglie, soprattutto nel settore costiero, si rileva che i dati in più resi disponibili in questa fase progettuale nell'area di fondazione delle torri (cfr. paragrafo 6.1) sembrano fornire indizi robusti sulla mancanza di coinvolgimento dei

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

depositi olocenici nelle dislocazioni strutturali che interessano invece il substrato cristallino-metamorfico, il Conglomerato di Pezzo fino alle formazioni del Pleistocene inferiore.

Si osserva, invece, che un più approfondito quadro conoscitivo potrebbe essere acquisito nel settore costiero immediatamente oltre la linea di riva in merito a processi erosivi subacquei, potenzialmente responsabili di arretramento della linea di riva e/o innesco di instabilità gravitative in grado di coinvolgere il corpo deposizionale costiero olocenico nella sua porzione superficiale, e ad un assetto geologico locale che, ancora ad oggi, non è definibile allo stesso dettaglio con il quale è stato reso nelle sezioni prodotte quale supporto al presente progetto definitivo

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

8 Bibliografia di riferimento

8.1 Cartografie

- **APAT (2008)** - *Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000*: Foglio 601 Messina-Reggio Calabria **TZORI P.; GHISSETTI F., PEZZINO A. & VEZZANI L.** (1983) –“*Carta geologica del bordo occidentale dell'Aspromonte*” Scala 1:50.000, S.EL.CA., Firenze.
- **CORTESE E.**, (1985) – “*Carta Geologica d'Italia a scala 1:100.000, Foglio 254 Messina – Reggio Calabria*” ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE.
- **GUARNIERI P., DI STEFANO A., CARBONE S., LENTINI F. & DEL BEN A.** (2004) –“*A multidisciplinary approach to the reconstruction of the Quaternary evolution of the Messina Strait. With Geological map of the Messina Strait, scala 1:25.000* ” In Mapping Geology in Italy, Ed. APAT, 45-50.
- **LENTINI F.**, (2000) – “*Carta Geologica della Provincia di Messina, scala 1:50.000 e Nota Illustrativa* (a cura di F. LENTINI, S. CARBONE & S. CATALANO), S. EL. CA. Firenze.
- **MARGHETTI M.P. & HUGHES D.O.**, (1968) – “*Carta Geologica della Calabria alla scala 1:25.000 dell'I.G.M., Foglio 254 IV SE Villa San Giovanni*” SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA-CASSA DEL MEZZOGIORNO.

8.2 Articoli scientifici

- **AMODIO-MORELLI L., BONARDI G., COLONNA G., DIETRICH D., GIUNTA G., IPPOLITO F., LIGUORI V., LORENZONI S., PAGLIONICO A., PERRONE V., PICCARETTA G., RUSSO M., SCANDONE P., ZANETTIN-LORENZONI E. & ZUPPETTA A.** (1976) - *L'Arco Calabro-peloritano nell'orogene appenninico-maghrebide*” Mem. Soc. Geol. It., 17: 1-60.
- **ATZORI P., & VEZZANI L.**, (1974) – “*Lineamenti petrografico-strutturali della catena peloritana*” Geol. Romana, 13, 21-27.
- **ATZORI P.; GHISSETTI F., PEZZINO A. & VEZZANI L.**, (1978) – “*Strutture ed evoluzione geodinamica recente dell'area peloritana (Sicilia nord-orientale)*”. Boll. Soc. Geol. It., 97, 31-56.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- **BARRIER P., CRAVATTE J., DECISIS R., LANZAFAME G. & OTT D'EESTEVOU P.,** (1987) – *“Mise ou point stratigraphique sur les relations entre la “couverture calabride Miocene”.* Doc. Et Trav. IGAL, Paris, 11, 43-53
- **BERTOLASO G., BOSCHI I., GUIDOBONI E. & VALENSISE G. Eds** (2008) –*“Il Terremoto e il maremoto del 28 Dicembre 1908: analisi sismologica, impatto, prospettive”* INGV-DPC, Roma-Bologna, 813 p.p.
- **BONFIGLIO L. & VIOLATI D.,** (1983) – *“Prima segnalazione di Tirreniano ed evoluzione pleistocenica di Capo Peloro (Sicilia Nord-Orientale)”* Geogr. Fis. Din. Quat. 6, 3-15.
- **BONFIGLIO L.,** (1991) – *“Correlazioni tra depositi e mammiferi, depositi marini, linee di costa eterrazzi medio e tardo-pleistocenici nella Sicilia orientale”* Il Quaternario. 4, 205-214.
- **CARBONE S., MESSINA A. & LENTINI F.,** (2008) – *Note Illustrative della carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000: Foglio 601 .* Dipartimento Difesa del Suolo, Servizio Geologico d'Italia. S.EL.CA. Firenze, 170pp
- **CATALANO S. & CINQUE A.,** (1995) – *“L'evoluzione neotettonica dei peloritani settentrionali(Sicilia nord-orientale): il contributo di una analisi geomorfologica preliminare”* Studi Geol.Camerti, Vol. Spec. 2, 113-123.
- **CATALANO S., DI STEFANO A.** (1997) – *“Sollevamenti e tettonogenesi pleistocenica lungo il margine tirrenico dei Monti Peloritani: integrazione dei dati geomorfologici, strutturali e biostratigrafici”* Il Quaternario, **10** (2), 337-342.
- **CATALANO S., DE GUIDI G., MONACO C., TORTORICI G. & TORTORICI L.** (2003) – *“Long term behaviour of the late-quaternary normal faults in the straits of Messina area (Calabria Arc.): Structural and morphological constraints”* Quaternary International. 101-102, 81-91.
- **D'AGOSTINO N., G. SELVAGGI.** (2004) –*“Crustal motion along the Eurasia-Nubia plate boundary in the Calabrian Arc and Sicily and active extension in the Messina Straits from GPS measurements”* J. Geophys. Res., 109, B11402, doi:10.1029/2004JB002998.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- **D'AGOSTINO, N.; CHELONI, D.; BERNARDI, F.; HUNSTAD, I.; PALOMBO, B.; SELVAGGI, G.** (2008) – *“Reassessment of the interseismic and coseismic deformation in the Messina Straits”* American Geophysical Union, Fall Meeting 2008, abstract #S41D-03
- **DI STEFANO A. & LENTINI R.** (1995) – *“Ricostruzione stratigrafica e significato paleotettonico dei depositi pliopleistocenici del margine tirrenico tra Villafranca Tirrena e Faro (Sicilia nord-orientale)”* Studi Geol. Camerti, Vol. speciale 1995/2, 219-237.
- **DI STEFANO A. & LONGHITANO S.** (2009) – *“Tectonics and sedimentation of the Lower and Middle Pleistocene mixed siliciclastic-bioclastic sedimentary successions of the Ionian Peloritani Mts (NE Sicily, Southern Italy): the onset of opening of the Messina Strait ”* Central European Journal of Geosciences, Vol. 1(1) p. 33-62.
- **DUMAS B.; GUEREMY P. & RAFFY J.** (2005) – *“Evidence for sea-level oscillation by the “characteristic thickness” of marine deposits from raised terraces of Southern Calabria (Italy)”* Quaternary Science Reviews vol. 24 pag. 2120-2136.
- **FERRANTI L., ANTONIOLI F., MANZ B., AMOROSI A., DAI PRA G., MASTRONUZZI G., MONACO C., ORRU' P., PAPPALARDO M., RENDA P., ROMANO P., SANSONO P. & VERRUBBI V.** (2006) – *“Markers of the last interglacial sea-level high stand along the coast of Italy: tectonic implication”* Quaternary International, Vol. 145-146 p. 30-54.
- **FERRANTI L., MONACO C., ANTONIOLI F. MASCHIO L., KERSHAW S. & VERRUBBI V.** (2007) – *“The contribution of regional uplift and coseismic slip to the vertical crustal motion in the Messina Straits, southern Italy: Evidence from raised Late Holocene shorelines”* JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 112.
- **FERRANTI L., MONACO C., MORELLI D., ANTONIOLI F. & MASCHIO L.** (2008) – *“Holocene activity of the Scilla Fault, Southern Calabria: Insights from coastal morphological and structural investigations”* Tectonophysics Vol. 453 pag 74–93.
- **FERRANTI F., MONACO C., MORELLI D., TONIELLI R., TORTORICI L. & BADALINI M.** (2008) – *“Morphostructural setting and active faults in the Messina Strait: new evidence from marine geological data”* Rend. online SGI, 1, Note Brevi, www.socgeol.it, 86-88.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- **FINETTI I.; LENTINI F.; CARBONE S.; CATALANO S & DEL BEN A.** (1996) -“*Il sistema Appennino Meridionale-Arco Calabro-Sicilia nel Mediterraneo Centrale: studio geologico-geofisico*” Mem. Soc. Geol. It. Vol. 115 pag. 529-559
- **FINETTI I.R.** (2008) -“ *Geophysical Exploration Contribution to the Understanding of Messina Straits Tectono-Dynamics and 1908 Earthquake Seismogenesis*” Environmental Semeiotics Vol. 1(2), pag. 278-293.
- **GHISETTI F.** (1979) –“*Evoluzione neotettonica dei principali sistemi di faglie della Calabria centrale*” Boll. Soc. Geol. It. Vol. 98 pag. 387-430, 25 ff
- **GHISETTI F. & VEZZANI L.**, (1980) – “*Contribution of structural analyses to understanding the geodynamic evolution of the calabrian arc (Southern Italy)*” J., Struct. Geol.. 3(4), 371-381.
- **GHISETTI F.** (1981a) –“*L’evoluzione strutturale del bacino plio-pleistocenico di Reggio Calabria nel quadro geodinamico dell’Arco Calabro*” Boll. Soc. Geol. It. Vol. 100, pag. 433-466, 17.
- **GHISETTI F.** (1981b) – “*Upper Pliocene-Pleistocene uplift rates as indicators of neotectonic pattern; an examples from southern Calabria (Italy)*” Z. Geomorph. N. F., **40**: 9-118.
- **GUARNIERI P. & CARBONE S.** (2003) –“*Assetto geologico e lineamenti morfostrutturali dei bacini plio-quadernari del Tirreno meridionale*” Boll. Soc. Geol. It. Vol. 122 pag. 377-386.
- **GUARNIERI P., DI STEFANO A., CARBONE S., LENTINI F. & DEL BEN A.** (2004) –“*A multidisciplinary approach to the reconstruction of the Quaternary evolution of the Messina Strait. with Geological map of the Messina Strait, scala 1:25.000* ” In Mapping Geology in Italy, Ed. APAT, 45-50.
- **GUARNIERI P.** (2006) –“*Plio-Quaternary segmentation of the south Tyrrhenian forearc basin*” Int J Earth Sci (Geol Rundsch) 95: 107-118.
- **GUARNIERI P. & PIROTTA C.** (2008) –“ *The response of drainage basins to the late Quaternary tectonics in the Sicilian side of the Messina Strait (NE Sicily)*” Geomorphology Vol. 95 pag. 260–273.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- **IACCARINO S., PREMOLI SILVA I., BIOLZI M., FORESI L.M., LIRER F., TURCO E. & PETRIZZO M.R.** (2007). Practical manual of Neogene Planktonic Foraminifera. International School on Planktonic Foraminifera, 6th course, Perugia 19-23 February 2007, University of Perugia:1-181.
- **JAMIOLKOWSKI M. & LO PRESTI D.C.F.** (2003) – “*Getechnical characterization of Holocene and Pleistocene Messina sand and gravel deposits*” Characterisation and Engineering Properties of Natural Solls – Tan et alii (Eds) Swets & Zeitlinger, Lisse, ISBN 90 5809 537 1.
- **LENTINI F., CARBONE S. & CATALANO S.** (1994) – “*Main structural domains of the central Mediterranean Region and their neogenic tectonic evolution*” Boll. Geof. Teor. Appl., **36** (141-144): 103-125.
- **LENTINI F., CATALANO S., CARBONE S.** (2000). –“*Carta geologica della Provincia di Messina. Provincia Regionale di Messina*” Assessorato Territorio-Servizio geologico, SELCA, Firenze.
- **MARTISON G., PISIAS N. G., HAYS D. J., IMBRIE J., MOORE o C. T. & SHACKLETON N. J.**, (1987) – “*Age dating of the orbital theory of the Ice Age: development of a high-resolution 0 to 300.000 year chronostratigraphy*” Quat. Res., **27**, 1-29.
- **MATTIA M., PALANO M., BRUNO V. & CANNAVO’ F.** (2009) – “*Crustal motion along the Calabro-Peloritano Arc as imaged by twelve years of measurements on a dense GPS network*” Tectonopghysics Vol. 476 p. 528-537.
- **MESSINA A., GIUNTA G., RUSSO S. & SEMILIA B.** (1996) –“*Preliminary data on the metamorphism and deformation relationships in the Peloritani tectonic unit basements (Calabria – Peloritani arc)*” Plinius, **16**, 154-155.
- **MIYAUCHI T.; DAI PRA G.; SYLOS LABINI S.** (1994) –“*Geochronology of Pleistocene marine terraces and regional tectonics in the tyrrhenian coast of south Calabria, Italy*” Il Quaternario vol. 7(1) pag. 17-34.
- **ORTOLANI F.** (1976) - “*Fase tettonica mediopliocenica in Calabria: schema delle principali strutture originate*” Boll. Soc. Natur. Napoli, vol. **84** pag. 1-25.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE		<i>Codice documento</i> CB0074_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- **RICCHETTI E.; RICCHETTI G.** (1991) –“*Aspetti della morfogenesi pleistocenico-olocenica sul versante tirrenico della Calabria*” Memorie della Società Geologica Italiana vol. 47 pag. 655-663.
- **SCARFI L., LANGER H. & SCALTRITO A.** (2009) -“ *Seismicity, seismotectonics and crustal velocity structure of the Messina Strait (Italy)*” Physics of the Earth and Planetary Interiors Vol. 177 pag 65–78.
- **VALENSISE G.** (2005) – “*Evoluzione morfostrutturale quaternaria dell’area dello Stretto sollevamenti e spostamenti relativi sulla base di dati geologici e strumentali*” Giornata di studio sul progetto del Ponte sullo Stretto di Messina, Messina, Hotel Liberty, 15 ottobre 2005.