



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</p>  <p>Dott. Ing. D. Spoglianti Ordine Ingegneri Milano n° 20953 Dott. Ing. E. Pagani Ordine Ingegneri Milano n° 15408</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>
--	--	--	--

<p><i>Unità Funzionale</i> GENERALE <i>Tipo di sistema</i> AMBIENTE <i>Raggruppamento di opere/attività</i> STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE <i>Opera - tratto d'opera - parte d'opera</i> QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE – SUOLO E SOTTOSUOLO <i>Titolo del documento</i> RELAZIONE GENERALE</p>	<p style="text-align: right;">AM0217_F0</p>
---	--

CODICE	C G 0 7 0 0 P R G D G A M I A Q 3 0 0 0 0 0 4 F0
--------	--

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
F0	20/06/2011	EMISSIONE FINALE	P. FERRARI	M. SALOMONE	D.SPOGLIANTI

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

INDICE

INDICE	3
Premessa	9
1 Struttura e contenuti della relazione	9
2 I rilievi disponibili e gli aggiornamenti operati	10
3 Aggiornamento del quadro di riferimento normativo	11
Impostazione e metodologia di analisi.....	15
4 Metodologia di analisi e valutazione.....	15
Stato iniziale della componente ‘Geologia’	17
5 Metodologia adottata	17
Calabria – Inquadramento geologico.....	20
6 Aggiornamento della caratterizzazione geologica di base	20
6.1 Stratigrafia	22
6.1.1 Substrato cristallino-metamorfico.....	25
6.1.2 Conglomerato di Pezzo.....	25
6.1.3 Trubi	26
6.1.4 Formazione di Le Masse.....	27
6.1.5 Calcareniti di San Corrado.....	27
6.1.6 Ghiaie e sabbie di Messina.....	28
6.1.7 Depositi marini terrazzati	29
6.1.8 Depositi alluvionali	29
6.1.9 Eluvio - colluvio.....	30
6.1.10 Depositi di piana costiera recenti ed attuali	30
6.1.11 Depositi di versante	30
6.2 Assetto geologico – strutturale.....	31
6.3 Caratteristiche geotecniche.....	33
6.3.1 Conglomerato di Pezzo.....	33
6.3.2 Plutoniti.....	35
6.3.3 Sabbie e Ghiaie di Messina	36
6.3.4 Depositi terrazzati marini	36
6.3.5 Depositi costieri di spiaggia.....	37
6.3.6 Trubi	37

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> <i>AM0217_F0.doc</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20/06/2011</i>

6.3.7	Depositi alluvionali	38
6.3.8	Depositi di versante	38
6.3.9	Calcareniti di San Corrado e formazioni Le Masse	39
	Sicilia – Inquadramento geologico	41
7	Aggiornamento della caratterizzazione geologica di base	41
7.1	Stratigrafia	45
7.1.1	Metamorfiti dell'unità dell'Aspromonte.....	47
7.1.2	Successione clastica ed evaporitica del Miocene medio-superiore	50
7.1.2.1	Formazione di S. Pier Niceto	50
7.1.2.2	Gruppo della gessoso – solfifera.....	52
7.1.3	Successione del Pliocene Inferiore - Pleistocene medio-superiore	53
7.1.4	Trubi	53
7.1.5	Calcareniti di S. Corrado.....	56
7.1.6	Ghiaie e Sabbie di Messina	57
7.1.7	Depositi marini terrazzati del Pleistocene medio – superiore	63
7.1.8	Depositi transizionali e continentali del Pleistocene medio - superiore – Olocene....	64
7.1.8.1	Depositi alluvionali terrazzati	64
7.1.8.2	Depositi alluvionali recenti e depositi di piana litorale (b)	65
7.1.8.3	Depositi alluvionali attuali.....	65
7.1.9	Deposito di versante e coltre eluvio-colluviale.....	66
7.1.10	Depositi di frana.....	66
8	Assetto geologico – strutturale	67
9	Caratteristiche geotecniche.....	70
9.1	Sabbie e Ghiaie di Messina	71
9.2	Formazione del San Pier Niceto	71
9.3	Serie gessoso-solfifera	72
9.4	Depositi costieri	73
9.5	Depositi alluvionali	74
9.6	Metamorfiti.....	74
9.7	Trubi	75
9.8	Depositi di versante	76
9.9	Calcareniti di San Corrado.....	76
10	Caratterizzazione sismica.....	77

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

11	Caratterizzazione pedologica	78
11.1	I suoli del versante calabrese.....	78
11.2	I suoli del versante siciliano	79
	Stato iniziale della componente 'Geomorfologia'	81
12	Metodologia adottata.....	81
	Calabria – Lineamenti geomorfologici	86
13	Quadro geomorfologico	86
13.1	Principali forme, processi e depositi individuati nell'area.....	87
13.1.1	Forme connesse a processi gravitativi di versante.....	87
13.1.1.1	Orlo di scarpata di degradazione	87
13.1.1.2	Orlo di scarpata di frana.....	88
13.1.1.3	Falda e cono di detrito	89
13.1.1.4	Detrito di versante.....	89
13.1.1.5	Corpo di frana per crollo e/o ribaltamento	90
13.1.1.6	Corpo di frana per scorrimento	90
13.1.1.7	Corpo di frana di genesi complessa	91
13.1.1.8	Piccola frana non fedelmente cartografabile	91
13.1.1.9	Contropendenza significativa nel corpo di frana.....	91
13.1.2	Forme, processi e depositi per acque correnti superficiali.....	92
13.1.2.1	Orlo di erosione di scarpata fluviale e torrentizia.....	92
13.1.2.2	Solco di erosione concentrata.....	93
13.1.2.3	Cono alluvionale	93
13.1.2.4	Cono di origine mista	94
13.1.2.5	Deposito alluvionale e deposito colluviale.....	94
13.1.3	Forme, processi e depositi marini	95
13.1.3.1	Orlo di scarpata di erosione marina	95
13.1.3.2	Deposito di spiaggia	98
13.1.4	Forme, processi e depositi antropici.....	98
13.1.4.1	Riporti e discariche	98
13.1.4.2	Area di cava.....	98
13.1.4.3	Area intensamente urbanizzata	98
	Sicilia – Lineamenti geomorfologici	99
14	Quadro geomorfologico	99



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

14.1	Principali forme, processi e depositi individuati nell'area.....	101
14.1.1	Forme connesse a processi gravitativi di versante.....	101
14.1.1.1	Orlo di scarpata di degradazione e/o di frana.....	101
14.1.2	Falde e Coni di detrito.....	102
14.1.2.1	Detrito.....	103
14.1.2.2	Corpo di frana di genesi complessa.....	103
14.1.3	Forme, processi e depositi per acque correnti superficiali.....	104
14.1.3.1	Solco di erosione concentrata.....	104
14.1.3.2	Deposito alluvionale.....	105
14.1.4	Forme, processi e depositi marini.....	105
14.1.4.1	Orlo di terrazzo marino.....	105
14.1.4.2	Deposito di spiaggia.....	106
14.1.5	Forme, processi e depositi antropici.....	107
14.1.5.1	Area estrattiva.....	107
	Propensione al dissesto: metodologia e risultati.....	108
15	Considerazioni generali.....	108
15.1	Litologia.....	109
15.2	Giacitura degli strati.....	111
15.3	Pendenza.....	113
15.4	Utilizzazione reale del suolo.....	115
16	Propensione al dissesto versante calabro.....	116
17	Propensione al dissesto versante siciliano.....	118
	Valutazione della qualità ambientale allo stato attuale.....	120
18	Criteri di valutazione della sensibilità della componente.....	120
18.1	Elenco delle aree sensibili e dei fattori di criticità.....	121
18.1.1	Aree sensibili in Calabria.....	123
18.1.2	Aree sensibili in Sicilia.....	124
18.2	Sensibilità alla subsidenza.....	124
	Azioni di progetto e fattori di pressione.....	126
19	Descrizione delle azioni di progetto e dei fattori di pressione.....	126
20	Stima della dimensione, tipologia e qualità delle interazioni.....	132
	Individuazione delle azioni correttive e di controllo.....	140
21	In fase di costruzione.....	140

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

21.1	Accorgimenti e misure per la riduzione delle interazioni	140
21.2	Misure di monitoraggio e gestione	143
22	In fase di esercizio.....	144
22.1	Interventi di mitigazione	144
22.2	Misure di monitoraggio e gestione	144
	Valutazione degli impatti residuali	146
23	Parametri di valutazione della pressione ambientale e della sensibilità	146
24	Definizione delle aree e del giudizio di impatto	158
24.1	Ambiti di impatto	174
25	Sintesi dei giudizi di impatto ottenuti.....	199
26	Proposte di compensazione degli impatti residuali	203

		<p align="center">Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO</p>		
<p align="center">RELAZIONE GENERALE</p>		<p><i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc</p>	<p><i>Rev</i> F0</p>	<p><i>Data</i> 20/06/2011</p>

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> <i>AM0217_F0.doc</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20/06/2011</i>

Premessa

1 Struttura e contenuti della relazione

Il presente elaborato costituisce la relazione generale di SIA per la componente 'Suolo e sottosuolo'; trattasi dello studio ambientale in corso di svolgimento per l'aggiornamento dello Studio di Impatto Ambientale del progetto definitivo delle opere connesse alla realizzazione del Ponte dello Stretto di Messina.

Il territorio analizzato è quello interessato direttamente e/o indirettamente da tali opere, l' "area di intervento", distinta tra versante calabrese e versante siciliano, si estende tra Scilla e la Fiumara di Catona, per circa 5 km nell'entro terra, sul lato calabro, e tra Capo Peloro e Messina, sul lato siculo.

In particolare, il presente studio è stato affrontato con la finalità principale di definire nel dettaglio gli elementi che permettono di correlare in modo univoco e circostanziato, compatibilmente con i dettagli del progetto e le conoscenze puntuali dell'ambiente fisico, gli impatti generati dalle scelte progettuali, pertinenti alla componente ambientale 'suolo e sottosuolo'.

A tale scopo la presente relazione è articolata in cinque parti:


I – Premessa, in cui vengono riportati i rilievi disponibili e gli aggiornamenti operati, nonché le norme cogenti per Calabria e Sicilia, relativamente alla componente in esame;

II - Riferimenti metodologici: si descrive la metodologia di analisi e di valutazione degli impatti;

III – Caratterizzazione dello stato ambientale iniziale e della sensibilità della componente: si individua e caratterizza lo stato 'ante operam' della componente analizzata con elaborazione delle relative carte tematiche (analisi conoscitiva di area vasta), quindi si passa alla valutazione dello stato attuale del territorio per la componente in studio con realizzazione delle carte di sensibilità;

IV - Individuazione delle azioni di progetto e dei fattori di pressione e stima della tipologia e livello delle interazioni e delle azioni di controllo e gestione (mitigazioni): si individuano, nell'ambito del progetto definitivo, le singole azioni di progetto riferite alle singole infrastrutture (collegamenti stradali, ferroviari e cantierizzazione); quindi attraverso uno screening di tutte le possibili tipologie di impatto, mediante apposita checklist, si individuano i fattori di pressione, in fase di costruzione e in fase di esercizio, rispetto ai quali procedere con l'analisi di dettaglio e la definizione degli impatti; segue una valutazione delle interazioni tra azioni di progetto e fattori di pressione; la sezione si conclude descrivendo le azioni correttive e di controllo ovvero gli interventi di mitigazione adottati nell'ambito del progetto e dimensionati per la minimizzazione degli impatti;

V - Valutazione degli impatti residuali, definizione delle aree di impatto e proposte di compensazione: tale fase si esplica nella formalizzazione del giudizio di impatto attraverso il livello della pressione ambientale e la sensibilità ambientale. È utile richiamare il fatto che, poiché la valutazione avviene a

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> <i>AM0217_F0.doc</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20/06/2011</i>

valle delle mitigazioni, gli impatti valutati sono da considerarsi residui e non mitigabili, rispetto ai quali si porrà un problema di compensazione.

2 I rilievi disponibili e gli aggiornamenti operati

Al fine dell'aggiornamento e adeguamento delle analisi di base dello S.I.A. si è tenuto conto di tutti quegli elementi di input fondamentali che, allo stato attuale, risultano intercorsi dalla data della sua precedente elaborazione (2002):

- aggiornamenti ed altri studi monografici specialistici elaborati dalla Società Stretto di Messina, con particolare riferimento alle indagini geognostiche, geofisiche e micropaleontologiche eseguite nell'ambito degli aggiornamenti apportati agli studi geologici a supporto della redazione del progetto definitivo, a cura di EuroLink S.C.p.A.;
- fonti bibliografiche più recenti e più aggiornate conoscenze geostrutturali dell'area dello stretto di Messina che consentono una più 'fedele' ricostruzione della geometria del bacino;
- puntuali informazioni sull'assetto geomorfologico delle aree in esame contenute nei PAI 'Piani stralcio per l'assetto idrogeologico' regionali, approvati successivamente alla redazione dello SIA 2002;
- esiti delle attività di monitoraggio eseguite o in corso di svolgimento, a cura del Monitore;
- prescrizioni CIPE;
- aggiornamenti generali intervenuti sulla normativa dei lavori pubblici ed in materia di grandi opere;
- aggiornamenti specifici sull'inquadramento metodologico degli aspetti ambientali relativi alla pianificazione ed alle grandi opere con riferimento a direttive nazionali e comunitarie;
- aggiornamenti generali e specifici in materia di pianificazione territoriale, ambientale, urbanistica e di assetto socio-economico;

Tenendo conto di queste informazioni, gli aggiornamenti operati hanno riguardato:

- una ricostruzione più dettagliata dell'assetto geologico-stratigrafico e geomorfologico
- una puntualizzazione di alcuni aspetti significativi delle caratteristiche e della geometria dei principali corpi sedimentari e di alcune importanti discontinuità tettoniche
- una restituzione cartografica più dettagliata delle componenti 'geologia', 'geomorfologia', 'pedologia'
- una più puntuale e fedele ricostruzione dello stato di qualità ambientale della componente analizzata, allo stato attuale.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> <i>AM0217_F0.doc</i>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;"><i>Rev</i></td> <td style="text-align: center;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">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						

3 Aggiornamento del quadro di riferimento normativo

L'analisi della normativa di settore ha preso in considerazione gli aspetti cogenti relativi alla tutela del territorio, distinguendo tra normativa comunitaria, nazionale e regionale.

Normativa comunitaria:

- Reg. (CE) 27-6-2001 n. 1485/2001: Regolamento del Parlamento europeo e del Consiglio che modifica il regolamento (CEE) n. 2158/92 del Consiglio relativo alla protezione delle foreste nella Comunità contro gli incendi.
- Dec. 25-1-1999 n. 1999/170/CE: Decisione del Consiglio che adotta un programma specifico di ricerca, di sviluppo tecnologico e di dimostrazione intitolato "Energia, ambiente e sviluppo sostenibile"
- Dir. 27-2-1998 n. 98/15/CE: Direttiva della Commissione recante modifica della direttiva 91/271/CEE del Consiglio per quanto riguarda alcuni requisiti dell'allegato I.
- Dir. 3-3-1997 n. 97/11/CE: Direttiva del Consiglio che modifica la direttiva 85/337/CEE concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati.
- Dir. 24-9-1996 n. 96/61/CE: Direttiva del Consiglio sulla prevenzione e la riduzione integrate dell'inquinamento.


Normativa nazionale:

- R.D. n. 3267 del 30/12/1923: Questo decreto introduce il "vincolo idrogeologico" e particolari norme per l'utilizzo dei suoli e il contenimento dell'erosione
- D.M. LL. PP. 11/03/1988: "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione"
- L. 18 maggio 1989, n. 183: "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo"
- L. 7-8-1990 n. 253: "Disposizioni integrative alla legge 18 maggio 1989, n. 183, recante norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo"
- L n. 267/98: "decreto di conversione del D.L. 180/98"
- D.P.M 29/09/1998: "Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1998, n.180"
- D.L. 180/99: "Misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico"
- Decreto Legislativo del 27.01.1992, n. 99: "Attuazione della direttiva 86/278/CEE concernente la protezione dell'ambiente, in particolare del suolo, nell'utilizzazione dei fanghi di depurazione in agricoltura"
- L. n. 365 dell'11/12/2000: "Conversione in legge, con modificazioni, del D.L. 12/10/2000, n. 279, recante interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato ed in materia di

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

protezione civile, nonché a favore delle zone della Calabria danneggiate dalle calamità idrogeologiche di settembre e ottobre 2000”

- D.M. 20-12-2001: “Linee guida relative ai piani regionali per la programmazione delle attività di previsione, prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi”
Delib. 31-1-2001 n. 1/2001: “Piano straordinario per le aree a rischio idrogeologico molto elevato: modifiche alla deliberazione 26 ottobre 1999, n. 14/99”
Delib. 31-1-2001 n. 15/2001: Adozione del progetto di Piano stralcio per il controllo dell'eutrofizzazione”
- D.M. 3-9-2002: “Linee guida per la gestione dei siti Natura 2000”
- D.M. 8-7-2002: “Approvazione ed ufficializzazione dei Metodi di analisi microbiologica del suolo”
- L. 31 luglio 2002, n. 179: “Disposizioni in materia ambientale”
- Ordinanza 22 marzo 2002: Presidenza del Consiglio dei Ministri Dipartimento della Protezione Civile – “Ulteriori disposizioni per fronteggiare l'emergenza nel settore dello smaltimento dei rifiuti urbani, speciali e speciali pericolosi, in materia di bonifica e risanamento ambientale dei suoli, delle falde e dei sedimenti inquinati, nonché in materia di tutela delle acque superficiali e sotterranee e dei cicli di depurazione nella Regione siciliana”
- Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri 27 febbraio 2004: “Indirizzi operativi per la gestione organizzativa e funzionale del sistema di allertamento nazionale e regionale per il rischio idrogeologico ed idraulico ai fini di protezione civile”
- D.Lgs. 18-2-2005 n. 59: “Attuazione integrale della direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento”
- D. Lgs n. 152/2006: “Norme in materia ambientale”
- Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri 5 Ottobre 2007: “Indirizzi operativi per prevedere, prevenire e fronteggiare eventuali situazioni di emergenza connesse a fenomeni idrogeologici e idraulici”
- Decreto-legge 30 dicembre 2008, n. 208 (in Gazzetta Ufficiale n. 304 del 31 dicembre 2008), coordinato con la legge di conversione 27 febbraio 2009, n. 13
- L. 13/2009: “Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 30 dicembre 2008, n. 208, recante misure straordinarie in materia di risorse idriche e di protezione dell'ambiente”
- Decreto Legislativo 23 febbraio 2010, n. 49: “Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni”
- Decreto Legislativo 10 dicembre 2010, n. 219: “Attuazione della direttiva 2008/105/CE relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE, 86/280/CEE, nonché modifica della direttiva 2000/60/CE e recepimento della direttiva 2009/90/CE che stabilisce,


		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

conformemente alla direttiva 2000/60/CE, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque (10G0244) (GU n. 296 del 20-12-2010)

- Decreto Legislativo 3 dicembre 2010, n. 205 di modifica al Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e recepimento della Direttiva 2008/98/CE in merito alla gestione delle 'terre e rocce da scavo' intese non più come rifiuti ma sottoprodotti. Tuttavia, le condizioni in base alle quali le terre e rocce sono qualificabili come sottoprodotto dovranno essere definite con un apposito decreto ministeriale. Anche per l'individuazione delle terre e rocce come Materia Prima Seconda, successivamente alla cessazione della qualifica di rifiuto, il decreto legislativo 205/2010 rinvia ad uno o più specifici provvedimenti ministeriali di futura emanazione; nel frattempo i riferimenti normativi utilizzabili sono quelli relativi ai DD.MM. 5 febbraio 1998, 12 giugno 2002 n. 161, 17 novembre 2005 n. 269, all'art. 9 bis lett. a) – b) della legge n. 210/08 e, limitatamente ai 6 mesi successivi all'entrata in vigore del decreto correttivo (25.12.2010), alla Circolare Min. Ambiente 28 giugno 1999V/MIN.

Normativa regionale - Calabria:


- L.R. 12 aprile 1990, n. 23: "Norme in materia di pianificazione regionale e disposizioni connesse all'attuazione della legge 8 agosto 1985, n. 431"
- L.R. 19 ottobre 1992, n. 20: "Forestazione, difesa e foreste regionali in Calabria"
- L.R. 24 novembre 1993, n. 12: "Modifiche ed integrazioni alla legge regionale 12 aprile 1990, n. 23, recante "Norme in materia di pianificazione regionale e disposizioni connesse all'attuazione della legge 8 agosto 1985"
- L.R. 3 agosto 1999, n. 20: "Istituzione dell'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Calabria – A.R.P.A.C.A.L."
- Deliberazione del Consiglio Regionale del 28 dicembre 2001, n. 115: "DL 180/98 e successive modificazioni. Piano stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI)": Il PAI ha valore di piano territoriale di settore e rappresenta lo strumento conoscitivo, normativo e di pianificazione mediante il quale l'Autorità di Bacino Regionale della Calabria pianifica e programma le azioni e le norme d'uso finalizzate alla salvaguardia delle popolazioni, degli insediamenti, delle infrastrutture e del suolo
- Legge del 16/04/2002 n. 19: "Norme per la tutela, governo ed uso del territorio - Legge urbanistica della Calabria"
- Legge Regionale n. 11 del 23-07-2003: "Disposizioni per la bonifica e la tutela del territorio rurale. Ordinamento dei Consorzi di Bonifica"
- Decreto 17 gennaio 2007: "Assessorato del Territorio e dell'Ambiente – Assessorato dell'Agricoltura e delle Foreste – Assessorato della Sanità. Approvazione della disciplina regionale relativa all'utilizzazione agronomica delle acque di vegetazione e degli scarichi dei frantoi oleari e della disciplina regionale relativa all'utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento e delle acque

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> <i>AM0217_F0.doc</i>	<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;"><i>F0</i></td> <td style="text-align: center;"><i>20/06/2011</i></td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	<i>F0</i>	<i>20/06/2011</i>
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
<i>F0</i>	<i>20/06/2011</i>						

reflue provenienti dalle aziende di cui all'art. 101, comma 7, lett. a), b) e c), del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e da piccole aziende agroalimentari”

Normativa regionale - Sicilia:

- Circolare 1 marzo 1990, n. 577: “Sicilia -Opere di sistemazione idraulica”.
- Legge del 03/10/1995 n. 71: “Disposizioni urgenti in materia di territorio e ambiente”
- L.R. del 09/12/1996 n. 50: Modifica degli articoli 1 e 5 della Legge regionale 3 ottobre 1995 n. 71 concernente “ Disposizioni urgenti in materia di territorio e ambiente”
- Decreto 4 luglio 2000: ”Piano straordinario per l'assetto idrogeologico” emanato dall'Ass.re al Territorio ed Ambiente
- DPR 288 del 5.07.2007: “Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico (PAI)”
- Legge del 09/12/1996 n. 50: Modifica degli articoli 1 e 5 della Legge regionale 3 ottobre 1995 n. 71 concernente “ Disposizioni urgenti in materia di territorio e ambiente “

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_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						

Impostazione e metodologia di analisi

4 Metodologia di analisi e valutazione

Le fasi necessarie per il processo di analisi e di formazione del giudizio di valutazione dell'impatto sono le seguenti:

Analisi del progetto che consiste nell'individuazione delle azioni di progetto e delle aree di dominio riferite ai comparti ambientali interferiti. Le azioni di progetto sono le stesse identificate per l'Analisi Multicriteria e descritte nel Quadro di Riferimento progettuale; pertanto si avrà sempre un'articolazione per azioni riferite alle singole infrastrutture (collegamenti stradali, ferroviari, cantierizzazione e per opera di attraversamento esclusivamente per alcuni aspetti progettuali variati);



Analisi conoscitiva ambientale che si basa sull'inquadramento territoriale di area vasta e sulla caratterizzazione dell'ambito interferito: tale aspetto risulta propedeutico alla definizione della sensibilità degli ambiti territoriali interferiti;

Analisi degli impatti che costituisce la fase centrale della metodologia in quanto in questa si effettua la definizione dei fattori di pressione rispetto ai quali procedere con l'analisi di dettaglio e la definizione degli impatti;

Definizione delle azioni correttive e di controllo che illustra le misure di mitigazione adottate nell'ambito del progetto e dimensionate per la minimizzazione degli impatti; tale aspetto risulta particolarmente importante perché dà evidenza delle soluzioni indicate dagli studi specialistici, il cui obiettivo è proprio il dimensionamento delle opere di mitigazione nell'ottica di una corretta progettazione ambientale;

Valutazione degli impatti che si esplica nella formalizzazione del giudizio di impatto attraverso il livello della pressione ambientale e la sensibilità ambientale. È utile richiamare il fatto che, poiché la valutazione avviene a valle delle mitigazioni, gli impatti valutati saranno quelli da considerarsi residui e non mitigabili, rispetto ai quali si porrà un problema di compensazione.

Tali fasi non devono essere concepite come comparti chiusi che seguono un percorso lineare ed a senso unico, ma bensì come strumenti interagenti fra di loro e da analizzare in modo iterativo (vedi Fig. A).

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_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						

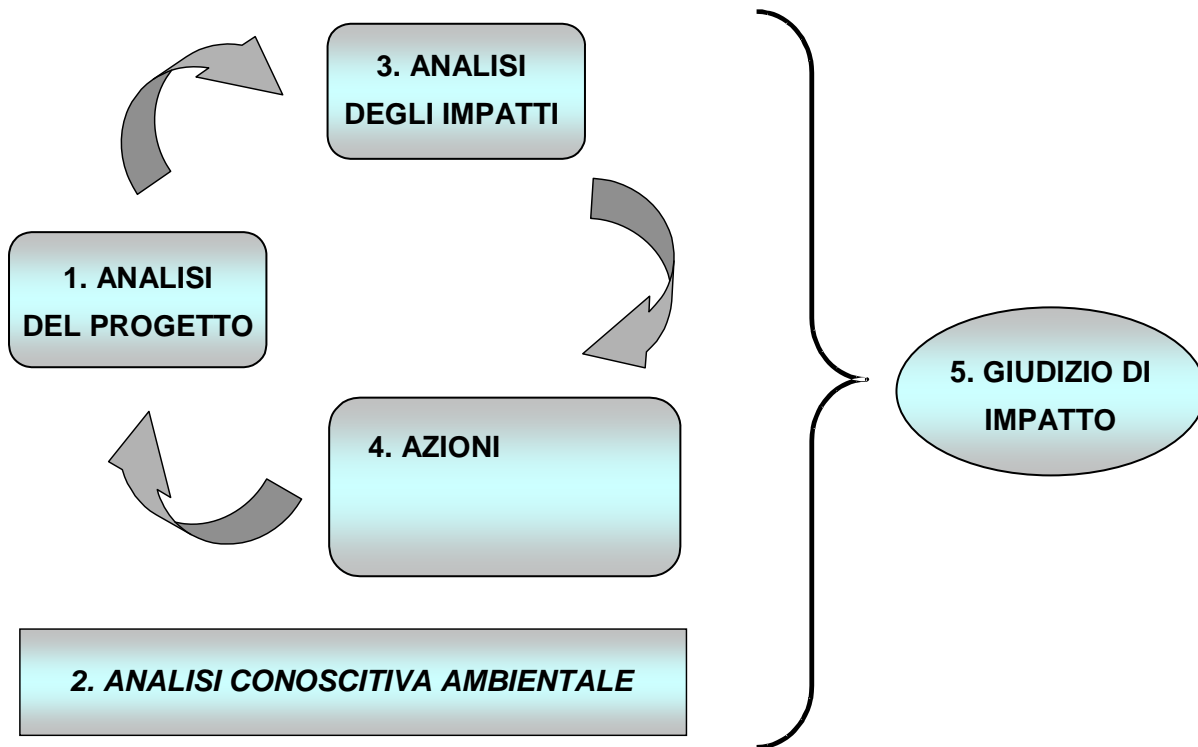




Fig. A: Il processo di analisi e di formazione del giudizio di valutazione dell'impatto ambientale

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Stato iniziale della componente ‘Geologia’

5 Metodologia adottata

Lo Studio di Impatto Ambientale relativo al progetto definitivo, relativamente alla componente ambientale qui analizzata, fornisce una ricostruzione dell'assetto geologico-stratigrafico significativamente aggiornata in relazione al grado delle conoscenze disponibili. Gli studi realizzati negli ultimi anni non comportano sostanziali modifiche allo schema generale del quadro geostrutturale e stratigrafico di riferimento per l'area. Tuttavia, si ravvisava la necessità di aggiornare il quadro conoscitivo della geologia dell'area rispetto a fonti bibliografiche più recenti e alle più aggiornate conoscenze geostrutturali della regione, al fine di una più 'fedele' ricostruzione della geometria del bacino; infatti, le conoscenze acquisite mediante le indagini geognostiche, geofisiche e micropaleontologiche effettuate dalla Soc. Stretto di Messina sia relativamente al progetto di massima che rispetto al progetto preliminare, e tramite i recenti aggiornamenti apportati agli studi geologici nell'ambito della redazione del progetto definitivo, a cura di Eurolink S.C.p.A., consentono di puntualizzare alcuni aspetti significativi delle caratteristiche e della geometria dei principali corpi sedimentari e di alcune importanti discontinuità tettoniche.


Nel complesso si può ritenere che, rispetto al grado di dettaglio di più generici studi geologici a carattere regionale e sub-regionale, allo stato odierno le indagini geologiche, micropaleontologiche, geotecniche e geofisiche effettuate negli anni per la progettazione, preliminare prima e definitiva poi, del ponte e dei relativi collegamenti stradali e ferroviari consentono un elevato dettaglio nella ricostruzione delle discontinuità tettoniche e della geometria e delle caratteristiche litologiche dei corpi sedimentari.

L'aggiornamento e la verifica del quadro geologico di riferimento sono stati effettuati secondo una metodologia che prevede due distinte fasi metodologiche.

La prima ha riguardato la raccolta dei dati pregressi e l'aggiornamento rispetto alla documentazione e agli studi prodotti posteriormente al 2002, con particolare riguardo:

- alla raccolta della cartografia tematica (geologica, geologico-strutturale,) disponibile per le aree di interesse;
- all'aggiornamento e analisi della documentazione bibliografica specialistica prodotta tra il 2000 ed oggi;
- alla verifica di eventuali ulteriori elementi conoscitivi ed approfondimenti desumibili dagli studi geologici ed idrogeologici dei piani regolatori comunali.

Nella seconda fase è stata effettuata una accurata attività di analisi e confronto dei dati.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> <i>AM0217_F0.doc</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20/06/2011</i>

In particolare, le diverse cartografie geologiche e le ricostruzioni delle principali discontinuità tettoniche sono state confrontate con i dati dei sondaggi, con i risultati delle analisi micropaleontologiche e delle indagini geofisiche e geognostiche effettuate dalla Soc. Stretto di Messina in relazione al progetto di massima del 1992 e del progetto preliminare del 2002, nonché con gli studi e le indagini effettuate da EuroLink S.C.p.A., sintetizzate nelle relazioni geologica e geotecnica, a supporto proprio del progetto definitivo.

Ciò ha consentito di verificare la corrispondenza dei prodotti cartografici più aggiornati, di effettuare alcune correzioni e puntualizzazioni sui documenti cartografici meno aggiornati.

Al termine dell'attività di integrazione ed aggiornamento del quadro geologico è stata prodotta una nuova cartografia geologica vettoriale (scala 1:10.000) sia per il versante calabrese che per quello siciliano, di riferimento per il SIA, derivante dall'elaborazione di differenti prodotti cartografici.

Tra i principali documenti cartografici di interesse per l'aggiornamento della caratterizzazione dell'area si segnalano:

- Documentazione geologica allegata al progetto preliminare e quella relativa al progetto definitivo, con relative indagini geognostiche e caratterizzazioni lito-stratigrafiche;
- Carta geologica dell'arco calabro peloritano in scala 1:500.000 (1976)
- Structural Model of Italy 1:500.000. CNR Progetto Finalizzato Geodinamica, modello strutturale tridimensionale, Firenze. Autori: Bigi G., Casentino D., Parlotto M., Sartori R. & Scandone P. (1991)
- Carta geologica del bordo occidentale dell'Aspromonte in scala 1:50.000. Autori: Tzori P.; Ghisetti F., Pezzino A. & Vezzani L. (1983) –S.EL.CA., Firenze
- Carta geologica d'Italia in scala 1:100.000 (F. 254 Messina-Reggio Calabria) (1985). Autore: Cortese E.
- Carta geologica d'Italia in scala 1:50.000 (progetto Carg) Foglio geologico n. 601 Messina – RC. Apat 2008
- Carta geologica della Calabria in scala 1:25.000 (F 254 – IV SE Villa S: Giovanni) . Marghetti M.P. & Hughes D.O., (1968) Servizio Geologico d'Italia-Cassa del Mezzogiorno
- 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. Autori: Guarnieri P., Di Stefano A., Carbone S., Lentini F. & Del Ben A. (2004)
- Carta geologica di Messina e del settore nord orientale dei monti Peloritani – F 254 in scala 1:25.000. Autore: Gargano C. (1994)
- Schema neotettonico della Sicilia orientale, scala 1:350.000, S.El.Ca, Firenze. Autori: Lentini F., Carbone S., Catalano S. & Grasso M. (1994)

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> <i>AM0217_F0.doc</i>	<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;"><i>F0</i></td> <td style="text-align: center;"><i>20/06/2011</i></td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	<i>F0</i>	<i>20/06/2011</i>
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
<i>F0</i>	<i>20/06/2011</i>						

- Carta geologica dello Stretto di Messina in scala 1:25.000. Autori: Beneo A., Malatesta A. et alii. (1961)
- Carta neotettonica d'Italia (F. 5,6) CNR P.F.G. Firenze – Autore Zanferrari (1983)
- Evoluzione tettonica della Sicilia N-O e relativo “Schema geologico-strutturale della Sicilia nord orientale” in scala 1:100.00. Autori S. Carbone, S. Catalano, A. Di Stefano, P. Guarnieri, F. Lentini, 1998
- Carta geologica della Provincia di Messina, scala 1:50000, 3 fogli, coordinatore F. Lentini, Ed. S.El. Ca., Firenze, anno 2000
- Nota illustrativa della Carta geologica della Provincia di Messina (Sicilia Nord-Orientale), scala 1:50000, 70 pp., S.El.Ca, Firenze- Autori: Lentini F., Catalano S. & Carbone S (2000)
- Neotectonic Map Of The Messina Strait (2003)- scala 1:25.000. Autori: Caliri A., Carbone S., Guarnieri P, e Lentini F.; Direttore Lentini F., Serv. Geol. Naz..
- PTPR (Piano territoriale paesistico regione Sicilia) approvato con D.A. n. 6080 del 21.05.1999 e relative carte tematiche (carta dei complessi litologici, carta geomorfologia, carta dei vincoli paesaggistici, carta istituzionale dei vincoli territoriali)
- Foto aeree (volo Calabria 2001 e volo digitale della Sicilia anno 2007-08)
- Ortoimmagini digitali a colori IT2000 e ATA 2007-08

A partire dalla CTR, Carta tecnica regionale della Calabria e della Sicilia, che è una rappresentazione del terreno mediante procedimento aerofotogrammetrico, utilizzando la tecnologia GIS, si sovrappongono le informazioni di carattere geologico via via più dettagliate, fino alla realizzazione della carta geologica definitiva.

Per lo sviluppo del modello, si sono adoperati i dati digitali, georiferiti nel sistema di coordinate metriche UTM-WGS84.

Un notevole contributo all'uso di questo metodo è dato proprio dall'utilizzo del GIS che permette di costruire carte tematiche con la sovrapposizione dei diversi tematismi (layer) che porta alla definizione completa del modello.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> <i>AM0217_F0.doc</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20/06/2011</i>

Calabria – Inquadramento geologico

6 Aggiornamento della caratterizzazione geologica di base

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.

L'area in esame s'inquadra nel contesto geologico generale dell'Arco calabro-peloritano, collocandosi nel suo tratto più meridionale.

Si tratta di quel tratto di catena che congiunge l'Appennino meridionale allungato in senso NO-SE con le Maghrebidi siciliane collocate da Est a Ovest, e ricade nella porzione denominata catena Kabilo-Calabride, strutturalmente inclusa tra due allineamenti: la linea di Sangineto a Nord (Calabria settentrionale) e la linea di Taormina a Sud (in Sicilia). Questi due lineamenti trascorrenti sinistro e destro rispettivamente, hanno svolto la loro attività fino al Tortoniano superiore (Amodio-Morelli et al., 1976).

L'attuale configurazione dell'arco Calabro-Peloritano vede la sovrapposizione sulle coltri sedimentarie, più tipicamente appenniniche, di diverse unità tettoniche costituite da formazioni appartenenti al basamento cristallino pre-mesozoico, con tracce di coperture sedimentarie mesocenozoiche. Lo spessore delle coltri cristallino-metamorfiche nell'area di pertinenza raggiunge alcune migliaia di metri.

Si tratta di un frammento di unità alpine costituito da rocce di età da pre-mesozoica fino a cretacico-paleogenica, sovrascorso, nel Miocene inferiore, sulle coltri della catena appenninica neogenica.

Nel Cretacico, in seguito alla rotazione e conseguente avvicinamento dei blocchi continentali africano ed europeo, si originano sollecitazioni di compressione che portarono al progressivo accavallamento di unità appartenenti al bacino oceanico della Tetide, sui terreni del margine interno africano.

Da tale sovrapposizione tettonica derivò la formazione della catena alpina, che fu ultimata nell'Oligocene; il processo di sovrascorrimento proseguì poi ulteriormente nel Miocene fino ad estendersi ai sedimenti della piattaforma campano-lucana e, in un secondo tempo, al bacino lagonegrese.

Nel Tortoniano superiore, in seguito all'apertura del bacino tirrenico, l'Arco Calabro diventa un elemento strutturale indipendente, sia rispetto all'Appennino meridionale a Nord che al blocco siculo-maghrebide a Sud. Infatti, è stato soggetto ad una dinamica prevalentemente estensionale che ne ha causato il distacco dal Massiccio Sardo-Corso (Amodio Morelli et al., 1976) e la rapida traslazione verso Sud-Est.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011


Questo regime estensionale del margine meridionale del bacino tirrenico è connesso all'arretramento verso SW del fronte di subduzione ionico e alla conseguente formazione di bacini di retroarco nell'area tirrenica.

Nel quadro geologico-strutturale brevemente descritto, l'area dello stretto di Messina e le limitrofe aree costiere emerse, delimitate dai rilievi cristallino-metamorfici dell'Aspromonte e dei Monti Peloritani, costituiscono nelle grandi linee un unico grande bacino sedimentario di origine tettonica. Bacino ulteriormente suddivisibile in sub-bacini, la cui evoluzione sedimentaria risulta condizionata dall'attività dei differenti sistemi di discontinuità tettoniche che hanno determinato l'evoluzione planoaltimetrica dell'area a partire perlomeno dal Miocene superiore p.p..

In questo contesto si inseriscono, relativamente all'area calabrese, il bacino del Mesima e quello di Reggio Calabria; si tratta, infatti, di depressioni strutturali correlate all'attività di importanti sistemi di faglie normali, allungate all'incirca in direzione NE-SW e caratterizzate da successioni deposizionali marine di età dal Miocene superiore fino al Pleistocene (Guarnieri, 2006).

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.

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 e Ghiaie di Messina, depositi clastici di delta sottomarini alimentati sia dal rilievo dei M. Peloritani sia da quello dell'Aspromonte. L'attuale conformazione geostrutturale dell'area dello Stretto di Messina è da attribuire alla particolare geodinamica del quaternario (GGA 2006 "aspetti geologici e di stabilità per il ponte sullo Stretto di Messina" di Guerricchio e Ponte); infatti, lo Stretto di Messina ricade in una zona del bacino del Mediterraneo contrassegnata, nel Quaternario, ma soprattutto negli ultimi 700.000 anni, da un'attività geodinamica molto intensa. In tale periodo, nel versante occidentale dell'Aspromonte, infatti, si registra un sollevamento di circa 300 m comprovato dai resti di superfici terrazzate (Miyachi et al., 1994); a quote inferiori, tra i 160 e i 100 m sul livello del mare, altri lembi di terrazzo marino, databile al Tirreniano, consentono di valutare il tasso di sollevamento medio a 1,3-1,8 mm/anno. Sotto l'aspetto tettonico, lo Stretto di Messina è impostato in un sistema di faglie di lunghezza regionale che definiscono una struttura del tipo fossa tettonica (Ghisetti, 1992). Alcune di esse sono affioranti, altre sommerse nei fondali dello Stretto o nel Mar Tirreno; alla loro attività, oltre i suddetti innalzamenti, si devono terremoti particolarmente energetici e distruttivi, fino al decimo e undicesimo grado della scala

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> <i>AM0217_F0.doc</i>	<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;"><i>F0</i></td> <td style="text-align: left;"><i>20/06/2011</i></td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	<i>F0</i>	<i>20/06/2011</i>
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
<i>F0</i>	<i>20/06/2011</i>						

Mercalli. Dagli studi di geodesia spaziale si evince che la Sicilia e la Calabria sono coinvolte da spostamenti orizzontali dell'ordine dei 10mm/anno (Anzidei et al., 2001) e che, pur partecipando entrambe a un movimento verso Nord, tendono a divergere; infatti, è 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).

Ciò a causa della tettonica estensionale che caratterizza la zona assiale della regione calabrese e la Sicilia orientale, compreso l'offshore dello Stretto con la scarpata della faglia di Malta.

Malgrado tali informazioni provengano da ricerche di geodesia spaziale, non c'è ancora accordo su quali siano le faglie attive cui attribuire i suddetti meccanismi, responsabili, tra l'altro, anche dei più forti terremoti accaduti in tempi storici, quali quelli del 1783 e del 1908. Fino ad oggi la faglia di Cittanova, o faglia d'Aspromonte, è stata in genere identificata quale l'espressione superficiale della struttura sismogenetica del terremoto del 1783 (Cotecchia, Guerricchio e Melidoro, 1986; Guerricchio e Ronconi, 1997). Essa è attiva e ha prodotto numerosi eventi sismici nell'Olocene e in tempi storici, di energia così elevata da generare rotture sulla superficie terrestre, oltre che nell'area epicentrale della piana di Gioia Tauro anche nella zona dello Stretto di Messina. Se consideriamo la somiglianza geologica tra la faglia di Cittanova e quelle del Mesima, di Sant'Eufemia, di Delianova e Armo con essa confinanti, unitamente alla distribuzione delle intensità dei principali "recenti" terremoti catastrofici, può dedursi che, con molta probabilità, le suddette faglie siano le strutture sismogeneratrici di questi ultimi sismi avvenuti tra Catanzaro e lo Stretto di Messina. Questo sistema, che immerge verso il Tirreno, cioè verso Ovest, potrebbe forse essere correlato al processo di rotazione della cerniera dello slab litosferico ionico in subduzione con contestuale assottigliamento della crosta oceanica tirrenica. Pertanto, la struttura dello Stretto di Messina, prima definita fossa tettonica, può rappresentare la zona di svincolo o di trasferimento tra le faglie della Calabria meridionale immergenti verso ovest (Mesima, Cittanova, Sant'Eufemia, Delianova e Armo) e quella materializzabile con la scarpata di Malta immergente verso E, lungo la quale si concentra l'attività tettonica e magmatica della Sicilia orientale, caratterizzata da sismicità distruttiva e intenso magmatismo (Baratta, 1910; Hirn et al., 1997).

6.1 Stratigrafia

In linea generale, il versante calabrese dello Stretto di Messina è costituito da terrazzi marini tirreniani, poggiati su un basamento magmatico.

Le litoformazioni presenti nell'area di interesse, infatti, comprendono i termini delle unità tettoniche costituite dal basamento cristallino-metamorfico e le successioni sedimentarie postorogene che colmano il sistema di graben dello Stretto di Messina e/o che sono presenti a varie quote sulle superfici di erosione/deposizione individuabili sia sul versante calabrese che su quello siciliano.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_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						

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-metamorfico, 2) Conglomerato di Pezzo, 3) Trubi, 4) Formazione di Le Masse 5) Calcareniti di S.Corrado, 6) Ghiaie e sabbie di Messina, 7) Depositi marini terrazzati.

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. 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.

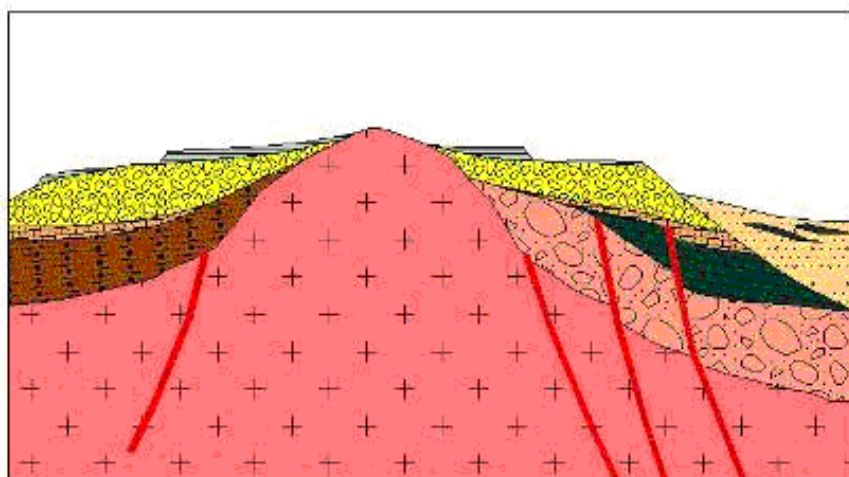











Fig.1 - Schema dei rapporti stratigrafici

	<i>Depositi di piana costiera recenti ed attuali</i>
	<i>Depositi marini terrazzati (Pleistocene medio-sup.)</i>
	<i>Ghiaie e sabbie di Messina (Pleistocene medio)</i>
	<i>Calcareniti di S. Corrado (Pleistocene inferiore)</i>
	<i>Formazione di Le Masse (Pleistocene inferiore)</i>
	<i>Trubi (Pliocene inferiore)</i>
	<i>Conglomerato di Pezzo (Tortoniano superiore)</i>
	<i>Substrato cristallino-metamorfico (Carbonifero-Oermiano)</i>
	<i>Faglia normale (tratteggiata se sepolta)</i>

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Il substrato di tutta l'area interessata dalle opere è costituito dalle formazioni del basamento cristallino formato in prevalenza da rocce granitoidi, scisti, gneiss. Alla base della successione sedimentaria post-orogena, direttamente sovrapposti sul substrato cristallino, sono presenti i depositi pre evaporitici del Miocene superiore costituiti da sedimenti conglomeratici fortemente eterometrici e sabbiosi, derivanti prevalentemente dal disfacimento delle formazioni cristalline. Tali sedimenti presentano caratteristiche di depositi di delta-conoide sottomarino.

A questa fase deposizionale appartengono i Conglomerati di Pezzo, riconosciuti in affioramento e nei sondaggi e nell'area di Punta Pezzo-Piale.

I successivi depositi del Messiniano sup. – Pliocene inf., presentano caratteristiche fortemente variabili nell'area. Nelle aree indagate sul versante calabrese sembrano essere assenti o di modesto spessore i calcari evaporitici e l'intervallo marnoso di chiusura della crisi di salinità messiniana (Trubi).

I successivi depositi del Pliocene inferiore-medio – Pleistocene medio si sovrappongono in discordanza sulle sottostanti successioni sedimentarie o direttamente sulle rocce del substrato. Presentano spessori massimi complessivi nell'ordine del centinaio di metri e sono costituiti prevalentemente da sedimenti argilloso-sabbiosi e calcarenitici di ambiente marino (Calcareniti di S.Corrado e Formazione di Le Masse). A questa successione segue una potente successione di sedimenti sabbioso-conglomeratici (Sabbie e Ghiaie di Messina) di ambiente fluvio deltizio, caratterizzata da clino-stratificazione immergente verso l'asse dello Stretto. La genesi di tale formazione, che nell'area raggiunge spessori accertati fino ad oltre 160 m, sembra riconducibile alle condizioni di elevata erosione e trasporto sedimentario delle fiumare durante le fasi di più marcato sollevamento dell'entroterra cristallino, presumibilmente nel Pleistocene medio (Sauret, 1980; Barrier, 1984). Il Pleistocene superiore risulta rappresentato in prevalenza dai resti delle superfici di abrasione/deposizione marine e fluviali, impostate praticamente su tutte le formazioni più antiche. I depositi dei terrazzi risultano costituiti in prevalenza da sabbie, passanti talora a ghiaie sabbiose, con spessori massimi nell'ordine dei 10 m.

I sedimenti delle piane costiere e delle fiumare sono attribuibili all'Olocene. In particolare, il sottosuolo delle attuali piane costiere risulta costituito da monotone sequenze sabbioso-ghiaiose, potenti fino a oltre 60 m, talora caratterizzate da orizzonti ricchi di materiale organico. I sedimenti presentano caratteristiche tipiche sia di ambienti di deposizione marini costieri, sia continentali, probabilmente correlabili agli effetti di ripetute oscillazioni del livello marino.

Nel seguito si descrivono nel dettaglio le litologie ora discusse e interessate dal tracciato delle opere.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

6.1.1 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 e rocce cristalline granitoidi, rispettivamente nei settori settentrionale e centro-meridionale dell'area di intervento.

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

Le rocce cristalline granitoidi del settore centro-meridionale sono, invece, costituite da plutoniti grigio chiare. 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.

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.

Tale substrato appartiene alla falda dell'Aspromonte, corrispondente alla parte superiore del Complesso Calabride; presenta uno stato di cataclasi più o meno spinto ed uno stato di diffusa di alterazione, anche in profondità.

Proprio in corrispondenza degli imbocchi delle gallerie sono presenti diffuse coltri di alterazione del substrato.

6.1.2 Conglomerato di Pezzo

E' costituito da un conglomerato poligenico ed eterometrico, a matrice arenacea, da poco a mediamente cementato, solo localmente 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.

Localmente nella parte alta, al di sotto del contatto trasgressivo con i soprastanti depositi ascritti ai Trubi, si rinviene la presenza di un livello di spessore metrico costituito da sabbie grigie monogranulari

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

a laminazione piano-parallela che a luoghi passano a sabbie gialle ascrivibili ai depositi trasgressivi dei Trubi.

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 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).

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).

Sono stati attribuiti 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.

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.

6.1.3 Trubi

Sono caratterizzati da marne, marne argillose e calcari marnosi di colore bianco crema, a frattura concoide, localmente con abbondanti livelli sabbiosi fini di colore grigio chiaro; nella parte superiore sono presenti livelli calcarenitici ricchi in fossili.

La stratificazione, non ovunque netta, è medio-sottile (10-50 centimetri). 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.

Gli spessori sono molto variabili; tale variabilità è da connettersi in prima istanza 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. 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.

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 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-

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

pliocenica, sia ad una mancata deposizione in questo intervallo temporale, in quanto questo settore, già nel Messiniano, avrebbe potuto costituire un alto strutturale.

Nel complesso il grado di fratturazione è basso.

6.1.4 Formazione di Le Masse

Si tratta di un'alternanza di spesse bancate di marne sabbiose biancastre massive e arenarie debolmente cementate, passanti verso l'alto a calcareniti e sabbie con sottili intercalazioni argillose e abbondanti fossili, affioranti estesamente nel settore sud-orientale dell'area di intervento. 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.

Tale unità è stata riconosciuta in affioramento in prossimità del sistema tettonico Piaie- Mortille, ove essa poggia in discordanza angolare sul substrato cristallino granitoide intensamente fagliato e ribassato verso SW. 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.

Lo spessore massimo in affioramento è superiore a 200m.

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 spesso una giacitura sub-orizzontale.

6.1.5 Calcareniti di San Corrado

Si tratta di calcareniti e calciruditi clastiche e bioclastiche, da moderatamente cementate a cementate, con stratificazione incrociata. Sono presenti orizzonti sabbioso limosi con macrofossili e livelli di sabbie giallastre, grossolane, addensate e laminate, a luoghi di qualche metro di spessore. A luoghi sono presenti alla base orizzonti di breccie cementate costituiti da clasti spigolosi, cristallino-metamorfici da centimetrici a pluridecimetrici in matrice microcristallina.

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 giallo-bruno e la stratificazione, ben visibile, è generalmente piano-parallela e localmente incrociata.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Il deposito è trasgressivo sia sui sottostanti Trubi sia sul Conglomerato di Pezzo. 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.

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.

Analogamente ai Trubi, le Calcareniti di San Corrado costituiscono un livello guida nella successione stratigrafica. L'analisi micropaleontologica dei depositi calcarenitici qui ascritti alla formazione di San Corrado rileva la sterilità di microrganismi.

I depositi ad essa ascritti 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).

6.1.6 Ghiaie e sabbie di Messina

Sono costituite da ghiaie da medie a grossolane in matrice sabbiosa, grigio-giallastre. Si presentano generalmente ben stratificate anche se, più raramente, agli strati ghiaiosi si intercalano livelli lenticolari di sabbie fini. I clasti, da sub-arrotondati ad appiattiti, spesso embricati, sono di natura poligenica e risultano prevalentemente costituiti da termini cristallino-metamorfici.

La giacitura presenta tipicamente una inclinazione di 25°-30° verso l'asse dello Stretto di Messina ed è spesso ben evidente una stratificazione incrociata con embricatura dei clasti. 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 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 100 m 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'area 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.

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 clinostatificate del *foreset* (ovvero della porzione più esterna del corpo deltizio). Le Ghiaie e Sabbie di Messina vengono attribuite da diversi Autori (in

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

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 dai depositi dei terrazzi marini olocenici.

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.

6.1.7 Depositi marini terrazzati

Sono rappresentati da depositi marini sabbiosi e sabbioso ghiaiosi fortemente pedogenizzati in prossimità della superficie, che ricoprono la maggior parte della superficie esposta nell'area di intervento. Si tratta di sabbie giallo oca, ghiaie con ciottoli arrotondati ed appiattiti prevalentemente cristallini, in matrice sabbiosa.

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. 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.

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.

Dal punto di vista litotecnico, i depositi dei terrazzi marini rappresentano terre da sciolte a debolmente coesive con cementazione da debole ad assente. 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.

6.1.8 Depositi alluvionali

Si tratta prevalentemente di depositi ghiaiosi olocenici di fondo alveo, contenenti a luoghi grossi blocchi, ad elementi cristallino-metamorfici ben arrotondati, frammisti a sabbie limose.

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-

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> <i>AM0217_F0.doc</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20/06/2011</i>

metamorfico. Gli spessori massimi dedotti da affioramento e sondaggi non è superiore alla decina di metri.

6.1.9 Eluvio - colluvio

Comprende depositi olocenici derivanti dalla degradazione meteorica dei litotipi affioranti; coltri superficiali di alterazione; materiali eluvio-colluviali a composizione prevalentemente ghiaioso-sabbioso-limosa con matrice a grana fine e clasti cristallino-metamorfici prevalenti da spigolosi a subarrotondati. Lo spessore è fortemente variabile in funzione della locale topografia ed, in generale, esso é compreso entro il metro, mentre raggiunge alcuni metri soprattutto in corrispondenza di impluvi e vallecole .

6.1.10 Depositi di piana costiera recenti ed attuali

Depositi distribuiti entro 200 m dall'attuale linea di costa di età olocenica, il cui spessore massimo è di circa 60 m. Sono costituiti da sabbie a grana da media a grossolana e ghiaie eterometriche e poligeniche, con ciottoli di composizione prevalentemente quarzoso-feldspatica, a cui si intercalano livelli o lenti di argille limose e di torbe.

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-metamorfico e la soprastante successione sedimentaria plio-pleistocenica.

6.1.11 Depositi di versante

Sono depositi detritici olocenici 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.

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

Sono depositi poco coesivi, costituiti da materiale spigoloso, poligenico ed eterometrico, con matrice a grana fine, localmente sono presenti grossi blocchi. Lo spessore massimo di tali depositi è stato valutato 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.

In loc. Case Alte si presentano con tessitura da media a grossolana, subordinatamente fine, con laminazione incrociata e clinostratificata.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> <i>AM0217_F0.doc</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20/06/2011</i>

6.2 Assetto geologico – strutturale

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.

Le faglie possono essere 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 di Campo Calabro, Case Alte e di Matini.
- 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.

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 depositato, mostrando variazioni di spessore notevoli. In particolare il Conglomerato di Pezzo presenta spessori massimi valutabili nell'ordine dei 20-30 m in corrispondenza del blocco di letto della faglia mentre raggiunge spessori superiori a 90 m immediatamente a SW della paleo-scarpata.

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 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.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

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 hanno 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, 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 Calcareniti 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 un dettaglio del sopra descritto ribassamento "a gradinata" attraverso il Sistema Pezzo-Faro Rosso, a cui, in particolare, è da attribuirsi un rigetto complessivo non inferiore a 50 m. 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 dell'origine delle 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.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> <i>AM0217_F0.doc</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20/06/2011</i>

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 insieme di discontinuità.

6.3 Caratteristiche geotecniche

Nell'ambito della progettazione definitiva delle opere connesse ai collegamenti infrastrutturali, ferroviari e stradali, lato Calabria e lato Sicilia, è stata eseguita una campagna di indagini integrative, rispetto a quelle effettuate nell'ambito del Progetto Preliminare e del Progetto di Gara, finalizzata, tra l'altro, all'approfondimento delle caratteristiche geotecniche, specie in corrispondenza delle singole opere d'arte: gallerie, viadotti, scatolari, rilevati e scavi in trincea.

La campagna di indagini si è articolata in una serie di indagini in campo ed una serie di indagini in laboratorio. Nel seguito si riporta una sintesi dei risultati ottenuti per le principali formazioni geologiche.

6.3.1 Conglomerato di Pezzo

La valutazione delle caratteristiche geotecniche del Conglomerato di Pezzo si è resa problematica, a causa della elevata eterogeneità connessa con la presenza di un elevato contenuto di materiali fini e molto grossolani (anche metrici) nonché di estesi fenomeni di cementazione.

Si ritiene quindi che essa non possa essere fatta esclusivamente tramite le correlazioni usualmente utilizzate per i terreni granulari.

Inoltre le prove pressiometriche e le prove SPT sono prove "puntuali", non in grado di rappresentare il comportamento globale di un ammasso così eterogeneo ed interessato "globalmente" dalle opere in esame.

Le prove SPT, poi, si riferiscono ad un materiale disturbato dall'esecuzione del foro e quindi a maggior ragione non rappresentativo della frazione medio fine cementata ma eventualmente solo della matrice non cementata.

Quindi le prove ed i rilievi che si sono ritenuti invece maggiormente rappresentativi sono quelli che hanno investigato il comportamento alla scala dell'ammasso.

Per la deformabilità le prove pressiometriche e dilatometriche sono state comunque analizzate avendo come termine di confronto i risultati delle sismiche.

Si sono anche considerati i rilievi effettuati nella costruenda galleria Piale, i quali:

- hanno consentito una caratterizzazione globale della resistenza secondo un approccio del tipo di continuo equivalente.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%; text-align: center;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">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						

- ha anche confermato quanto ipotizzato e cioè la potenziale presenza di una porzione superficiale di ammasso di circa 25m più alterato al di sotto del quale dovrebbe esserci un ammasso di relative migliori caratteristiche meccaniche.

La back analysis effettuata relativamente sulla stabilità del fronte della costruenda galleria Piale deve considerarsi come una verifica con lo scopo di valutare l'approccio seguito per la caratterizzazione della resistenza dell'ammasso.

Bisogna sottolineare inoltre che i valori di resistenza e deformabilità che sono scaturiti dalla caratterizzazione debbono intendersi come dei valori medi globali che rappresentano la resistenza e la deformabilità d'insieme di un ammasso alquanto eterogeneo che quindi localmente può anche essere caratterizzato da proprietà peggiori o migliori, difficilmente individuabili.

Nella tabella seguente vengono riassunti i parametri medi caratteristici.

γ (kN/m ³)	20÷22
c'_{picco} (kPa)	0÷100 z (0-25m) per profondità maggiori vedi tabella par. 2.7.4.
ϕ'_{picco} (°)	38-42 z (0-25m) per profondità maggiori vedi tabella par. 2.7.4
C_{residuo} ' (kPa)	vedi tabella par. 2.7.4
ϕ_{residuo} ' (°)	vedi tabella par. 2.7.4
k_o (-)	0.7-0.9
V_s (m/sec)	$V_s = 280 \cdot (z)^{0.2}$
G'_o	$G'_o = 3000 \cdot p_a \cdot \left(\frac{p'_o}{p_a}\right)^{0.50}$
$E' *$	E'=150-300 (z 0 -20m) E'=300-500 (20 - 35m) E'=500-900 (35 - 65m) E'=900 -1500* (>65m)
v' (-)	0.2-0.3
K (m/s)	10^{-7}

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%; text-align: center;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">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						

6.3.2 Plutoniti

Nella tabella seguente vengono riassunti i parametri medi caratteristici

γ (kN/m ³)	21÷23
c'_{picco} (kPa)	vedi tabella par. 2.10.4
ϕ'_{picco} (°)	vedi tabella par. 2.10.4
C_{residuo} (kPa)	vedi tabella par. 2.10.4
ϕ_{residuo} (°)	vedi tabella par. 2.10.4
k_o (-)	-
V_s (m/sec)	$V_s=400+13z$ (m/s)
G'_o	-
$E' *$	<p>$E'=250 \div 500$ Mpa in ammassi di classe IV-V RMR (faglie) e nei primi 10m di profondità</p> <p>$E'=500 \div 700$ Mpa in ammassi di classe IV-V RMR (faglie) e nei primi 10-35m di profondità</p> <p>$E'=1000 \div 1500$ Mpa per profondità maggiori</p>
ν' (-)	0.2
K (m/s)	$10^{-7} \div 10^{-8}$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%; text-align: center;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">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						

6.3.3 Sabbie e Ghiaie di Messina

Nella tabella seguente vengono riassunti i parametri medi caratteristici

γ (kN/m ³)	18÷20
N_{SPT} (colpi/30 cm)	70±25
c'_{picco} (kPa)	0÷10
ϕ'_{picco} (°)	38÷40 (p'ff=0-272KPa) / 35÷38 (p'ff=272-350KPa)
C_{cv}' (kPa)	0
ϕ_{cv}' (°)	33÷35
k_o (-)	0.45-0.55
V_s (m/sec)	$V_s=200+7 \cdot z$ (m/s)
G'_o	$G'_o = 1780 \cdot p_a \cdot \left(\frac{p'_o}{p_a}\right)^{0.65}$
$E' *$	$E' = (17 \div 40) \cdot (z)^{0.7}$
ν' (-)	0.2
$G_0, G/G_0$	curve teoriche
$D_0, D/D_0$	curve teoriche
K (m/s)	$10^{-4} \div 10^{-5}$

6.3.4 Depositi terrazzati marini

Nella tabella seguente vengono riassunti i parametri medi caratteristici

γ (kN/m ³)	21÷23
c'_{picco} (kPa)	0 – 10
ϕ'_{picco} (°)	38°÷40° (p'ff=0-272KPa) / 36°÷38° (p'ff=272-350KPa)
$C_{residuo}'$ (kPa)	0
$\phi_{residuo}'$ (°)	33°÷35°
k_o (-)	0.4-0.5
V_s (m/sec)	200+10 z
G'_o	$G'_o = 1730 \cdot p_a \cdot \left(\frac{p'_o}{p_a}\right)^{0.6}$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_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 style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">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						

E' *	$E = (19 \div 30) \cdot (z)^{0.7}$
v' (-)	0.2
K(m/s)	$10^{-5} - 10^{-6}$

6.3.5 Depositi costieri di spiaggia

Nella tabella seguente vengono riassunti i parametri medi caratteristici

γ (kN/m³)	18÷20
N_{SPT} (colpi/30 cm)	44±30
c' piccolo (kPa)	0
ϕ' piccolo (°)	36÷38 (p'ff=0-272KPa) / 35÷36 (p'ff=272-350KPa)
C_{cv'} (kPa)	0
ϕ_{cv}' (°)	33÷35
k_o (-)	0.4-0.5
V_s (m/sec)	$V_s = 150 + 5 \cdot z$ (m/s)
G'_o	$G_o = 1400 \cdot p_a \cdot \left(\frac{p_o}{p_a} \right)^{0.64}$
E' *	$E = (9 \div 13) \cdot (z)^{0.67}$
v' (-)	0.2
G₀, G/G₀	curve teoriche
D₀, D/D₀	curve teoriche
K(m/s)	$10^{-4} \div 10^{-5}$

6.3.6 Trubi

Nella tabella seguente vengono riassunti i parametri medi caratteristici

γ (kN/m³)	20÷22
c' piccolo (kPa)	35-90
ϕ' piccolo (°)	27°-22°
C_{cv'} (kPa)	0
ϕ_{cv}' (°)	25°-27°
OCR	>1.5

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_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						

$k_o (-)$	$1 - \sin \phi' \cdot OCR^{0.5}$
$V_s (m/sec)$	$V_s = 280 \cdot (z)^{0.2}$
G'_o	$G'_o = 3000 \cdot p_a \cdot \left(\frac{p'_o}{p_a} \right)^{0.50}$
$E' *$	130÷220 MPa 200-700 MPa (porzione massiva)
$v' (-)$	0.2
$K(m/s)$	10^{-7}

6.3.7 Depositi alluvionali

Nella tabella seguente vengono riassunti i parametri medi caratteristici

$\gamma (kN/m^3)$	18÷20
$c'_{picco} (kPa)$	0
$\phi'_{picco} (^\circ)$	37°÷39° (p'ff=0-272KPa) / 35°÷37° (p'ff=272-350KPa)
$C_{residuo}' (kPa)$	0
$\phi_{residuo}' (^\circ)$	33°÷35°
$k_o (-)$	$1 - \sin \phi' \cdot OCR^{0.5}$
$V_s (m/sec)$	-
G'_o	-
$E' *$	$E = (4 - 8) \cdot z$
$v' (-)$	0.2
$K(m/s)$	$10^{-5} - 10^{-6}$

6.3.8 Depositi di versante

Nella tabella seguente vengono riassunti i parametri medi caratteristici

$\gamma (kN/m^3)$	19÷21
$N_{SPT} (colpi/30 cm)$	25±20
$c'_{picco} (kPa)$	0
$\phi'_{picco} (^\circ)$	36÷38 (p'ff=0-272KPa) / 35÷36 (p'ff=272-350KPa)

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> <i>Data</i> F0 20/06/2011



C_{cv}' (kPa)	0
φ_{cv}' (°)	33÷35
k_o (-)	1-senφ'
V_s (m/sec)	V _s =150+8·z (m/s)
G'_o	$G_o = 1200 \cdot p_a \cdot \left(\frac{p_o}{p_a}\right)^{0.54}$
E' *	$E = (12 \div 28) \cdot (z)^{0.65}$
v' (-)	0.2
G₀, G/G₀	curve teoriche
D₀, D/D₀	curve teoriche
K(m/s)	10 ⁻³ ÷10 ⁻⁵

6.3.9 Calcareniti di San Corrado e formazioni Le Masse

Nella tabella seguente vengono riassunti i parametri medi caratteristici

γ (kN/m³)	22÷23
N_{SPT} (colpi/30 cm)	-
c'_{picco} (kPa)	0-50
φ'_{picco} (°)	36°-38°
C_{cv}' (kPa)	-
φ_{cv}' (°)	-
k_o (-)	-
V_s (m/sec)	-
G'_o	-
E' (MPa)	120
v' (-)	0.2-0.3
G₀, G/G₀	curve teoriche
D₀, D/D₀	curve teoriche
K(m/s)	10 ⁻⁷

La formazione di Le Masse è caratterizzata da un'alternanza di spesse bancate di marne argillose, arenarie debolmente cementate, passanti verso l'alto a calcareniti e sabbie con sottili intercalazioni

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left; padding: 2px;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left; padding: 2px;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">F0</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">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						

argillose, affioranti estesamente nel settore sud-orientale dell'area di intervento. Non avendo a disposizione prove si ritiene di poter associare a tale formazione i parametri di resistenza e deformabilità minimi delle due formazioni che a livello geologico possono ritenersi limiti costituiti dai Trubi e dalle Calcareniti di san Corrado.

Simbologia rappresentata nelle tabelle precedenti:

γ_t = peso di volume naturale;

N_{SPT} = resistenza penetrometrica dinamica in prova SPT;

ϕ' = angolo di attrito operativo;

c' = intercetta di coesione operativa;

ϕ_r = angolo di attrito residuo;

c_r = intercetta di coesione residua;

OCR = grado di sovraconsolidazione;

σ_{vo}' = pressione verticale efficace geostatica;

σ_{vmax}' = pressione verticale efficace massima subita dal deposito;

c_u = resistenza al taglio non drenata riferita a tensioni di consolidazione pari a quelle geostatiche e a condizioni di carico tipo quelle delle prove triassiali di compressione e carico;

k_o = coefficiente di spinta del terreno a riposo;

k_v = coefficiente di permeabilità verticale riferito a pressioni di consolidazione pari a quelle geostatiche e a problemi di flusso diretto principalmente nella direzione verticale;

V_s = velocità di propagazione delle onde di taglio;

G_o = modulo di taglio iniziale riferito alle pressioni efficaci geostatiche;

E' = modulo di Young "operativo"; * = si considerano valori nel range per gallerie, fronti di scavo sostenuti, opere di sostegno tirantate o puntonate; valori al minimo del range per fondazioni dirette, fondazioni su pali e rilevati.

ν' (-) = coefficiente di Poisson

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Sicilia – Inquadramento geologico

7 Aggiornamento della caratterizzazione geologica di base

Lo Stretto di Messina è ubicato in corrispondenza della terminazione meridionale dell'Arco Calabro-Peloritano caratterizzato da Unità Kabilo-Calabridi o, brevemente Calabridi, e che rappresenta un segmento dell'Orogene Appenninico-Maghrebide.

L'edificio calabro-peloritano è composto da una pila di falde di ricoprimento, caratterizzate da un basamento cristallino con un'inversione del grado metamorfico, cioè crescente verso l'alto, da termini semimetamorfici fino a unità d'alto grado. Nell'area in esame affiora soltanto la falda strutturalmente più elevata, cioè l'Unità dell'Aspromonte, costituita da rocce gneissiche e da micascisti con filoni pegmatitico-aplitici. Tale unità forma il substrato, sul quale poggiano le coperture mioceniche e plio-quadernarie; esso affiora lungo la dorsale peloritana e nell'estremità meridionale della Calabria, dove si aggiungono anche plutoniti a composizione granodioritica. Lembi minori si trovano all'interno della città di Messina, dove formano una dorsale orientata ENE-WSW.

L'area dello Stretto di Messina e la sponda calabrese sono stati oggetto di dettagliati studi da parte di GHISSETTI (1981, 1984), che nel cosiddetto Bacino di Reggio Calabria riconosce meccanismi deformativi associati a faglie esclusivamente distensive, con orientazione N-S e NNE-SSW, seguite da direzioni E-W e NW-SE. Gli studi eseguiti non permettono comunque di ricavare un modello del campo di *stress*, specie a causa delle complesse interazioni tra una deformazione crostale profonda e quella riflessa nelle coperture pellicolari. Secondo l'Autore i dati indicherebbero la presenza di un piano di taglio regionale a "sviluppo subparallelo longitudinale" all'Arco Calabro, con l'accavallamento di una crosta assottigliata su quella ispessita della Catena Appenninica. In questo contesto l'impostazione del Bacino di Reggio viene inquadrata nei processi di apertura coevi della Fossa del Mesima e dello Stretto di Messina, in connessione ai processi deformativi indotti dalla zona di taglio profonda. La coesistenza di meccanismi normali con quelli compressivi viene imputata alla posizione dei settori in distensione al retro di un fronte di compressione che ha migrato verso le aree esterne dell'Arco.

Al contrario BOUSQUET et al. (1980) ritengono che le strutture tettoniche non siano riconducibili ad un unico campo di *stress*, ma siano dovute a distinte fasi tettoniche: una prima distensiva riferibile al Pliocene superiore–Pleistocene, una seconda modesta fase di compressione verificatasi alla fine del Pleistocene inferiore, ed infine una terza distensiva ascrivibile al Pleistocene medio in poi.

BARRIER (1984) sottolinea che difficilmente la diversità di orientazione delle strutture può essere interpretata secondo un'unica direzione di estensione. BARRIER (1986) ricostruisce l'evoluzione

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

paleogeografica dello Stretto, seguendo i criteri per cui la pluralità dei sistemi di faglie e la natura e la ripartizione diacrona dei sedimenti indicherebbero che i vari disturbi tettonici si sono originati in differenti periodi nel corso del Plio-Pleistocene.

I dati raccolti nell'ambito del progetto CROP Mare permettono di conoscere meglio il quadro strutturale nel quale si colloca l'area peritirrenica. Esso è il risultato dello stadio collisionale tra la crosta continentale "panormide", originario basamento delle Unità Panormidi, riconosciuto nella fascia meridionale del Bacino Tirrenico ed il margine pelagiano della placca africana (LENTINI et al., 2002). A partire dal Pliocene superiore, si è registrata per la maggior parte della Sicilia la totale consumazione della crosta oceanica "paleoionica" che ospitava le coperture bacinali maghrebidi (imeresi, sicane, etc.) ed originariamente interposta tra i due blocchi (quello maghrebide e quello pelagiano). Tale stadio collisionale si è realizzato soltanto per la parte centro-occidentale dell'Isola, dove attualmente il processo di convergenza fra le due croste continentali in collisione è inibito, mentre ad est dell'area di Milazzo la crosta "panormide" si contrappone invece alla crosta oceanica ionica ancora in subduzione. Pertanto l'area dello Stretto si trova in pieno al di sopra del processo di subduzione ionica.

Il sistema orientato NW-SE a componente destra, denominato Sistema Sud-Tirrenico (LENTINI et al., 1994; FINETTI et al., 1996), ed interpretato come l'espressione superficiale del generale *shifting* dell'orogene dalle aree in collisione a quelle in subduzione, e cioè un fenomeno di trascinamento verso l'Arco Calabro, non è particolarmente evidente nelle zone attorno allo Stretto. Mentre particolarmente marcato appare il sistema orientato NE-SW.

Il significato geodinamico del sistema di faglie che borda la costa ionica, denominato "Sistema Messina-Etna", va ancora pienamente chiarito. Esso è stato interpretato da MONACO et al. (1996) come un ramo di una zona di *rifting*, cinematicamente collegato alle faglie della "Scarpata Ibleo-Maltese", estesa dalla piattaforma di Malta fino all'Etna, lungo la costa ionica della Sicilia meridionale, cui è riferita un'elevatissima pericolosità sismica.

Per TORTORICI et al. (1995), MONACO & TORTORICI (1995), MONACO et al. (2000), infatti l'Arco Calabro e la Sicilia orientale sarebbero dominati da un'estensione crostale, che origina il *Rift* calabro-siculo (MONACO et al., 1996), esteso dalla Calabria al versante ionico siciliano per una lunghezza totale di 370 km. Il *rift* mostra una sismicità crostale con terremoti fino a $M > 6$, localizzati in corrispondenza dei piani di faglie normali quaternarie. La conferma di tale interpretazione sarebbe di notevole importanza in termini di previsione di eventi sismici, in quanto permetterebbe di ridefinire la pericolosità sismica specialmente in quei tratti di costa esenti da terremoti storici, compresi a sud dell'area dello Stretto e a nord del versante etneo. Un'interpretazione alternativa, anch'essa da verificare con studi finalizzati, è che il "Sistema Messina-Etna" possa essere il prodotto di fenomeni di estensione del cuneo di accrezione in risposta all'arretramento flessurale delle aree ioniche di avampaese (LENTINI et al., 2000; GUARNIERI et al., 2004; FINETTI, 2008) (Fig. 2). In questo caso le faglie non sarebbero radicate nella

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011


litosfera, ma si ricollegerebbero in profondità al *sole-thrust* della catena. Questo tipo di interpretazione potrebbe ridimensionare la valutazione della pericolosità sismica in termini di magnitudo massima prevedibile.

Il sistema orientato NNE-SSW, comunque, è un elemento morfotettonico che domina la dorsale peloritana ed è responsabile della segmentazione dei depositi del Pliocene medio-inferiore, quindi la sua attivazione data dal Pliocene superiore ed è probabilmente attivo anche nel Pleistocene. Ad esso vengono associati da MONACO & TORTORICI (2000) tassi di sollevamento di 0,5-1,2 mm/anno per gli ultimi 700 ka.

Allo stesso sistema va riferita la faglia che interessa la zona urbana di Reggio di Calabria, che nel Pleistocene inferiore sembra aver controllato l'evoluzione del cosiddetto Bacino di Reggio. Essa si estende per circa 15 km definendo un *half-graben* riempito da sedimenti del Pleistocene medio-superiore (GHISSETTI, 1981; BARRIER, 1987). Questi depositi appartengono ad un *fan-delta* progradante verso ovest e controllato dalla faglia, chiuso in alto da un *topset* di età tirreniana. I rapporti di *on lap* tra i depositi wurmiani ed il piano di faglia suggeriscono un'attività di questa durante tale periodo.

Altro importante sistema di faglie, scarsamente valutato dai precedenti Autori, è quello orientato ENE-WSW, cui appartiene il Sistema Ganzirri-Scilla e che corrisponde ad un importante elemento geomorfologico, che si esprime con scarpate sottomarine e controlla la morfologia costiera del tratto settentrionale dello Stretto di Messina. Linee sismiche, che attraversano lo Stretto, indicano chiaramente che il fondo mare è ritagliato da queste faglie (DEL BEN et al., 1996; LENTINI, 1996).

La morfologia del fondo mare tra Villa S. Giovanni e Ganzirri mostra una superficie suborizzontale a profondità variabili da 60 ad 80 m bordata da strutture, che controllano poi la linea di costa su ambedue i lati dello Stretto. Tale piattaforma sommersa potrebbe corrispondere a quella di Campo Piale sul lato calabrese, ubicata a 120-170 m s.l.m. Ciò implicherebbe un collasso della zona dello Stretto molto superiore ai tassi regionali.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
RELAZIONE GENERALE	<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

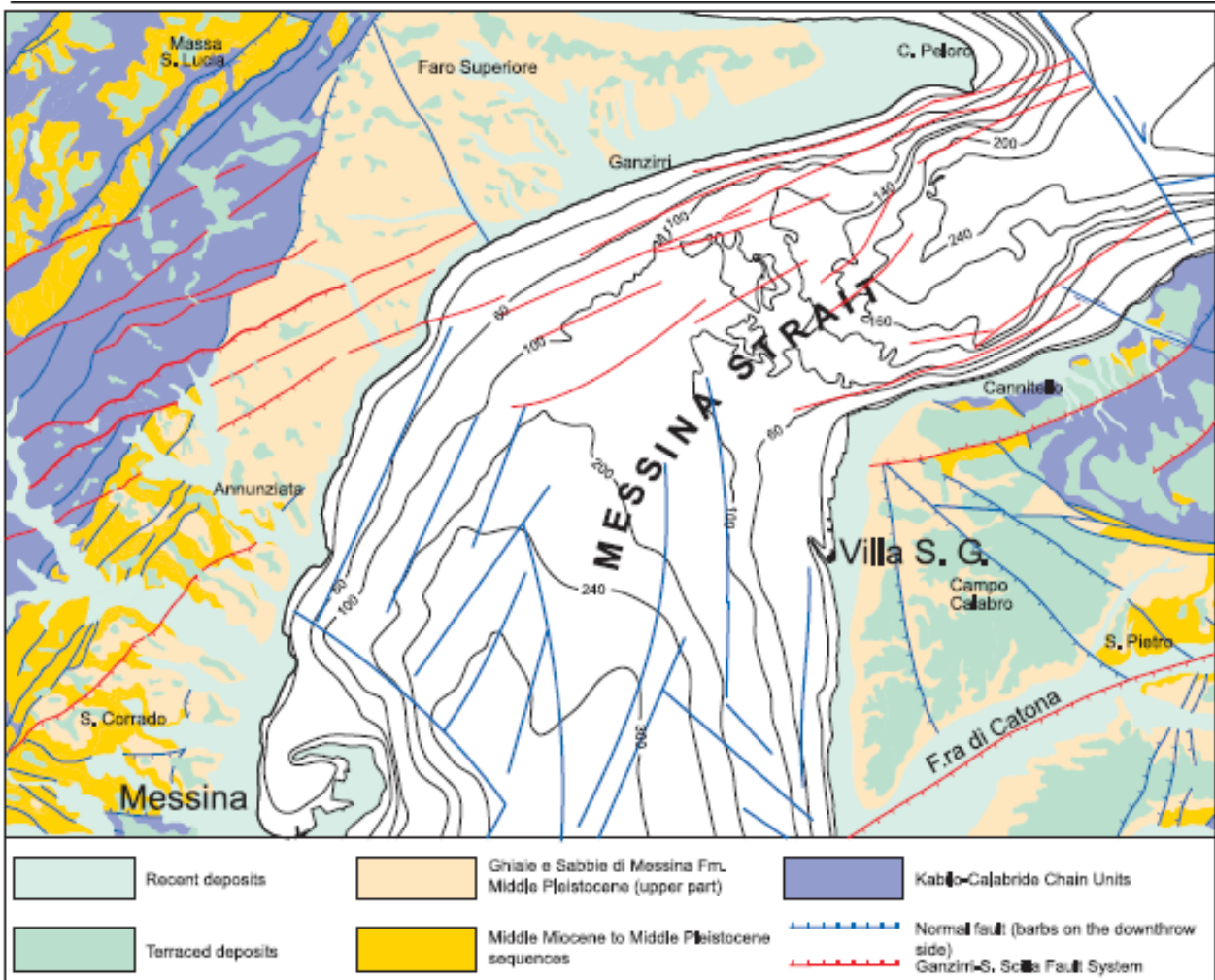


Fig. 2 – Schema tettonico dell'area dello Stretto di Messina. Lo schema mostra la distribuzione delle Ghiaie e sabbie di Messina e i recenti sistemi di faglie che interessano l'intera area (da GUARNIERI et al., 2004).

Studi multidisciplinari eseguiti negli ultimi anni hanno messo in evidenza i caratteri stratigrafici e strutturali di quest'area e hanno permesso di ricostruire il trend evolutivo che, in una zona come questa, presenta una complessa storia geodinamica. La ricostruzione stratigrafica, in particolare dell'intervallo pliocenico-quadernario, permette di dedurre il comportamento tettonico e di ricostruire i tassi di sollevamento dei settori siciliano e calabrese, che delimitano lo Stretto. L'analisi sul terreno e i dati delle aree sommerse consentono il riconoscimento di strutture, che controllano l'evoluzione geomorfologica e possono essere messe in relazione con l'attività sismica. Le stesse strutture inoltre possono essere individuate attraverso le linee sismiche, in particolare quelle ubicate nelle aree sommerse.

Nella zona studiata l'assenza delle arenarie del Flysch di Capo d'Orlando, dovuta ad antiche fasi erosive ovvero ad un'originaria lacuna di sedimentazione, non fornisce indicazioni sulla fase oligocenica di ricoprimento delle falde cristalline. La copertura sedimentaria inizia con i conglomerati e

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

le sabbie della cosiddetta “molassa”, cioè la Formazione di S. Pier Niceto, ascrivibile al Miocene medio-superiore, presente su ambedue i versanti della dorsale peloritana, e nell’Aspromonte, dove è più nota come “Flysch di Motta” (BARRIER et al., 1987) ed alla quale appartiene anche il cosiddetto “Conglomerato di Pezzo”.

Sul versante tirrenico siciliano l’alimentazione di tali depositi indica che la formazione era legata alle fasi incipienti dell’apertura del Bacino Tirrenico, mentre sul versante ionico l’area d’origine poteva essere quella attualmente collassata a formare il cosiddetto *Rise* di Messina, nel bordo ionico siciliano (LENTINI et al., 1995a).

Le coperture sedimentarie del Miocene superiore e quelle del Pliocene-Quaternario, distribuite lungo il versante ionico della dorsale peloritana, si presentano lacunose e/o condensate a causa delle ripetute fasi di emersione e avanzamento del mare.

Nello Stretto di Messina il controllo strutturale è estremamente evidente. Una semplice analisi morfostrutturale, condotta anche con l’aiuto di immagini DEM (*Digital Elevation Model*) del fondo marino, mostra una netta connessione tra il *trend* ENE-WSW (Sistema di faglie di Scilla) e le marcate scarpate sottomarine presenti sia sul lato calabrese, che su quello siciliano del settore nord dello Stretto. Mentre nella parte a sud dell’allineamento Punta Pezzo – Foce dell’Annunziata lo Stretto assume una direzione prossima a NE-SW, parallela cioè ai *trend* che delimitano la dorsale peloritana.

GUARNIERI et al. (2004) interpretano l’area dello Stretto come l’effetto di una distensione superficiale, in un contesto compressivo legato alla subduzione della crosta oceanica ionica al disotto dell’Arco Calabro-Peloritano.

Diversa interpretazione viene data da FINETTI (2008), il quale ritiene che il versante ionico della Sicilia tende a risalire in accavallamento al disopra del settore calabro e che le faglie di quel margine siano l’espressione superficiale della culminazione profonda. L’Autore fornisce pertanto l’interpretazione di un margine compressivo a differenza della parte settentrionale dello Stretto, considerata un *graben* controllato da faglie ad orientazione ENE-WSW (v. oltre).

7.1 Stratigrafia

Le litoformazioni presenti nell’area di interesse comprendono i termini delle unità tettoniche costituite dal basamento cristallino-metamorfico e le successioni sedimentarie postorogene che colmano il sistema di graben dello Stretto di Messina e/o che sono presenti a varie quote sulle superfici di erosione/deposizione individuabili sia sul versante calabrese che su quello siciliano.

Importanti, per estensione, spessore, e significato per la genesi dei suoli, per l’evoluzione dei versanti e per gli aspetti connessi con la circolazione idrica sotterranea, risultano essere i sedimenti alluvionali attuali e recenti delle fiumare, quelli costieri e gli accumuli detritici. Nelle aree del graben dello Stretto

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

(Stretto di Messina, Bacini di Reggio Calabria, Bacino di Messina) è stata riconosciuta una sequenza di successioni sedimentarie caratterizzate da marcate eteropie di facies verticali e laterali che ne rendono difficoltosa e talvolta incerta la correlazione nei vari settori dell'area. Per tale ragione è stato ritenuto opportuno confrontare ma non unificare le legende delle carte geologiche del versante siciliano e calabrese dello Stretto. In tutta l'area dello Stretto è comunque possibile rilevare marcate analogie negli ambienti di sedimentazione e nelle principali fasi dell'evoluzione tettonico sedimentaria dei bacini.

Il substrato di tutta l'area interessata dalle opere è costituito dalle formazioni del basamento cristallino formato in prevalenza da rocce granitoidi, scisti, gneiss. Alla base della successione sedimentaria post-orogena, direttamente sovrapposti sul substrato cristallino, sono presenti i depositi pre evaporitici del Miocene superiore costituiti da sedimenti conglomeratici fortemente eterometrici e sabbiosi, derivanti prevalentemente dal disfacimento delle formazioni cristalline. Tali sedimenti presentano caratteristiche di depositi di delta-conoide sottomarino. A questa fase deposizionale appartengono i sedimenti conglomeratici e sabbioso-limosi e marnosi affioranti sui rilievi a W della città di Messina.

I successivi depositi del Messiniano sup. – Pliocene inf., presentano caratteristiche fortemente variabili nell'area. Nel versante siciliano si riconoscono limitati spessori di calcari evaporitici e dell'intervallo marnoso di chiusura della crisi di salinità messiniana (Trubi).

I successivi depositi del Pliocene inferiore-medio – Pleistocene medio si sovrappongono in discordanza sulle sottostanti successioni sedimentarie o direttamente sulle rocce del substrato. Presentano spessori massimi complessivi nell'ordine del centinaio di metri e sono costituiti prevalentemente da sedimenti argilloso-sabbiosi e calcarenitici di ambiente marino. A questa successione segue, nell'area dello Stretto di Messina, sia nel bacino di Reggio Calabria che nel bacino di Messina, una potente successione di sedimenti sabbioso-conglomeratici (Sabbie e Ghiaie di Messina) di ambiente fluvio deltizio, caratterizzata da clino-stratificazione immergente verso l'asse dello Stretto. La genesi di tale formazione, che nell'area raggiunge spessori accertati fino ad oltre 160 m, sembra riconducibile alle condizioni di elevata erosione e trasporto sedimentario delle fiumare durante le fasi di più marcato sollevamento dell'entroterra cristallino, presumibilmente nel Pleistocene medio (Sauret, 1980; Barrier, 1984). Il Pleistocene superiore risulta rappresentato in prevalenza dai resti delle superfici di abrasione/deposizione marine e fluviali, impostate praticamente su tutte le formazioni più antiche. I depositi dei terrazzi risultano costituiti in prevalenza da sabbie, passanti talora a ghiaie sabbiose, con spessori massimi nell'ordine dei 10 m.

I sedimenti delle piane costiere e delle fiumare sono attribuibili all'Olocene. In particolare, il sottosuolo delle attuali piane costiere risulta costituito da monotone sequenze sabbioso-ghiaiose, potenti fino a oltre 60 m, talora caratterizzate da orizzonti ricchi di materiale organico. I sedimenti presentano caratteristiche tipiche sia di ambienti di deposizione marini costieri, sia continentali, probabilmente correlabili agli effetti di ripetute oscillazioni del livello marino.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

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 (metamorfiti dell'unità dell'Aspromonte), 2) Formazione di S. Pier Niceto 3) Gruppo della gessoso-solfifera 4) Trubi 5) Calcareniti di S. Corrado 6) Ghiaie e sabbie di Messina 7) Terrazzi marini.

In aggiunta, sono stati distinti i seguenti depositi superficiali: 9) Depositi alluvionali terrazzati, 10) Depositi alluvionali recenti e attuali 11) Depositi di versante e coltre eluvio-colluviale 12) Depositi di frana 13) Depositi antropici.

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

Nel seguito si descrivono nel dettaglio le litologie ora discusse e interessate dal tracciato delle opere.

7.1.1 Metamorfiti dell'unità dell'Aspromonte

Trattasi del substrato paleozoico che si estende con continuità dal massiccio dell'Aspromonte, in Calabria, ai Monti Peloritani, in Sicilia, dove corrisponde alla "Falda dell'Aspromonte" di OGNIBEN (1960, 1973) e all'Unità di Castagna di AMODIO-MORELLI et al. (1976).

In Sicilia rappresenta l'elemento strutturale più elevato dell'edificio peloritano, con spessori apparenti che superano i 1.000 m, limitata a tetto da depositi miocenico-quadernari e a letto dall'appoggio tettonico su tutte le unità del Settore Meridionale dell'Arco Calabro-Peloritano, ad eccezione dell'Unità di Stilo (Calabria).

L'Unità dell'Aspromonte, priva di una copertura meso-cenozoica, nell'area in esame è costituita da un Complesso metamorfo varisico in facies anfibolitica di medio-bassa P, intruso da un Complesso plutonico tardo-varisico, di composizione da intermedia ad acida. Metamorfiti e plutoniti sono interessate da una tettonica alpina, responsabile di effetti da cataclastici, a milonitici, fino ad una sovrimpronta metamorfo di medio-alta P, variabile dalla facies scisti verdi a quella anfibolitica. La porzione geometricamente inferiore dell'unità è costituita da paragneiss biotitici passanti a micascisti, localmente associati a corpi di gneiss occhadini e metagraniti, con intercalazioni di anfiboliti, quarziti e marmi. Sono rari i filoni plutonici acidi, discordanti. Verso l'alto le metamorfiti mostrano un'intensa mobilizzazione anatettica (migmatiti), con bande e chiazze leuco- e melanosomatiche, spesso stirate e ripiegate dalla tettonica alpina. Sono presenti intrusioni di masse chiare plutoniche e di filoni pegmatitico-aplitici, spesso trasposti dalla tettonica alpina e concordanti con la foliazione principale.

Complesso metamorfo – varisico: i paragneiss rappresentano il litotipo prevalente e affiorano con spessore fino a 600 m ed estensione plurichilometrica. Essi passano lateralmente a micascisti e tra i due tipi esistono tutte le petrofacies intermedie. Paragneiss e micascisti biotitici, presentano colore grigio-scuro, tessitura orientata, o a bande, e grana media. I tipi gneissici sono poco granatiferi (con sillimanite visibile a scala microscopica). I tipi più scistosi sono ricchi, oltre che in biotite, anche in

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

granati e sillimanite. Nella parte più settentrionale degli affioramenti dell'unità sono diffusi segni di mobilitazione anatettica. Gneiss biotitico+sillimanitici±granatiferi costituiscono il paleosoma, mentre la parte leucosomatica è formata da mobilizzati quarzoso+feldspatico±muscovitici, in chiazze, vene ptigmatiche e filoncelli centimetrici concordanti. Dove la mobilizzazione è più spinta, si formano bande decimetriche di melanosoma costituito da accumuli blastici di biotite centimetrica. Verso le porzioni geometricamente più profonde dell'unità gli effetti migmatitici divengono sempre meno evidenti. Nelle aree non mobilizzate, gneiss e micascisti sono grigi, a grana medio-fine e a tessitura da massiva a foliata, caratterizzata dalla presenza costante di muscovite e, soprattutto nei micascisti, da struttura porfiroblastica per fenoblasti centimetrici di granato, staurolite, andalusite e cordierite. Nelle aree più preservate dalla tettonica alpina, le rocce mostrano un'unica foliazione principale spesso crenulata nei tipi più scistososi. Lungo le fasce cataclastiche le rocce sono brecciate e i processi di retrocessione dei minerali sono ampiamente diffusi. Dove la deformazione alpina è pervasiva le rocce presentano grana più minuta e nuove foliazioni. Conseguentemente, i litotipi delle aree riequilibrata sono scisti, più o meno gneissici a due miche e granato, intensamente laminati e a struttura prevalentemente porfiroblastica.

Gli gneiss occhiadini, in corpi di estensione plurichilometrica, sono diffusi in tutta l'unità con una potenza massima di 800 m. Dette masse se poco interessate dalla tettonica alpina, presentano una sola foliazione principale. Da grigi a grigio-scuro, in funzione del rapporto feldspati/biotite, gli gneiss occhiadini sono eterogranulari a grana grossa, tessitura orientata e mostrano una struttura porfiroblastica per la presenza di grossi cristalli (max 6 cm) di K-feldspato, pecilitici, circondati da biotite e minori quarzo e plagioclasio. Contengono al loro interno bande di gneiss leucocrati concordanti, rari metafiloni basici concordanti, inclusi microgranulari femici e abbondanti xenoliti metamorfici. Spesso sono associate a masse metaplutoniche a grana più minuta etero- o omeogranulare e in vicinanza del complesso plutonico tardo-varisico, sono attraversate da numerosi filoni discordanti di micrograniti e di aplo-pegmatiti. Negli affioramenti più settentrionali dell'unità le masse di gneiss occhiadini manifestano mobilitazioni anatettiche. I corpi tettonizzati si presentano da cataclastici a milonitici, con stiramento della foliazione principale. Lo stiramento degli "occhi" provoca la riduzione di taglia e la retromorfosi diffusa, soprattutto la cloritizzazione della biotite, che conferisce alla roccia un'intensa colorazione grigio-verde. Deformazioni pervasive che determinano la formazione di nuove foliazioni, originano invece, la ricristallizzazione di abbondante mica bianca, la colorazione in rosa del K-feldspato, e la formazione di occhi polimineralici, con K-feldspato e/o quarzo e/o plagioclasio.

I metagraniti s.l. costituiscono banchi prevalentemente associati agli gneiss occhiadini. Presentano tessitura foliata, grana da medio-fine a medio-grossa, per lo più eterogranulare. Contengono biotite e raramente muscovite (più evidente nelle fasce milonitiche).

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Le metafeiniti si presentano generalmente in amigdale intercalate a gneiss e micascisti; sono presenti anche all'interno di gneiss occhiadini di composizione tonalitica.

Le anfiboliti s.l. costituiscono le lenti più potenti ed affiorano a Dinnamare e a Fiumara Tre canali (ad ovest di Dinnamare). Hanno colore verde scuro, tessitura massiva o listata, grana media, con struttura da granoblastica a nematoblastica e composizione variabile da termini ricchi in anfibolo fino al 70% (anfiboliti s.s.), a termini biotitici (anfiboliti biotitiche), plagioclasici (anfiboliti) o feldspatico-quarzosi (da anfiboliti gneissiche a gneiss anfibolici). Localmente anche le anfiboliti presentano segni di mobilitazione anatettica. La tettonica alpina determina, nelle aree a maggiore riequilibrio, una riduzione di grana con ricristallizzazione di anfiboli aciculari.

Rocce ultramafiche quali meta-orneblenditi (80% in orneblenda), meta-piroseniti (clinopiroseni e granati) e meta-peridotiti (clinopiroseno e olivina) sono presenti in lenti intercalate ai paraderivati affioranti nell'area di Larderia (a SO di Messina).

Complesso plutonico tardo – varisico: consiste in numerosi piccoli corpi, tutti peralluminiferi, diversi tra loro per grana, tessitura e composizione variabile da leucotonaliti a leucomonzograniti, con prevalenza dei termini granodioritici. Sono ricchi in biotite e/o muscovite, con strutture prevalentemente xenolitiche e subordinatamente magmatiche. Contengono xenoliti metamorfici, allungati, a prevalente biotite, ed inclusi rotondeggianti a biotite e plagioclasii. Al contatto con i paragneiss e i micascisti si creano fitte implicazioni con la conseguente formazione di strutture di tipo "migmatite d'intrusione", e a luoghi le stesse plutoniti di bordo sono deformate e foliate. Comuni in queste rocce sono i fenomeni cataclastici, le alterazioni superficiali e le abbondanti litoclasti che le dividono in blocchi.

Lungo i piani di riequilibrio le plutoniti acquistano una foliazione fino a trasformarsi in ortogneiss a tessitura orientata.

Il fitto complesso di sistemi filoniani acidi, tardo-magmatici, che permea il basamento metamorfico e le stesse plutoniti, comprende micrograniti, pegmatiti, apliti e felsiti, ben distinguibili anche sul terreno:

- i micrograniti hanno grana media o medio-fine, omeo- o eterogranulare, tessitura massiva e sono caratterizzati dalla presenza costante di biotite e muscovite;
- le pegmatiti hanno grana grossa, eterogranulare, caratterizzata dalla presenza di quarzo e prevalente feldspato potassico, spesso rosato; contengono cristalli pluricentrici di muscovite e/o biotite e/o tormalina e/o fluorite;
- le apliti hanno grana minuta, omeo- o eterogranulare, sono ricche in muscovite con subordinata biotite. Possono essere anche associate alle pegmatiti (filoni aplo-pegmatitici);
- le felsiti, subordinate, hanno grana fine, a volte irrisolvibile ad occhio nudo, sono completamente prive di femici e costituite da feldspati e quarzo.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

7.1.2 Successione clastica ed evaporitica del Miocene medio-superiore

Corrisponde alla Formazione di S. Pier Niceto, ovvero ai “Depositi terrigeni medio-supramiocenici dei Monti Peloritani” di LENTINI et al. (2000), e al “Gruppo della Gessoso solfifera”.

L’età complessiva della formazione va dal Langhiano superiore al Messiniano inferiore.

7.1.2.1 Formazione di S. Pier Niceto

La successione clastica affiora estesamente su entrambi i versanti della dorsale peloritana, mentre in Calabria è limitata a sporadici e modesti affioramenti a nord di Reggio di Calabria tra Cannitello e Piale, tra le frazioni di Zagarella e Porticello, e a Matiniti Superiore.

Costituisce una successione di spessore superiore a 500 m, caratterizzata da diverse litofacies con frequenti passaggi laterali e verticali, e da una distribuzione complessa e irregolare. In virtù dei rapporti eteropici e di una generale geometria *down lap*, tutte le litofacies possono poggiare direttamente su vari termini del basamento e/o del substrato, quest’ultimo rappresentato al di fuori dell’area di studio dalla una successione clastica (Flysch di Capo d’Orlando) e/o carbonatica (Calcareniti di Floresta) estesa dall’Oligocene superiore al Miocene medio.

Si tratta di depositi da scivolamento in massa e flussi gravitativi di scarpata e conoide sottomarina. L’ambiente deposizionale potrebbe essere ricondotto a un sistema di delta-conoide sottomarino progradante verso nord-ovest. La distribuzione delle facies e la progradazione dei corpi sedimentari, che immergono verso nord e nord-ovest lungo il versante tirrenico e verso ovest lungo quello ionico, dimostrano che la provenienza dei sedimenti, durante il Serravalliano-Tortoniano, avveniva dalle aree ioniche, oggi sommerse. La deposizione di questi sedimenti è stata controllata da un’intensa attività tettonica, prevalentemente distensiva, testimoniata dall’inclinazione dei *foreset*, che raggiunge in alcuni casi valori di 50-60°, e che non può essere attribuita soltanto all’originaria clinostratificazione. Gli effetti della tettonica uniti a quelli delle variazioni eustatiche hanno determinato un’architettura molto complessa di questi depositi che mostrano, in termini di litofacies, spessori e geometrie, differenti successioni nelle diverse aree di affioramento. Attualmente le successioni complete e più spesse si rinvengono in corrispondenza di depressioni strutturali individuate da sistemi di faglie normali ad andamento NE-SW o circa N-S, mentre nelle zone di alto si riconoscono successioni incomplete e notevolmente ridotte.

La formazione è caratterizzata da quattro litofacies: pelitica (**a**), arenaceo-pelitica (**b**), conglomeratica (**c**), biolititi coralgali e brecce carbonatiche (**d**). Nella Carta Geologica del presente studio la litofacies **d** non è presente, mentre le litofacies **a** e **b** non sono state differenziate.

L’età complessiva della formazione va dal Langhiano superiore al Messiniano inferiore.

Relativamente alla nostra area di indagine, dunque, la formazione è caratterizzata da conglomerati

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_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						

poligenici e da marne argillose.

I conglomerati sono costituiti da clasti poligenici ed eterometrici prevalentemente metamorfici di alto grado e subordinatamente calcarei o quarzarenitici, immersi in un'abbondante matrice sabbioso-limosa color bruno scuro. I clasti hanno dimensioni variabili da pochi cm fino a un massimo di 60-70 cm, mostrano un buon indice di arrotondamento e sono spesso appiattiti. Sono talvolta organizzati in *foreset* attualmente inclinati fino a 50-60°, di spessore dal metro alla decina di metri (Fig. 3).



Fig. 3 –Conglomerati poligenici- Loc.: T. Trapani.

In sinistra idrografica della F.ra di S. Filippo questa facies costituisce la base della sequenza, giace direttamente sul substrato cristallino e passa verso l'alto alla litofacies pelitica. L'immersione degli strati è generalmente verso ovest o sud-ovest, con valori di inclinazione più elevati del contatto basale (geometria deposizionale in *down lap*). A ovest di Monte S. Pietro (in destra della F.ra di Gazzi) i conglomerati mostrano spessori anche superiori al centinaio di metri.

L'età dei conglomerati può essere dedotta esclusivamente sulla base della loro posizione stratigrafica.

Le marne argillose presentano colore grigio, con sottili intercalazioni di arenarie a grana medio fine.

Lembi più o meno estesi sono stati localizzati nella porzione occidentale dell'abitato di Messina sulla sinistra della strada comunale di S. Michele, tra Villa Filetti e Piano dei Greci (Tavola 3), ove si rinviene poggiato in contatto stratigrafico sui conglomerati poligenici, superiormente passa o alla formazione dei Trubi o alle marne e sabbie del Pliocene sup.

Nella parte centrale della sezione 3, tra M. Banditore, Scoppo e Gravinelli, e in corrispondenza di M. Spalatarà, si rinviene in contatto tettonico con il substrato cristallino, ribassato e variamente dislocato

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

dal sistema di faglie ad andamento NNE-SSW.

Infine affiora estesamente, ma sempre dislocato dal sistema di faglie ora menzionato, nella porzione sud occidentale della tavola 3, ad ovest dell'abitato di Messina, in corrispondenza del vallone Calorenni, ove localmente appare in contatto con il substrato cristallino (gneiss occhiadino); è inoltre, in tale area, interessato da fenomeni gravitativi.

7.1.2.2 Gruppo della gessoso – solfifera

Si tratta delle ben note evaporiti relative alla crisi di salinità che ha interessato il Bacino Mediterraneo durante il Messiniano. Esse sono distribuite nelle zone periferiche rispetto alla catena peloritana; in particolare si presentano sia sulle aree esterne (ioniche) sia nelle zone di retrocatena, cioè quelle tirreniche. Non sono presenti sul versante reggino e in tutto il settore aspromontino. Sul versante siciliano la successione è ridotta e lacunosa. Sulla sponda ionica la litofacies evaporitica è caratterizzata da gessi e argille gessose, prevalentemente alla base della successione, e da calcari brecciati e vacuolari affioranti discontinuamente da Ciaramita (in sinistra della F.ra dell'Annunziata) a Larderia Inferiore, in sinistra dell'omonima fiumara, dove rappresentano i lembi più meridionali. L'appoggio della formazione è sempre sulle varie litofacies della Formazione di S. Pier Niceto. L'età è Messiniano superiore.

Gessi e argille gessose: gesso selenitico meso- e macro-cristallino in banchi massivi o in lenti discontinue, solitamente sovrapposto ad argille gessose di colore bruno-grigiastro, cui si intercalano lenti decimetriche di gesso geminato in grossi cristalli. Lo spessore massimo è 20 m.

Alla base della formazione localmente è presente un intervallo di calcare friabile di colore bianco, spesso circa 1,5 m.

Calcare evaporitico brecciato: calcare microcristallino di colore bianco-grigiastro, talora con intercalazioni di laminiti carbonatiche. La tessitura varia da massiva a laminare; generalmente si presenta brecciato e pulverulento, tipicamente vacuolare per processi di dissoluzione. Ciò viene imputato ad un fenomeno di "autobrecciazione" originata da dissoluzione di porzioni più solubili, probabilmente solfato di calcio, durante la diagenesi. Si ritiene di escludere una risedimentazione, poichè la breccia è sempre monogenica, non contiene cioè elementi estranei al litotipo cristallino carbonatico.

A sud della città di Messina, il calcare evaporitico affiora in livelli continui spesso fino a 60 m nella zona tra Monte S. Pietro e Contrada Badia Brasiliani. Piccoli lembi discontinui si rinvergono sul versante orientale di Monte Spalataro, sul versante meridionale de La Montagna, e ancora più a sud nei dintorni di Larderia, con spessori variabili da 5 a 20 m. Maggiore continuità laterale presentano i livelli localizzati nel settore nord della città di Messina e affioranti tra S. Corrado e Scoppo, e tra Trapani e Ritiro, in destra della Fiumara di S. Leone.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> <i>AM0217_F0.doc</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20/06/2011</i>

Questa litofacies è risultata totalmente sterile all'analisi micropaleontologica.

7.1.3 Successione del Pliocene Inferiore - Pleistocene medio-superiore

Raggruppa i depositi calcareo-marnosi del Pliocene inferiore e sabbioso-calcarenitico-argillosi di età compresa tra il Pliocene medio ed il Pleistocene medio, discordanti sulle coperture sedimentarie o direttamente sul basamento.

Si tratta di unità litostratigrafiche eterogenee, caratterizzate da rapide variazioni di facies sia in senso laterale che verticale, risultato di una notevole mobilità dei bacini di sedimentazione e sotto l'influenza delle oscillazioni eustatiche.

Nell'area peloritana i sedimenti del Plio-Pleistocene si sono depositati in depocentri controllati da strutture estensionali collegate alle fasi dell'apertura tirrenica, da un lato, e dalla tettonica di collasso verso lo Ionio, dall'altro (LENTINI et al., 1995a, 2000).

Relativamente al settore ionico dei Monti Peloritani, studi biostratigrafici basati esclusivamente sui foraminiferi, sono stati condotti da LOMBARDO (1980a), limitatamente ai depositi calcarenitici e argillosi pleistocenici, e da VIOLANTI (1989) che nell'area di Rometta (settore tirrenico) ricostruisce una successione calcareo-marnosa, calcarenitica e argillosa estesa dal Pliocene inferiore al Pleistocene inferiore. Studi biostratigrafici basati sui nannofossili calcarei sono stati effettuati da DI STEFANO & LENTINI (1995). Recentemente DI STEFANO & LONGHITANO (2009) hanno condotto uno studio biostratigrafico-sedimentologico dei depositi del Pleistocene inferiore-medio affioranti nel territorio nella città di Messina, tra la F.ra dell'Annunziata e la F.ra di Larderia.

CARBONE et al. (2008) e SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (2008), su basi geometriche e biostratigrafiche, distinguono quattro unità sedimentarie con caratteri litologici omogenei delimitati da discontinuità riconoscibili in tutta l'area, marcate da lacune temporali di estensione variabile. La successione del Pliocene inferiore è rappresentata dai Trubi (marne e calcari marnosi colore bianco crema), che tradizionalmente rappresentano il ripristino delle condizioni marine normali in seguito all'evento evaporitico messiniano. Il Pliocene medio, che mostra le migliori esposizioni a nord di Messina (zona delle "Masse"), è rappresentato da marne sabbiose discordanti su vari termini più antichi, che evolvono gradualmente a sabbie e calcareniti del Pliocene superiore-Pleistocene medio (Formazione di Rometta). I termini più recenti sono rappresentati dai depositi del Pleistocene medio, che mostrano facies prevalentemente argillose lungo il margine tirrenico (Argille di Spadafora), e sabbioso-calcarenitiche (Calcareniti di S. Corrado) lungo il lato ionico sia siciliano che calabrese.

7.1.4 Trubi

Si tratta di calcari marnosi e marne calcaree color bianco-crema ad abbondante plancton calcareo in

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left; padding: 2px;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left; padding: 2px;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">F0</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">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						

strati di 10-50 cm di spessore, spesso a fratturazione concoide (Figg. 4, 5).

Sono distribuiti, anche se in modo discontinuo, su entrambi i versanti dello spartiacque peloritano e anche sul versante reggino. Gli affioramenti più estesi si ritrovano sul lato tirrenico, dove raggiungono spessori massimi di circa 40 m, riempiendo antiche depressioni strutturali connesse alla tettonica estensionale peritirrenica. In queste località la formazione è caratterizzata da calcari marnosi e marne biancastre, con una frazione sabbiosa crescente verso i livelli sommitali, in strati di 10-30 cm talora fino a mezzo metro, intensamente fratturati. Localmente alla base è presente un livello conglomeratico a clasti metamorfici, in matrice sabbiosa.



Fig. 4 – *Calcari marnosi bianco-crema della formazione Trubi. Loc.: C.da Paradiso, lungo il T. Annunziata.*



Fig.5 – *Calcari marnosi bianco-crema della formazione Trubi. Loc.: Contrada Paradiso.*

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_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						

Nei dintorni di Messina i Trubi giacciono in discordanza sulle evaporiti messiniane e sui terreni miocenici o si estendono, in alcuni casi, direttamente sul basamento metamorfico. Presentano un'estensione areale notevolmente ridotta ed affiorano sulle sponde della F.ra dell'Annunziata (località S. Licandro), nella F.ra di S. Leone, presso Scoppo e fino a M. Banditore, M. Spalatarà e La Montagna, con spessori non superiori ai 15-20 m. Più a sud non compaiono affatto. A M. Spalatarà e a S. Licandro (Fig. 6) la base è rappresentata da un conglomerato di colore grigiastro, matrice sostenuto, costituito da elementi eterometrici prevalentemente metamorfici di diametro fino a 5 cm, potente circa 3 m, che equivale probabilmente alla formazione "Arenazzolo" affiorante in Sicilia centrale.



Fig. 6 – Conglomerato fango sostenuto (Formazione Arenazzolo equivalente) alla base dei Trubi. Loc. basso corso della F.ra dell'Annunziata.

Altro affioramento di modesta estensione è stato rinvenuto in loc. Massa S. Lucia dove poggia sui calcari evaporatici e in loc. S. Biagio dove poggia direttamente sul basamento cristallino.

Le analisi biostratigrafiche di campioni isolati indicano anche in questo caso la presenza di associazioni a nannofossili calcarei molto abbondanti e ben conservate, caratterizzate da *Helicosphaera carteri*, *Calcidiscus leptoporus*, *Discoaster surculus*, *D. pentaradiatus* e *Amaurolithus* spp. Questa associazione è riferibile alla Biozona MNN12 (Rio et al., 1990) del Pliocene inferiore. La parte alta dei Trubi presenta un'associazione sostanzialmente simile a quella appena descritta, ma caratterizzata dalla presenza di *Helicosphaera sellii*, che consente di riferire l'intervallo alla successiva Biozona MNN13 del Pliocene inferiore. I foraminiferi riconosciuti ricadono nell'intervallo MPI1-MPI3, del Pliocene inferiore con

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_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 style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">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						

Sphaeroidinellopsis spp. nei livelli basali e con *Globorotalia margaritae* e *G. puncticulata* in quelli più alti.

7.1.5 Calcareniti di S. Corrado

Si tratta di depositi calcarenitici e sabbiosi, affioranti in maniera discontinua lungo il settore ionico, da Mandria fino a Serra Buddasca (Larderia Inferiore), in netto appoggio discordante su differenti termini del substrato plio-pleistocenico e pre-pleiocenico.

Si tratta di un'alternanza di strati calcarenitici friabili e sabbie grossolane di colore giallo bruno, ad abbondante fauna rappresentata da bivalvi, gasteropodi, brachiopodi, scafopodi, echinidi, balani e coralli (Fig. 7). La stratificazione è generalmente piano-parallela e localmente incrociata, specie nei livelli sommitali.



Fig. 7 – Alternanza centimetrica di strati calcarenitici friabili e sabbie grossolane. Loc. alto corso della F.ra dell'Annunziata.

Lo spessore, estremamente variabile, varia da qualche metro a un massimo di 40 m. I livelli sabbiosi contengono nannoflore calcaree caratterizzate da *Gephyrocapsa* sp.3, *Pseudoemiliania lacunosa* (Biozona MNN19f del Pleistocene medio) e associazioni a foraminiferi caratterizzati da *Hyalinea baltica* e *Truncorotalia truncatulinoides excelsa*.

Alla base di questi depositi è possibile osservare una litofacies conglomeratica, più potente nel settore settentrionale dell'area (Monte Spalatara, S. Corrado) dove raggiunge i 20 m di spessore, costituita da grossi blocchi di diametro fino a metrico di calcari marnosi bianchi (Trubi), arenarie mioceniche e rocce cristalline, immersi in una matrice argillosa contenente nannoflore della Biozona MNN19f (Pleistocene medio). Nella parte alta delle calcareniti si rinvengono canali incisi riempiti di blocchi di varia dimensione, di natura sedimentaria e cristallina.

Nell'area dell'abitato di Messina, alla base della formazione appena descritta sono presenti depositi

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

costituiti da sabbie gialle in livelli decimetrici, con orizzonti estremamente ricchi di brachiopodi integri, prevalentemente del genere *Terebratula*, e subordinatamente di coralli e bivalvi, e da biocalcareniti organogene contenenti tritume dei suddetti organismi (cfr. Formazione di Massa S. Lucia di CARBONE et al., 2008; SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 2008, e Formazione Le Masse di GUARNIERI et al., 2004). Gli spessori non superano i 20 m e sono localizzati a nord del T. di Lardereria (Serro Buddasca), lungo la Fiumara S. Filippo e a La Montagna. In quest'ultima località è inoltre presente un caratteristico livello costituito da calcari biancastri a coralli quali *Madrepora oculata*, *Lophelia pertusa* e *Desmophyllum cristagalli* e da breccie carbonatiche, cui si associano livelli di conglomerati poligenici. Rare intercalazioni calcareo-marnose contengono scarsi foraminiferi planctonici caratterizzati da *Globorotalia inflata* e nannoflore delle biozone MNN19b e MNN19c del Pleistocene inferiore.

Questo orizzonte litostratigrafico, ai fini della presente carta geologica, è stato cartografato insieme all'intervallo soprastante della formazione delle Calcareniti di S. Corrado.

7.1.6 Ghiaie e Sabbie di Messina

Lungo la fascia costiera dei Monti Peloritani, sia sul lato ionico che tirrenico, affiorano notevoli volumi di sedimenti conglomeratico-sabbiosi poggianti in discordanza su diversi termini del substrato e sul basamento. Questi depositi clastici, attribuiti alle "Sabbie e Ghiaie di Messina" ed interpretati come il prodotto di antichi apparati fluvio-deltizi alimentati dalla dorsale peloritana, si sono sviluppati durante le fasi di surrezione dell'area. In effetti essi sono riferibili a sistemi fluviali indipendenti, a volte coalescenti, con rapporti di letto e sviluppo verticale differenti a seconda delle diverse condizioni locali in cui essi si sono accresciuti.

Apparati analoghi, con l'originaria geometria ancora perfettamente conservata, sono riconoscibili anche nelle aree sommerse e sono stati messi in evidenza sia da linee sismiche (DEL BEN et al., 1996) che da dati di perforazione. Tuttavia, i dati disponibili non sono sufficienti a stabilire se gli apparati sommersi siano duplicati tettonici, ribassati da faglie normali, di quelli affioranti a terra o piuttosto sistemi deposizionali più recenti incastrati a quota inferiore.

I dati emersi dai rilevamenti per la Carta geologica della Provincia di Messina (LENTINI, 2000; LENTINI et al., 2000) hanno evidenziato che questi terreni clastici, raggruppati in un'unica formazione, possono costituire successioni appartenenti a sistemi deposizionali leggermente diacroni. La difficoltà di datazione di tali depositi ha consentito una correlazione delle superfici deposizionali esclusivamente su base fisica. L'analisi geometrica dei depositi in relazione alle strutture del substrato indica che tali sedimenti sono stati variamente investiti dalla tettonica tardo-pleistocenica, e generalmente sono tagliati verso mare dalle faglie normali che controllano sia la costa tirrenica che quella ionica.

Nell'area dello Stretto di Messina i depositi conglomeratico-sabbiosi affioranti costituiscono la successione tipo delle "Ghiaie e Sabbie di Messina", nota anche come "Formazione di Messina".

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

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

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

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

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

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

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

I dati biostratigrafici raccolti e l'analisi geomorfologica condotta nell'area (CATALANO & CINQUE, 1995; CATALANO & DI STEFANO, 1997), nonché i dati disponibili sull'età delle "Ghiaie e Sabbie", evidenziano che i termini prima correlati in un unico sistema deposizionale, in effetti costituiscono orizzonti stratigrafici distinti. Le argille epibatiali sono ascrivibili al Pleistocene medio (650 ka); le ghiaie, sulla base del contenuto negli orizzonti sommitali di resti di *Elephas mnaidriensis*, rinvenuti a Capo Peloro, indicherebbero un'età non più antica di 200 ± 40 ka (BADA et al., 1991; BONFIGLIO, 1991); infine le "Ghiaie e sabbie" risultano, nel settore tirrenico, modellate dal terrazzo di quota 180 m, ascrivibile allo stadio isotopico 7, precedente ai picchi eustatici tirreniani.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GENERALE		Codice documento AM0217_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Rev</th> <th style="text-align: left;">Data</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: left;">F0</td> <td style="text-align: left;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	Rev	Data	F0	20/06/2011
Rev	Data						
F0	20/06/2011						



Fig. 8 – *Panoramica della formazione delle Ghiaie e sabbie di Messina sul versante ionico delle due sponde dello Stretto di Messina. Loc. Monte Balena.*

Nel settore ionico, su entrambi i versanti dello Stretto (Figg. 8, 9), la formazione affiora con continuità e potenza, ed è caratterizzata da clinostratificazione ad alto angolo, con valori medi di inclinazione di 20°-25° verso lo Stretto, via via più bassi nella parte alta (Figg. 10, 11).



Fig. 9 – *Formazione delle Ghiaie e sabbie di Messina. Loc. Curcuraci.*





		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_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. 10 – *Clinostratificazione della formazione delle Ghiaie e sabbie di Messina. Loc. Curcuraci, in destra della F.ra della Guardia.*



Fig. 11 - *Formazione delle Ghiaie e sabbie di Messina. Loc.: Cava per estrazione di inerti a Curcuraci.*

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_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						

Sul versante messinese, è presente dal settore nord della città sino ad entrambe le sponde della F.ra di Zafferà, in appoggio sui terreni metamorfici di alto grado, e su vari termini della copertura miocenica e plio-pleistocenica. A sud della F.ra di Gazzi, presso Monte S. Pietro, le Ghiaie e Sabbie di Messina poggiano sulla Formazione clastica plio-pleistocenica, sui calcari evaporitici e sui Trubi (Fig. 12); sono clinostratificate con immersioni verso est e sono presenti sia la facies marina, in matrice sabbiosa giallastra, alla base, che quella continentale, in matrice rossastra, alla sommità.



Fig. 12 – Appoggio discordante delle Sabbie e ghiaie di Messina sui Trubi. Loc. a nord-ovest di Paradiso.

Lungo lo sperone di Capo Peloro, nell'area tra Granatari e Papardo (v. località Granatari, Agliastrella, Semaforo Forte Spuria, Case Crio e a nord-est di Case Vento) la formazione è caratterizzata da lenti di conglomerati di colore grigio, discontinue, di estensione da plurimetrica a ettometrica, spesse da 5 a 20 m, costituiti da ciottoli poligenici di varia pezzatura, spesso embriciati, arrotondati, appiattiti o spigolosi in dipendenza della composizione e/o del grado di trasporto (Figg. 13, 14). Queste lenti si presentano ben diagenizzate e più o meno cementate (cemento calcitico).

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_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. 13 - *Formazione delle Ghiaie e sabbie di Messina, costituita da banconi conglomeratici cementati di spessore decimetrico-metrico. Loc.: Pantano grande, Ganzirri.*



Fig. 14 – *Particolare della formazione delle Ghiaie e sabbie di Messina: banconi conglomeratici debolmente cementati. Loc.: Pantano Grande (Ganzirri).*

Con uguali caratteristiche la formazione affiora da Minissale fino a est di Larderia Inferiore, in appoggio prevalentemente sulla litofacies marnoso-arenacea della formazione clastica plio-pleistocenica.

Nel settore a sud della Fiumara di Larderia la formazione riaffiora nei pressi della costa con litologia, spessori medi e valore angolare dell'inclinazione medesimi a quelli riportati per gli affioramenti nei pressi di Monte San Pietro. Lo spessore massimo lungo la costa messinese è di circa 250 m.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> <i>AM0217_F0.doc</i>	<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;"><i>F0</i></td> <td style="text-align: center;"><i>20/06/2011</i></td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	<i>F0</i>	<i>20/06/2011</i>
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
<i>F0</i>	<i>20/06/2011</i>						

7.1.7 Depositi marini terrazzati del Pleistocene medio – superiore

Sabbie di colore giallo ocra, talora ghiaiose, limi o cineriti rossastre e ghiaie grigio-giallastre o rossatre a ciottoli arrotondati ed appiattiti eterometrici, per lo più cristallini, in matrice sabbiosa. L'assetto è massivo o a stratificazione poco evidente. Lo spessore varia da qualche metro a circa 10 m nel settore peloritano.

Costituiscono sei ordini di deposito di età compresa tra 236 e 60 ky, in appoggio discordante sulle Ghiaie e sabbie di Messina, e sono ricoperti da limi, sabbie e ghiaie continentali di spessore variabile. Questi depositi sono distribuiti su tutta l'area in studio, con maggiore frequenza nello spuntone di Capo Peloro e, scendendo, lungo la fascia ionica fino all'abitato di Messina, poggiano o direttamente sul substrato metamorfico o su tutti gli altri termini litologici presenti.

Sono ubicati a diverse quote e si correlano alle superfici di abrasione che insistono principalmente sui terreni cristallini. Solo per limitati settori, livelli coevi affiorano ad uguale quota. Questo indica che i diversi settori sono stati interessati da sollevamenti differenziali, variamente intensi, dovuti ad una diversa evoluzione neotettonica delle rispettive aree.



Fig. 15 – Deposito marino terrazzato. Loc.: Granatari.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_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 style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">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. 16 – Deposito marino terrazzato in appoggio discordante sulla formazione delle Ghiaie e sabbie di Messina. Loc.: Curcuraci.

7.1.8 Depositi transizionali e continentali del Pleistocene medio - superiore – Olocene

7.1.8.1 Depositi alluvionali terrazzati

Ghiaie poligeniche ed eterometriche, giallastre o brune a clasti prevalentemente arrotondati di diametro da 2 a 30 cm, clasto sostenuti o a supporto di matrice argilloso-sabbiosa, alternate a rari sottili livelli di sabbie argillose rossastre; sabbie ciottolose a supporto di matrice argilloso-terrosa, in assetto massivo o leggermente stratoide e limi argillosi bruni o grigiastri a stratificazione poco evidente. La colorazione bruna o rossastra, più o meno intensa del deposito, è determinata dalla presenza di ossidi e idrossidi di ferro, che formano patine sui clasti o si “spalmano” in sottili livelli.

La composizione dei clasti è relativamente omogenea nei depositi che si collocano lungo l’attuale alto della dorsale peloritana. Lungo i fianchi della dorsale la composizione è molto varia, essendo presenti tutti i litotipi del basamento metamorfico e delle coperture sedimentarie che lo ricoprono. Lungo i corsi d’acqua minori la natura dei ciottoli è funzione delle rocce affioranti nei paleo-bacini.

Lo spessore, generalmente modesto, raggiunge la potenza massima di 5 m.

Sono ubicati ad altezze diverse sugli attuali alvei; la facies è fluvio-lacustre o esclusivamente fluviale. Localmente costituiscono spianate debolmente inclinate verso valle, disposte in più ordini, lungo i settori di confluenza delle aste tributarie dei corsi principali.

L’età dei depositi alluvionali terrazzati è Pleistocene medio-superiore.

Nelle aree in studio questi depositi non affiorano in aree apprezzabilmente estese e a livello cartografico risultano inglobate nella formazione delle sabbie e ghiaie di Messina.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

7.1.8.2 Depositi alluvionali recenti e depositi di piana litorale (b)

Trattasi di limi e sabbie con livelli di ghiaie a supporto di matrice terroso-argillosa, talora terrazzati (b), localizzati in aree più elevate rispetto agli alvei fluviali attuali. La componente ruditica è rappresentata da ciottoli poligenici, prevalentemente cristallini, da spigolosi a subarrotondati di diametro tra 1 e 10 cm, mediamente di 4-5 cm. Talvolta i clasti dei livelli ghiaiosi hanno disposizione embriciata, mentre nei livelli limoso-sabbiosi la stratificazione è poco evidente. Questi depositi si trovano a varie quote al di sopra dell'alveo attuale, generalmente ad un'altezza media di 3 m (tra una massima e una minima rispettivamente di 6 e 1 m), sono fissati da vegetazione ad arbusti e sono, ove non ampiamente antropizzati, coltivati ad agrumeti; solo eccezionalmente possono essere rielaborati da piene torrentizie. Questi depositi sovente si interdigitano ai corpi detritici posti alla base delle pareti rocciose, in altri casi si sovrappongono ai sedimenti alluvionali che costituiscono le alluvioni dei corsi tributari minori, da questi reincise e ormai sospese rispetto all'alveo attuale.

Nel tratto terminale delle valli questi depositi si collegano direttamente a quelli presenti lungo la costa, che costituiscono le piane costiere attuali immediatamente alle spalle dei litorali.

L'ampiezza della fascia litorale è notevolmente variabile lungo le sponde tirrenica ed ionica del settore peloritano. Sul versante tirrenico oscilla dalla decina di metri di Lido di Mortelle ai 500 m circa della frazione Casa Bianca. Analoga estensione presenta sul lato ionico, tra i pantani Piccolo e Grande, per ridursi notevolmente fino a quasi azzerarsi lungo il tratto compreso tra le fiumare della Guardia e dell'Annunziata; è molto ampia, ma mal definibile in corrispondenza della città di Messina, a causa dell'intensa antropizzazione.

L'eccessiva urbanizzazione rende difficile, se non impossibile, il riconoscimento di forme terrazzate ascrivibili a livelli del mare più alti dell'attuale, pertanto l'intera fascia è stata riferita a fasi progradazionali del tardo Olocene. A ridosso si sviluppa una falesia, alta fino a 60-80 m, a decorso per ampi tratti rettilineo, il cui tracciato ricalca di fatto l'andamento delle faglie bordiere.

L'età dei depositi è Olocene.

7.1.8.3 Depositi alluvionali attuali

Costituiscono il materiale dell'alveo attuale (a) in continua elaborazione da parte del corso d'acqua, in particolare durante gli eventi alluvionali più intensi. In certi tratti delle valli alluvionali, i limiti esterni dei depositi alluvionali attuali rimangono non chiaramente definibili nei rapporti con le alluvioni recenti (b) immediatamente soprastanti. Trattasi di limi, sabbie e ghiaie sabbioso-limose; la frazione grossolana è eterometrica fino a grossi blocchi e poligenica, essendo costituita da prevalenti clasti metamorfici di vario grado, bene appiattiti ed arrotondati, e sedimentari a spigoli vivi. Su queste alluvioni non insistono insediamenti e coltivazioni, eccezione fatta per quella ad arbusti. In prossimità del centro urbano i corsi

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

d'acqua, tutti regimentati e cementificati, costituiscono, purtroppo, luoghi di "scriteriata" raccolta di rifiuti solidi urbani e di qualunque altro genere.

7.1.9 Deposito di versante e coltre eluvio-colluviale

Il deposito di versante è costituito da materiali incoerenti ed eterometrici di varia litologia, spigolosi (**a**) e localmente a grossi blocchi (**b**), accumulati essenzialmente per gravità alla base di versanti più o meno acclivi, o legati a processi di alterazione esogena di particolare significato. Lo spessore può raggiungere i 10 m.

Gli affioramenti più estesi e continui sono quelli localizzati lungo il versante tirrenico, tra Mortelle e Casa Bianca; corpi meno estesi sono presenti a sud di Monte S. Pietro. In prossimità di incisioni vallive il detrito è organizzato in prismi di materiale di dimensioni e forma variabile, frammisto a scarsa matrice, da mal stratificato a clinostratificato, con inclinazione degli strati che localmente, specialmente in corrispondenza di direttrici tettoniche, può superare i 30°. Il deposito è in continua evoluzione, a causa dell'erosione esercitata dalle acque di ruscellamento o per scalzamento al piede delle pareti rocciose; l'assetto deposizionale è molto effimero. Localmente, allo sbocco di incisioni minori, tali depositi si interdigitano a quelli detritici localizzati lungo le pareti o alla base delle masse rocciose, oppure si sovrappongono ai sedimenti alluvionali dei fondovalle.

I depositi alluvio-colluviali sono rappresentati da materiale detritico incoerente, derivante dal disfacimento *in situ* delle rocce e sono costituiti da limi, ghiaie e sabbie a supporto di matrice terroso-argillosa, a clasti metamorfici prevalenti, da spigolosi a subarrotondati di diametro tra 1 e 10 cm, e da terre rosse di alterazione. Sono più frequenti sui terreni di basamento privi di vegetazione o dove è stata operata un'intensa azione di disboscamento.

7.1.10 Depositi di frana

Sono depositi detritici olocenici 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.

Sono depositi poco coesivi, costituiti da materiale spigoloso, poligenico ed eterometrico, con matrice a grana fine, localmente sono presenti grossi blocchi. Lo spessore massimo di tali depositi è stata valutata 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.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> <i>AM0217_F0.doc</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20/06/2011</i>

8 Assetto geologico – strutturale

Nell'area dello Stretto si riconosce un basamento cristallino paleozoico, tettonicamente sovrapposto in profondità ad ulteriori falde a grado metamorfico via via decrescente verso il basso. I contatti di ricoprimento non affiorano nella zona e sono riconducibili ad un'età oligocenica, cioè ampiamente precedente all'apertura tirrenica, comunque molto prima che si arrivasse alla configurazione attuale e pertanto ciò non ha alcun interesse con lo studio in oggetto (Fig. 17).

L'attenzione invece si sposta sui caratteri stratigrafici e strutturali a partire dal Miocene superiore, età dell'inizio dell'apertura del Bacino Tirrenico; ma sono ancor più le strutture neotettoniche a suscitare interesse nella vasta letteratura geologica: ciò nasce dal fatto che l'area dello Stretto di Messina, caratterizzata da intensa urbanizzazione e da infrastrutture portuali, presenta un'elevata "mobilità" geodinamica ed una sismicità con eventi di notevole magnitudo. Fra tutti spicca l'evento sismico del 1908, per il quale ancor oggi vi è una notevole discordanza di vedute nell'identificare la relativa struttura sismogenetica.

I rilievi geologici, condotti in precedenti studi, e quelli effettuati ex-novo per il Progetto definitivo hanno confermato ed in parte modificato ed integrato il quadro strutturale dell'area in esame. In molti casi preziosa è stata l'analisi geomorfologica in un'area nella quale la morfologia è chiaramente influenzata, oltre che dalle litologie e dalla giacitura degli strati, anche dalla presenza di faglie più o meno certe, ma che condizionano l'andamento rettilineo dei versanti e influiscono sul reticolo fluviale.

Il sistema di faglie più marcato è quello che, orientato NNE-SSW, disegna la dorsale peloritana, con una culminazione del basamento cristallino, che affiora con notevole continuità lungo la dorsale di Dinnammare. Il notevole stacco morfologico e il rigetto piuttosto elevato farebbero pensare ad un sistema attivo. In realtà le faglie di questo sistema sembrano avere agito a partire dal Miocene superiore, salvo avere prolungato l'attività nel Pliocene e nel Pleistocene inferiore. Tale affermazione si basa su osservazioni di campagna, confermate dai dati geognostici.

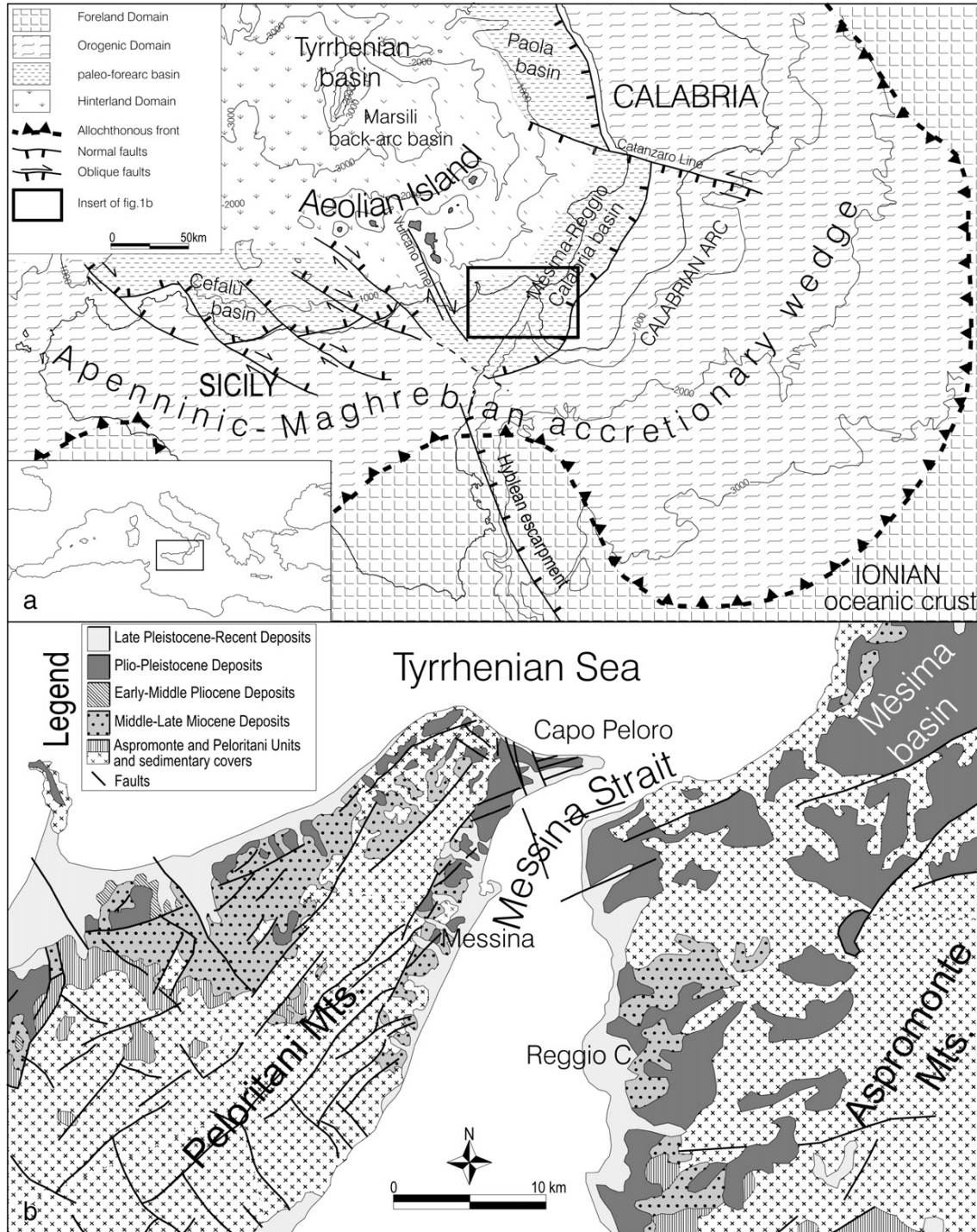


Fig. 17 – (a) Schema geodinamico dell'Arco Calabro-Sicilia nel contesto del Mediterraneo centrale. La subduzione verso NW della crosta Ionica sotto l'Arco Calabro è probabilmente ancora attiva, come testimoniato dalla presenza dell'Arco vulcanico Eoliano, attivo, e dalla sismicità profonda del Bacino di retroarco Tirrenico (modificato da GUARNIERI & CARBONE, 2003). (b) Schema geologico dei Monti Peloritani e dell'Aspromonte (da GUARNIERI et al., 2004, modificato da GUARNIER & PIRROTTA, 2008).

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Un sistema analogo non si riscontra invece nel settore calabrese e ciò conferma che l'attuale configurazione dello stretto è stata raggiunta in tempi più recenti (v. oltre).

Altro sistema di faglie, che esercita un controllo morfotettonico sulla terminazione NE dello Stretto di Messina, che infatti appare ivi bruscamente ruotato con direzione ENE-WSW, è quello denominato Sistema di Scilla (Guarnieri et al. 2004). Sia il bordo meridionale della sponda siciliana da Torre Faro alla foce della Fiumara Pace, sia il margine calabrese da Punta Pezzo a Porticello, mostrano linee di costa con andamento rettilineo e parallele tra loro, con orientamento circa N70. Inoltre le immagini DEM della parte sommersa mostrano chiaramente delle scarpate parallele alle linee di costa, indubbiamente connesse al Sistema di Scilla. Esso disloca le Ghiaie e sabbie di Messina del Pleistocene medio e sembra avere anche un importante ruolo nel controllo del drenaggio fluviale, come si evince dal decorso delle fiumare calabresi nella zona di Reggio.

Nella penisola di Capo Peloro il Pantano Grande di Ganzirri ha un andamento allungato parallelamente alla linea di costa e ciò suggerisce un controllo strutturale. L'origine del laghetto non può essere imputata alle correnti marine, qui molto forti e con azione erosiva; inoltre la spiaggia è caratterizzata da una beach-rock, costituita da conglomerato cementato. Escludendo pertanto la causa del trasporto di sedimenti lungo costa, l'unica spiegazione plausibile è quella di una faglia a monte dello specchio d'acqua, con il lato ribassato a sud e un basculamento con formazione di una lieve depressione entro la quale si è formato il laghetto.

Oltre che sul versante meridionale anche sul bordo tirrenico la penisola di Capo Peloro ha sicuramente un controllo strutturale. Il bordo prospiciente la spiaggia è notevolmente acclive ed è stata ipotizzata la presenza di una faglia alla base della scarpata, occultata dalle fasce detritiche. L'andamento è leggermente arcuato, ma potrebbe essere l'effetto di interferenza di altre faglie, con un modesto movimento laterale destro.

D'altro canto gli enormi volumi di Ghiaie e sabbie di Messina che compongono questo tratto terminale della dorsale peloritana necessitano di un'estesa area alimentatrice. L'attuale configurazione della dorsale formata da rocce cristalline non consente di definire un'area sorgente compatibile con l'enorme massa di sedimenti ghiaioso-sabbiosi. Pertanto le giaciture della formazione di Messina non vanno intese tutte come delle originarie clinostratificazioni, ma bensì l'andamento di blanda anticlinale assunto dalle Ghiaie e sabbie, deve essere imputato a fenomeni tettonici, successivi cioè alla loro deposizione. In conclusione, l'attuale conformazione della penisola è da attribuire ad un'età non più antica di 250 Ka. Essa avrebbe subito un basculamento verso lo Stretto durante gli ultimi 100 Ka, come dimostra anche l'inclinazione dei terrazzi tirreniani (v. capitolo: Terrazzi tardo-quadernari nell'area dello Stretto di Messina).

All'interno dell'abitato di Messina il Sistema di Scilla origina una culminazione strutturale orientata ENE-

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

WSW con affioramento del basamento cristallino, controlla la stessa morfologia costiera in corrispondenza del porto (la cosiddetta “falce”) e prosegue a mare dove è intersecata da linee sismiche. Lo stesso sistema N70-80 taglia quello orientato NNE-SSW e quindi sembra essere più recente, anche se non si esclude che le faglie più recenti possano confluire in quest’ultimo con una sua riattivazione.

Un ulteriore sistema di faglie, prossimo a N-S è riconoscibile, ovvero ipotizzabile, su basi geomorfologiche. Anche se le condizioni della formazione interessata, cioè le Ghiaie e sabbie di Messina, non favoriscono una puntuale individuazione sul terreno, l’analisi del reticolo fluviale tra l’abitato di Faro Superiore e la valle del Papardo ha permesso di ipotizzare la presenza di strutture orientate NNW-SSE (v. anche Guarnieri & Perrotta, 2008).

Le faglie orientate N-S sono diffuse nel resto del territorio siciliano e sono coerenti con un unico sistema cinematico, in cui coesistono il Sistema Sud-Tirrenico (Lentini et al. 1994; Finetti et al. 1996) con componente destra, quello orientato NE-SW a componente sinistra, spesso dovuto anche alle rotazioni in senso orario e infine a questi sistemi si possono aggiungere faglie inverse ad orientazione E-W e vergenza a Sud.

Ad una faglia N-S localizzata all’interno dello Stretto viene attribuito il terremoto del 1908 da Finetti (2008) (v.oltre).

Il Sistema Sud-Tirrenico in precedenza richiamato e responsabile di un generale “shifting” in destra dell’intero sistema orogenico, non sembra marcatamente sviluppato. Pur tuttavia alcune linee sismiche, realizzate per il metanodotto, il cui tracciato dovrebbe passare a nord della penisola di Ganzirri, mostrano chiare immagini di strutture tipo flower, legate a faglie trascorrenti orientate NW-SE e con componente di movimento destro (Del Ben et al., 1996). A terra l’unica faglia ascrivibile a questo sistema potrebbe essere quella che taglia l’estremità della penisola e, probabilmente, ribassa a NE, favorendo l’origine del Pantano Piccolo.

9 Caratteristiche geotecniche

Nell’ambito della progettazione definitiva delle opere connesse ai collegamenti infrastrutturali, ferroviari e stradali, lato Calabria e lato Sicilia, è stata eseguita una campagna di indagini integrative, rispetto a quelle effettuate nell’ambito del Progetto Preliminare e del Progetto di Gara, finalizzata, tra l’altro, all’approfondimento delle caratteristiche geotecniche, specie in corrispondenza delle singole opere d’arte: gallerie, viadotti, scatolari, rilevati e scavi in trincea.

La campagna di indagini si è articolata in una serie di indagini in campo ed una serie di indagini in laboratorio. Nel seguito si riporta una sintesi dei risultati ottenuti per le principali formazioni geologiche.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_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 style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">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						

9.1 Sabbie e Ghiaie di Messina

Nella tabella seguente vengono riassunti i parametri medi caratteristici

γ (kN/m ³)	18÷20
N _{SPT} (colpi/30 cm)	63±30
c' _{picco} (kPa)	0÷10
ϕ' _{picco} (°)	38÷40 (p'ff=0-272KPa) / 35÷38 (p'ff=272-350KPa)
C _{cv} ' (kPa)	0
ϕ_{cv}' (°)	33÷35
OCR	-
c _u (kPa)	-
k _o (-)	0.45-0.55
K _v (m/sec)	-
V _s (m/sec)	V _s =200+4·z (m/s)
G' _o	$G_o = 1780 \cdot p_a \cdot \left(\frac{p_o}{p_a} \right)^{0.65}$
E' *	$E = (17 \div 35) \cdot (z)^{0.65}$
v' (-)	0.2
G ₀ , G/G ₀	curve teoriche
D ₀ , D/D ₀	curve teoriche
K(m/s)	10 ⁻⁴ ÷10 ⁻⁵

9.2 Formazione del San Pier Niceto

Nella tabella seguente vengono riassunti i parametri medi caratteristici

	Facies conglomeratico-sabbiosa	Facies argillosa
γ (kN/m ³)	20-22	19-21
N _{SPT} (colpi/30 cm)	82	-
c' _{picco} (kPa)	0 - 50	20-50
ϕ' _{picco} (°)	38°-40°	30°-22°

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> <i>Data</i> F0 20/06/2011

C_{cv}' (kPa)	-	0
ϕ_{cv}' (°)	-	28°-30°
c_u (kPa)	-	300
k_o (-)	$K_0 = K_{0nc} \cdot \left(\frac{t}{t_p} \right)^{\frac{C_{ae}}{C_c}}$	$k_o = (1 - \sin \phi') \cdot \sqrt{OCR}$
V_s (m/sec)	$V_s = 30 z$	-
G'_o	$38 z^{0,7}$	-
$E' *$	$(20-30) \cdot z^{0,7}$	70-120
v' (-)	0.2-0.3	0.2-0.3
$G_0, G/G_0$	curve teoriche	curve teoriche
$D_0, D/D_0$	curve teoriche	curve teoriche
K (m/s)	$10^{-6} - 10^{-7}$	4×10^{-7}

9.3 Serie gessoso-solfifera

Nella tabella seguente vengono riassunti i parametri medi caratteristici

	Calcari brecciati	Facies argillosa
γ (kN/m ³)	19-21	19-20
N_{SPT} (colpi/30 cm)	-	-
c'_{picco} (kPa)	20-50	10-25
ϕ'_{picco} (°)	25-30	28-22
C_{cv}' (kPa)	-	0
ϕ_{cv}' (°)	-	20-22
c_u (kPa)		400

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> <i>Data</i> F0 20/06/2011

k_o (-)	-	$k_o = (1 - \sin \phi') \cdot \sqrt{OCR}$
V_s (m/sec)	360-600	-
G'_o	-	-
$E' *$	40-70 (liveli marnosi) 180-600 (massivo)	80-160
v' (-)	0.2-0.3	0.2-0.3
G0, G/G0	-	Curve teoriche
D0, D/D0	-	Curve teoriche
K(m/s)	$1 \times 10^{-8} \div 1 \times 10^{-7}$	10^{-7}

9.4 Depositi costieri

Nella tabella seguente vengono riassunti i parametri medi caratteristici

γ (kN/m ³)	19÷21
N_{SPT} (colpi/30 cm)	36
c'_{picco} (kPa)	0
ϕ'_{picco} (°)	35÷37 (p'ff=0-272KPa) / 34÷35 (p'ff=272-350KPa)
C_{cv}' (kPa)	0
ϕ_{cv}' (°)	33
OCR	-
c_u (kPa)	-
k_o (-)	0.4-0.5
K_v (m/sec)	-
V_s (m/sec)	$V_s = 150 + 5 \cdot z$ (m/s)
G'_o	-
$E' *$	$E = (7 \div 15) \cdot (z)^{0.65}$
v' (-)	0.2
G0, G/G0	curve teoriche
D0, D/D0	curve teoriche
K(m/s)	10^{-4}

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_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 style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">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						

9.5 Depositi alluvionali

Nella tabella seguente vengono riassunti i parametri medi caratteristici

γ (kN/m ³)	19÷21
N _{SPT} (colpi/30 cm)	49±32
c' piccolo (kPa)	0
ϕ' piccolo (°)	37÷39 (p'ff=0-272KPa) / 35÷37 (p'ff=272-350KPa)
C _{cv} ' (kPa)	0
ϕ_{cv}' (°)	33÷35
OCR	-
c _u (kPa)	-
k _o (-)	1-sen ϕ'
K _v (m/sec)	-
V _s (m/sec)	V _s =200+4·z (m/s)
G' _o	$G_o = 1400 \cdot p_a \cdot \left(\frac{p_o}{p_a}\right)^{0.64}$
E' *	$E = (10 \div 25) \cdot (z)^{0.7}$
v' (-)	0.2
G ₀ , G/G ₀	curve teoriche
D ₀ , D/D ₀	curve teoriche
K(m/s)	10 ⁻⁴

9.6 Metamorfiti

Nella tabella seguente vengono riassunti i parametri medi caratteristici

γ (kN/m ³)	21-23
N _{SPT} (colpi/30 cm)	-
c' piccolo (kPa)	vedi tabella par. 2.11.4
ϕ' piccolo (°)	vedi tabella par. 2.11.4
C _{cv} ' (kPa)	vedi tabella par. 2.11.4
ϕ_{cv}' (°)	vedi tabella par. 2.11.4

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> <i>Data</i> F0 20/06/2011

OCR	-
c_u (kPa)	-
k_o (-)	-
K_v (m/sec)	-
V_s (m/sec)	-
G'_o	-
E' *	E'=400 ÷ 650 Mpa in ammassi di classe IV-V RMR (faglie) E'=1800 ÷ 2800 Mpa in ammassi di classe III-IV RMR
v' (-)	0.2
G₀, G/G₀	-
D₀, D/D₀	-
K(m/s)	10 ⁻⁷ - 10 ⁻⁸

9.7 Trubi

L'approccio di caratterizzazione, sia per quanto riguarda la determinazione dei parametri di resistenza che per quanto riguarda le caratteristiche di deformabilità, tratta i materiali con le metodologie degli ammassi rocciosi (modello continuo equivalente).

Nella tabella seguente vengono riassunti i parametri medi caratteristici

γ (kN/m³)	19÷21
N_{SPT} (colpi/30 cm)	-
c'_{picco} (kPa)	vedi tabella par. 2.9.4
φ'_{picco} (°)	vedi tabella par. 2.9.4
C_{res}' (kPa)	vedi tabella par. 2.9.4
φ_{res}' (°)	vedi tabella par. 2.9.4
OCR	-
c_u (kPa)	-
k_o (-)	-
K_v (m/sec)	-
V_s (m/sec)	-
G'_o	-
E' *	500 ÷ 1000

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;"><i>Rev</i></td> <td style="text-align: center;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">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						

v' (-)	0.2-0.3
G0, G/G0	curve teoriche
D0, D/D0	curve teoriche
K(m/s)	$10^{-9} \div 10^{-7}$ m/s.

9.8 Depositi di versante

Nella tabella seguente vengono riassunti i parametri medi caratteristici

γ (kN/m³)	19÷21
N_{SPT} (colpi/30 cm)	-
c' piccolo (kPa)	0
ϕ' piccolo (°)	38÷40 (p'ff=0-272KPa)
C_{cv}' (kPa)	0
ϕ_{cv}' (°)	33÷35
k_o (-)	1-sen ϕ'
V_s (m/sec)	200-300
G'o	480-960
E'	20-40
v' (-)	0.2
G0, G/G0	curve teoriche
D0, D/D0	curve teoriche
K(m/s)	10 ⁻³

9.9 Calcareniti di San Corrado

Nella tabella seguente vengono riassunti i parametri medi caratteristici

γ (kN/m³)	21÷23
N_{SPT} (colpi/30 cm)	-
c' piccolo (kPa)	vedi tabella
ϕ' piccolo (°)	vedi tabella
C_{cv}' (kPa)	vedi tabella
ϕ_{cv}' (°)	vedi tabella
k_o (-)	-

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

V_s (m/sec)	600
G'_o	-
E' (MPa)	340-600
v' (-)	0.2-0.3
G₀, G/G₀	curve teoriche
D₀, D/D₀	curve teoriche
K(m/s)	10 ⁻⁷

Simbologia riportata nelle tabelle precedenti:

γ_t = peso di volume naturale;

NSPT = resistenza penetrometrica dinamica in prova SPT;

ϕ' = angolo di attrito operativo;

c' = intercetta di coesione operativa;

ϕ_r = angolo di attrito residuo;

c_r = intercetta di coesione residua;

OCR = grado di sovraconsolidazione;

σ_{vo}' = pressione verticale efficace geostatica;

σ_{max}' = pressione verticale efficace massima subita dal deposito;

c_u = resistenza al taglio non drenata riferita a tensioni di consolidazione pari a quelle geostatiche e a condizioni di carico tipo quelle delle prove triassiali di compressione e carico;

k_o = coefficiente di spinta del terreno a riposo;

k_v = coefficiente di permeabilità verticale riferito a pressioni di consolidazione pari a quelle geostatiche e a problemi di flusso diretto principalmente nella direzione verticale;

V_s = velocità di propagazione delle onde di taglio;

G_o = modulo di taglio iniziale riferito alle pressioni efficaci geostatiche;

E' = modulo di Young "operativo"; * = si considerano valori nel range per gallerie, fronti di scavo sostenuti con opere di sostegno tipo paratie tirantate e non; valori al minimo del range per fondazioni dirette, fondazioni su pali e rilevati.

ν' = rapporto di Poisson.

10 Caratterizzazione sismica

Per la caratterizzazione sismica delle aree in studio si fa riferimento alla relazione sismica generale elaborata da Rock Soil nell'ambito del progetto definitivo, sia per il lato Calabria

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> <i>AM0217_F0.doc</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20/06/2011</i>

(CG0800PRGDCSBC8G000000001A) che per il lato Sicilia (CG0800PRGDSSBC8G000000001A).

11 Caratterizzazione pedologica

11.1 I suoli del versante calabrese

Da un punto di vista pedogenetico i suoli ricadenti nell'area di studio risultano fortemente antropizzati in quanto prossimi all'area urbanizzata del centro abitato di Villa San Giovanni, sono evidenti infatti riporti di materiali di varia natura, livellamenti e alcuni sono stati descritti in aree di cava attive e dimesse, pertanto caratterizzati da forte pressione antropica. Tuttavia la pedogenesi, nonostante il forte disturbo, è riuscita ad organizzare nuovamente il pedon, si nota infatti nel profilo sia l'ingressione di sostanza organica, elemento pedogenetico rilevante di questi pedotipi, sia l'alterazione spinta del sedimento originario, tanto da obliterare completamente la struttura della roccia madre. Altro elemento pedogenetico rilevante è la migrazione di argilla, frequentemente di limo e sostanza organica dagli orizzonti superficiali e quelli profondi agevolata dall'alto sistema drenante del suolo, caratterizzato da una porosità interconnessa elevata, con vuoti da medi a grandi che favoriscono il passaggio dell'acqua e dei cationi metallici.

Sulle superfici terrazzate pleistoceniche i pedotipi si differenziano tra di loro per l'ingressione di materiale piroclastico che a volte si presenta come un semplice "inquinamento" della matrice pedologica, altre volte invece i suoli si evolvono direttamente sul parent material piroclastico. I suoli vulcanici si presentano a tessitura generalmente franco limosa o più fine, scuri, con macrostruttura soffice, ricchi in sostanza organica e mostrano tixotropia, vale a dire i materiali del suolo cambiano, se sottoposti a pressione o a manipolazione, da uno stato solido plastico ad uno stato liquefatto e ritornano, quindi, in condizioni solide. Altri suoli presenti sulle superfici terrazzate sono caratterizzati da una reazione positiva all'acido cloridrico e fenomeni di illuviazione di argilla.

I suoli che si evolvono sui depositi colluviali sono scuri, ricchi in sostanza organica, con frammenti di carbone sparsi negli orizzonti, la tessitura è grossolana e i singoli grani appaiono puliti e di un'unica dimensione.

Sulle sabbie e ghiaie di Messina si rinvencono tre pedotipi con caratteristiche pedogenetiche differenti derivanti dal diverso parentale materiale. Si rinvencono infatti suoli con caratteristiche tipiche dei suoli vulcanici, soprattutto in quelle aree in cui ancora si riconoscono lembi di superfici terrazzate residuali, mentre in corrispondenza delle incisioni topografiche i suoli risentono di un "inquinamento" da materiale piroclastico che si mescola con la matrice proveniente dall'alterazione dei sedimenti sabbioso-conglomeratici. Infine si hanno suoli poco evoluti che si evolvono sulle aree sommitali in via di smantellamento direttamente sul substrato sabbioso giallastro.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Lungo le piane costiere/alluvionali si rinvengono suoli moderatamente evoluti che rispecchiano le caratteristiche proprie del materiale parentale, infatti spesso, all'interno degli orizzonti "C" è possibile osservare le varie mandate deposizionali legate alle esondazioni dei corsi d'acqua.

Sui versanti a substrato igneo e metamorfico si rinvengono pedotipi il cui sviluppo viene influenzato fortemente dai processi erosivi, i quali asportano, laddove la pendenza è molto elevata, gli orizzonti superficiali del pedon. Dove diminuisce il gradiente clivometrico, gli orizzonti sottosuperficiali di alterazione obliterano completamente la struttura della roccia madre, pertanto il profilo tipico diviene A-Bw-C o Cr/R a seconda se il material materiale può essere ancora scavato e pertanto si presenta soffice, oppure è litoide.

11.2 I suoli del versante siciliano

I suoli individuati in località Contesse, nella zona più meridionale dell'area d'intervento, si evolvono su superfici debolmente inclinate verso NE su un substrato conglomeratico ben cementato che si alterna a sabbie omogranulari bruno-rossastre. I pedotipi si presentano sufficientemente sviluppati, con profondità del suolo elevata. La pedogenesi ha agito direttamente sul fattore roccia obliterando completamente la struttura del conglomerato-sabbioso, del quale si rinvengono frammenti scheletri arrotondati, di dimensioni piccole, all'interno degli orizzonti. Altro fattore pedogenetico che insiste sui suoli dell'areale "Contesse" è la sostanza organica che riesce a penetrare all'interno del suolo dalla superficie, "colorando" gli orizzonti di scuro, infatti l'epipedon è caratterizzato da un value e da un chroma di 3/2. La struttura si presenta da fortemente evoluta a moderatamente evoluta con peds di forma granulare e poliedrica subangolare, generalmente di dimensioni da fine a media.

In prossimità dell'Annunziata i suoli, si evolvono invece su un substrato ciottoloso-ghiaioso sabbioso, tipico della Formazione delle Sabbie e ghiaie di Messina, che verso il basso sfumano a depositi colluviali erosi dalle pendici circostanti ad opera delle acque di ruscellamento superficiale i quali a loro volta si interdigitano con i sedimenti sabbiosi alluvionali tipici delle aste fluviali. I quattro profili descritti ai margini delle aree di cantiere si presentano poco sviluppati, a testimonianza di una pedogenesi relativamente giovane che è riuscita ad intervenire direttamente sul parent material ciottoloso-sabbioso, il quale si rinviene ad una profondità compresa tra 40 e 100 cm. La tessitura di questi suoli si presenta nella maggior parte dei casi da sabbiosa a sabbioso-franca, pertanto gli orizzonti genetici "cambici" individuati, non hanno le caratteristiche tali da divenire diagnostici ai fini delle classificazioni adottate, pertanto, rientreranno nell'ambito degli Entisuoli, ovvero suoli alle prime fasi di evoluzione. La tessitura grossolana, fa sì che la capacità d'aria del sistema complesso suolo sia molto elevata, così come il drenaggio interno e la porosità interconnessa, associata alla permeabilità idraulica, tuttavia la stessa tessitura unitamente alla presenza di scheletro, non assicura una buona capacità di ritenzione idrica (AWC). La sostanza organica si lega difficilmente alla frazione minerale del suolo, infatti l'epipedon Eurolink S.C.p.A.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

nella maggior parte dei casi risulta ocrico. Nel profilo P05 si osserva un accumulo di concrezioni soffici di carbonato di calcio nell'orizzonte B, sottosuperficiale.

Sui sedimenti a tessitura marnoso argillosa i pedotipi risentono delle caratteristiche proprie del parent material. Nell'orizzonte sottosuperficiale sono presenti delle screziature grigie e rossastre a testimonianza di stazionamenti più o meno lunghi delle acque d'infiltrazione che generano dei processi ossido-riduttivi del ferro. Altro processo pedogenetico è la decarbonatazione degli orizzonti superficiali con lisciviazione del calcio che si accumula negli orizzonti profondi del suolo sotto forma di concrezioni soffici di carbonato di calcio.

In località Pace sono stati rinvenuti suoli poco evoluti, influenzati nei processi pedogenetici dalla diversa posizione morfologica. Nella parte media e alta dei versanti prevalgono i processi di erosione idrica diffusa, mentre nella parte bassa dei versanti si ha una deposizione dello stesso materiale eroso. I suoli, in entrambi i casi sono caratterizzati da un elevato contenuto in scheletro con dimensioni anche grossolane. La tessitura si presenta sabbiosa e sabbioso fine, pertanto la capacità di ritenzione idrica risulta bassa, considerando anche lo spessore del suolo.

In corrispondenza delle zone pianeggianti limitrofe alla costa prevalgono i sedimenti alluvionali e marini sui quali si evolvono suoli idromorfi con falda a circa 60 cm dal p.c. Sono presenti, nell'orizzonte sottosuperficiale dei colori gleyici a testimonianza di un prolungato periodo di stazionamento della falda. Lungo i versanti di raccordo con i lembi residuali dei terrazzai marini si rinvengono dei suoli da moderatamente a fortemente evoluti, rubefatti caratterizzati da fenomeni di lisciviazione dell'argilla, la quale migra dagli orizzonti superficiali a quelli sottosuperficiali depositandosi sulla faccia degli aggregati sotto forma di pellicole. Il contenuto in scheletro è elevato scendendo in profondità. Altri suoli invece si evolvono direttamente sugli orizzonti di origine fluviale con un profilo del tipo A-C. L'orizzonte superficiale A viene suddiviso in due orizzonti A1 e A2, nei quali l'elemento pedogenetico rilevante è l'ingressione di sostanza organica che conferisce al suolo un tipica colorazione brunastra.

Infine i suoli che si evolvono sul substrato metamorfico risultano da poco a mediamente evoluti a seconda dei processi erosivi e dunque del gradiente clivometrico che caratterizza l'area. Nel primo caso si hanno Entisuoli con uno scarso o nullo sviluppo dell'orizzonte B; nel secondo caso invece l'orizzonte B di alterazione ha mascherato completamente la struttura della roccia madre.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Stato iniziale della componente ‘Geomorfologia’

12 Metodologia adottata

L’aggiornamento e la verifica del quadro geomorfologico di riferimento sono stati effettuati secondo una metodologia che prevede due distinte fasi metodologiche.

La prima ha riguardato la raccolta dei dati pregressi e l’aggiornamento rispetto alla documentazione e agli studi prodotti posteriormente al 2002, con particolare riguardo:

- alla raccolta della cartografia tematica disponibile per le aree di interesse;
- all’aggiornamento e analisi della documentazione bibliografica specialistica prodotta tra il 2000 ed oggi;
- alla verifica di eventuali ulteriori elementi conoscitivi ed approfondimenti desumibili dagli studi geologici ed idrogeologici dei piani regolatori comunali.

Nella seconda fase è stata effettuata una accurata attività di analisi e confronto dei dati, anche con il supporto dell’interpretazione fotogeologica, realizzata utilizzando i fotogrammi B/N realizzati dalla Compagnia Generale Ripreseeree S.p.A. di Fontana (PR), con voli datati al gennaio e febbraio 2002, e quelli realizzati con volo digitale della Sicilia anno 2007-08.

Al termine dell’attività di integrazione ed aggiornamento del quadro geomorfologico è stata prodotta una nuova cartografia geomorfologica vettoriale (scala 1:10.000) sia per il versante calabrese che per quello siciliano, di riferimento per il SIA, derivante dall’elaborazione di differenti prodotti cartografici.

Si vuole sottolineare che il lavoro di caratterizzazione geomorfologica non è stato finalizzato alla produzione di una generica carta geomorfologica nella quale fossero rappresentati dati sulle forme che hanno caratterizzato l’evoluzione delle aree di interesse. Si è piuttosto proceduto ad identificare quegli elementi di diretta pertinenza con le caratteristiche del lavoro richiesto. In sostanza sono stati acquisiti e rappresentati dati che evidenziassero e caratterizzassero i dissesti o le aree a rischio sia per motivi di evoluzione geomorfica recente, sia per aspetti legati a specifiche attività antropiche. Questa scelta necessaria ha avuto due implicazioni nelle varie operazioni eseguite:

- la definizione delle categorie di dati da acquisire, rappresentate da una adeguata legenda della Carta Geomorfologica;
- la rinuncia all’approfondimento degli aspetti genetici per alcuni elementi geomorfologici.

Per quanto concerne il secondo punto, la scelta riguarda in prevalenza gli elementi catalogati come scarpate. I motivi sono in certo senso legati alla scarsa rilevanza del problema:



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

1. scarpate di erosione a ridosso della linea di riva hanno origine marina e tale origine è desumibile dalla semplice ubicazione della scarpata nel contesto della topografia dell'area;

2. le scarpate segnalate nell'entroterra hanno prevalentemente origine fluviale oppure antropica; le seconde, quando di una certa rilevanza, sono state osservate soltanto all'interno di cave (dove sono il tipico risultato dei vari metodi di estrazione adottati) e non riportate in carta; è stata comunque fedelmente riportata in carta l'ubicazione e l'estensione delle cave, all'interno delle quali necessariamente sono presenti scarpate di origine antropica.


La definizione delle categorie di dati da acquisire ha portato all'elaborazione della legenda della carta geomorfologica. Essa risulta dall'adattamento delle legende geomorfologiche tipo alle finalità applicative del lavoro; si è pertanto deciso di utilizzare la legenda proposta dal Gruppo Nazionale di Geografia Fisica e Geomorfologia, con limitate variazioni.















In particolare, come si può osservare, per i due versanti in studio sono state adottate legende differenti, ovvero più dettagliata per il versante calabro e più semplificata per quello siculo. La motivazione risiede nelle maggiori informazioni a disposizione per l'area calabrese in oggetto, derivanti da una cartografia di base più 'ricca' di informazioni circa i caratteri di alcuni elementi geomorfologici; ci si riferisce in particolare alla carta geomorfologica elaborata dall'Autorità di Bacino della Calabria nell'ambito del PAI anno 2001. Si riportano nel seguito le legende geomorfologiche dei due versanti, per verificarne i differenti livelli di approfondimento.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> <i>Data</i> F0 20/06/2011

CALABRIA

SICILIA

FORME PROCESSI E DEPOSITI GRAVITATIVI DI VERSANTE	
Orlo di scarpata di frana attivo	
Orlo di scarpata di frana quiescente	
Orlo di scarpata di degradazione attivo	
Falda (a) e cono (b) di detrito attivo	
Falda (a) e cono (b) di detrito quiescente	
Deposito per crollo/ribaltamento attivo	
Corpo di frana per scorrimento roto-traslattivo attivo	
Corpo di frana per scorrimento roto-traslattivo quiescente	
Corpo di frana per scorrimento roto-traslattivo non attivo	
Corpo di frana per scorrimento con principale componente traslattiva attivo	
Corpo di frana di genesi complessa attivo	
Piccola frana non fedelmente cartografabile attivo	
Area/ripiano in contropendenza attivo	
Area soggetta a soliflusso attivo	
Detrito di versante attivo	
FORME PROCESSI E DEPOSITI PER ACQUE CORRENTI SUPERFICIALI	
Orlo di scarpata di erosione fluviale attivo	
Orlo di scarpata di erosione fluviale quiescente/non attivo	
Solco di erosione concentrata attivo	
Cono alluvionale quiescente/non attivo	
Cono di origine mista attivo	
Cono di origine mista quiescente/nonattivo	
Deposito colluviale attivo	
Deposito colluviale quiescente/non attivo	
Deposito alluvionale attivo	
Asta fluvio-torrentizia attivo	
FORME DI ORIGINE MARINA	
Orlo di terrazzo marino attivo	
Deposito di spiaggia attivo	
Superficie terrazzata attivo	
FORME E DEPOSITI DI ORIGINE ANTROPICA	
Area intensamente urbanizzata attivo	
Area estrattiva attivo	
Ripporto attivo	
DATI STRUTTURALI	
Faglia certa attiva (a)	
Faglia presunta attiva (b)	
Trincea/frattura attiva	
Sondaggi campagna di indagini 2010	

FORME PROCESSI E DEPOSITI GRAVITATIVI DI VERSANTE	
Orlo di scarpata di degradazione e/o di frana	
Falda di detrito (a)	
Cono di detrito (b)	
Corpo di frana di genesi complessi	
Detrito	
FORME PROCESSI E DEPOSITI PER ACQUE CORRENTI SUPERFICIALI	
Solco di erosione concentrata	
Deposito alluvionale	
Asta fluvio-torrentizia	
FORME DI ORIGINE MARINA	
Orlo di terrazzo marino	
FORME E DEPOSITI DI ORIGINE ANTROPICA	
Deposito di spiaggia	
Area estrattiva	
Ripporto	
DATI STRUTTURALI	
Faglia certa	
Faglia presunta	

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> <i>AM0217_F0.doc</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20/06/2011</i>

Tra i principali documenti cartografici di interesse per l'aggiornamento della caratterizzazione geomorfologia dell'area si segnalano:



- Documentazione geomorfologica allegata al progetto preliminare e quella relativa al progetto definitivo;
- Foto aeree (volo Calabria 2001, voli Sicilia datati al gennaio/ febbraio 2002 realizzati dalla Compagnia Generale RipreseAeree S.p.A. di Fontana (PR) e volo digitale della Sicilia anno 2007-08)
- Ortoimmagini digitali a colori IT2000 e ATA 2007-08
- Carte PAI Regione Calabria (anno 2001): Perimetrazione aree a rischio frane, rischio alluvioni ed erosione costiera, relativamente alle tavole di nostra pertinenza
- Carte PAI Regione Sicilia (anno 2004): Carta dei dissesti, carta della pericolosità e del rischio geomorfologico, carta della pericolosità idraulica, carte tematiche (litologica e uso del suolo), redatte per il bacino idrografico di nostra pertinenza N. 102 "Area territoriale tra il bacino Fiumedinisi e Capo Peloro"
- Progetto IFFI (inventario fenomeni franosi in Italia) per la Calabria e la Sicilia, in scala 1:10.000
- Cartografie tematiche elaborate dall'ABR relative ai Piani Straordinari di intervento urgente (71 Comuni calabresi)
- Carta delle Grandi Frane e delle DGPV della Calabria - Scala 1:25.000 (Cnr-Irpi, Cosenza);
- Carta Geomorfologica del F.Trionto - SCALA 1:50.000 (CNR)

Altri documenti di partenza utilizzati per la discussione e realizzazione della legenda geomorfologica sono stati:

1. La guida al rilevamento della Carta Geomorfologica d'Italia (Gruppo di Lavoro per la Cartografia Geomorfologica, 1994);
2. La proposta di legenda geomorfologica ad indirizzo applicativo, a cura del Gruppo Nazionale di Geografia Fisica e Geomorfologia (Pellegrini et al., 1993)

A partire dalla CTR, che è una rappresentazione del terreno mediante procedimento aerofotogrammetrico, utilizzando la tecnologia GIS, si sovrappongono le informazioni di carattere geomorfologico via via più dettagliate, fino alla realizzazione della carta geomorfologica definitiva.

Per lo sviluppo del modello, si sono adoperati i dati digitali, georiferiti nel sistema di coordinate metriche UTM-WGS84.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> <i>AM0217_F0.doc</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20/06/2011</i>

Un notevole contributo all'uso di questo metodo è dato proprio dall'utilizzo del GIS che permette di costruire carte tematiche con la sovrapposizione dei diversi tematismi (layer) che porta alla definizione completa del modello.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Calabria – Lineamenti geomorfologici

13 Quadro geomorfologico

Nelle sue linee generali, il quadro geomorfologico dell'area di studio è principalmente legato alle forme marine ed in particolare ai terrazzamenti legati all'interazione tra gli intensi processi di sollevamento dell'area e la dinamica erosivo-deposizionale dell'ambiente marino costiero. La caratteristica morfologica distintiva del territorio è quindi la presenza di ampie superfici a bassi gradienti topografici disposte a varie quote - e, quindi, in vari ordini - e scarpate di raccordo talora anche molto acclivi ed elevate (fino a circa 50 m), con andamento sub-parallelo alla costa attuale.

A questa impronta principale si sovraimpongono successivamente le forme ed i depositi legati all'azione delle acque incanalate che, soprattutto nel settore nord, danno luogo ad importanti incisioni che smembrano i terrazzi, li incidono profondamente dando luogo a versanti ripidi, soggetti a processi di frana e degradazione di dimensioni talora considerevoli. L'attività erosiva delle acque incanalate ha seguito anch'essa gli "impulsi" delle oscillazioni eustatiche, come dimostrano i lembi residui di alcuni orli di incisione fluviale che bordano superfici terrazzate.

Di considerevole importanza risulta la "guida" strutturale delle forme terrazzate marine nonché degli alvei fluvio-torrentizi, la cui direzione è spesso vincolata dalle numerose linee di faglia che interessano l'area.

Altro aspetto rilevante è l'influenza del substrato geologico che consente di distinguere una zona settentrionale costituita in affioramento essenzialmente da basamento cristallino e litotipi conglomeratici molto competenti (Conglomerato di Pezzo) ed una zona meridionale dove prevalgono invece le ghiaie e sabbie di Messina. Nella prima zona, con litologie più competenti, prevalgono forme erosive lineari ben distinte, profondamente incise, sviluppate lungo un reticolo poco evoluto e che per certi aspetti preservano l'originaria morfologia terrazzata. Nella zona sud, invece, la più marcata erodibilità delle sabbie e ghiaie di Messina ha portato allo sviluppo di un reticolo idrografico più diffuso ed evoluto, i cui bordi sono intensamente evoluti per effetto dei processi erosivi che hanno accompagnato la formazione delle incisioni vallive. In questa zona, infatti, la morfologia "primaria" dei terrazzi marini è molto meno preservata.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> <i>AM0217_F0.doc</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20/06/2011</i>

In ultimo, ma non di minore importanza, un importante agente modellatore del territorio risiede nella presenza dell'uomo e delle attività ad essa connesse. In particolare, se da un lato l'intensa urbanizzazione di alcune aree ha significativamente rimodellato e parzialmente obliterato le forme "naturali", l'attività antropica si è esplicata molto intensamente anche nei terreni agricoli (sviluppati in prevalenza sulla superfici terrazzate marine) comportando un modellamento molto intenso tramite la realizzazione di un numero considerevole di terrazzi agricoli che talora, pur riprendendone l'andamento, hanno anche rimodellato le scarpate naturali da cui sono in alcuni casi difficilmente distinguibili.

Sulla carta geomorfologica sono state, inoltre, riportate le faglie, evidenziandone – laddove esistente – la relativa manifestazione morfologica in superficie (lineazioni da foto aeree e/o trincee), anche al fine di porre in risalto l'influenza strutturale sul pattern morfologico dell'area.

13.1 Principali forme, processi e depositi individuati nell'area

13.1.1 Forme connesse a processi gravitativi di versante

Sono quelle di gran lunga più abbondanti sul territorio in esame. Esse sono rappresentate con colori rossi (rosso vivo se attive, grigio se non attive, rosso-arancio se quiescenti).

Sono state distinte le seguenti forme:

13.1.1.1 Orlo di scarpata di degradazione

E' stata fatta una distinzione tra scarpate di degradazione e scarpate di frana. In molti casi, infatti, è possibile osservare numerose scarpate che bordano i fianchi e le testate dei fossi, così come la parte alta dei versanti di raccordo tra le diverse superfici terrazzate. Nella maggior parte dei casi si tratta del risultato dell'arretramento di scarpate di formazione "primaria" legate all'azione fluviale e marina. In altre parole, gli elementi morfologici annotati sulla cartografia come scarpate di degradazione rappresentano il risultato dell'arretramento di alcune porzioni delle parti alte dei versanti che bordano le incisioni vallive (talora anche molto alte ed acclivi) ed alcune parti degli orli dei terrazzi marini, ad opera della concomitanza e successione di processi erosivi e di denudazione che interessano la parte esposta – e quindi più degradata – delle litologie affioranti in tali settori.

A questa categoria vengono attribuite tutte le forme alle quali non è possibile associare con certezza la produzione di importanti movimenti di massa, ma che piuttosto possono essere messe

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

in relazione al susseguirsi di processi di alterazione chimica delle rocce affioranti (particolarmente spinta nei settori di affioramento del cristallino) e di disgregazione fisico-meccanica dei materiali esposti ad opera della gravità e dell'acqua. Il risultato deposizionale di questo tipo di processi consiste nell'accumulo di coltri detritiche composte da blocchi immersi in matrice, talora anche abbondante, che in molti casi sono state classificate come "depositi colluviali", frutto dell'accumulo di un breve trasporto in prossimità della base della scarpata ad opera dell'azione combinata della gravità e delle acque dilavanti.

Per quanto riguarda lo stato di attività, l'attribuzione è stata operata sulla base della freschezza delle forme erosive e dei relativi accumuli (grado di sviluppo della vegetazione e/o dell'inerbimento). Con riferimento alle dimensioni è invece possibile affermare che esiste un ampio range che varia da pochi metri sia di estensione lineare che di sviluppo verticale fino alle decine di metri. Le forme più evidenti, in termini di sviluppo lineare e di altezza sono concentrate nel settore nord, sebbene anche quelle del settore meridionale sono molto diffuse e per lo più attive.

Si rileva infine che le scarpate di degradazione da un lato possono rappresentare l'evoluzione nel tempo di zone interessate in precedenza da frane e d'altro canto rimangono elementi morfologici che possono potenzialmente evolvere con fasi parossistiche, cioè movimenti di massa di tipo franoso.

13.1.1.2 Orlo di scarpata di frana

Analogamente a quanto detto in precedenza in merito alle scarpate di degradazione, molte scarpate di frana sono presenti nell'area e sono concentrate essenzialmente in corrispondenza degli orli delle scarpate di erosione fluviale e dei terrazzi marini. Molto spesso, infatti, i fenomeni franosi riscontrati sono da mettere in relazione all'arretramento e, quindi, all'assestamento dei ripidi versanti venutisi a creare per azione dell'erosione marina e fluviale. Sebbene molto simili per forma e dimensione alle scarpate di degradazione, nella cartografia sono state distinte le scarpate di frana in base essenzialmente a due criteri: in primo luogo, ovviamente, quando è presente un accumulo detritico riferibile ad uno o più eventi gravitativi di massa a valle della scarpata; in secondo luogo, quando è possibile osservare/ipotizzare una prevalente evoluzione per distacchi gravitativi rispetto all'azione erosiva e di trasporto delle acque dilavanti, anche in assenza di un accumulo chiaramente riconoscibile. Va precisato infatti che, come si può osservare dalla cartografia, non sempre è possibile individuare un accumulo relativo ad una scarpata, sia essa di degradazione o di frana, soprattutto quando non si riscontrano segni di attività recente. Questo

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> <i>AM0217_F0.doc</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20/06/2011</i>

perché molto di frequente, soprattutto nel settore nord, l'elevata acclività dei versanti favorisce l'attività erosiva e di trasporto delle acque sia di dilavamento che incanalate, che tendono a "ripulire" i versanti ed i canali entro cui i depositi si accumulano, andando poi a confluire nelle aste fluvio-torrentizie principali, di cui infine alimentano il trasporto solido ed i relativi depositi alluvionali.

13.1.1.3 Falda e cono di detrito

Sono depositi che risultano dai processi di denudazione, secondo soprattutto meccanismi più o meno continui di crollo di singole porzioni di ammasso roccioso, di alcuni settori di versante: le falde derivano dal distacco più o meno continuo di frammenti di roccia dalle scarpate e si appoggiano con angoli anche molto elevate sui sottostanti versanti; i cono derivano dalla stessa tipologia di processo di distacco ma differiscono per il meccanismo di messa in posto, che in questo caso avviene allo sbocco di canali più o meno grandi, solitamente al raccordo con il fondovalle principale.

Questa tipologia di deposito, sia con chiari indizi di attività che con evidenze di quiescenza od inattività, si rileva principalmente lungo i versanti del sistema dei grandi valloni del settore nord (Piria, Laticogna, ecc...), e sono tra gli elementi che testimoniano l'intensa evoluzione geomorfologica di tipo gravitativo che interessa tale area.

13.1.1.4 Detrito di versante

Benché molto simili dal punto di vista genetico alle falde di detrito sopra descritte, in questa categoria sono state raggruppate quelle coltri di elevata estensione areale e di spessore nell'ordine di qualche metro che tipicamente si depongono nelle zone di raccordo tra i versanti che delimitano gli ordini principali di terrazzi marini e le superfici sub orizzontali dei terrazzi stessi. La differenziazione tra le falde di detrito ed il detrito di versante deriva dall'impossibilità di definire in modo univoco per quest' ultimo il meccanismo che comporta il distacco delle porzioni di terreno e/o roccia che lo alimenta. Si tratta in altre parole del risultato della degradazione meteorica e della rideposizione del relativo detrito di settori di versante linearmente ed arealmente estesi, nei quali non è individuabile una ben precisa zona di distacco/alimentazione.


		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> <i>AM0217_F0.doc</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20/06/2011</i>

13.1.1.5 Corpo di frana per crollo e/o ribaltamento

Accumuli detritici di questo tipo sono piuttosto frequenti nel settore settentrionale, dove affiorano ammassi rocciosi fratturati, suscettibili di distacchi di prismi rocciosi e/o di intere porzioni di ammasso. Sempre nella zona settentrionale, i cinematismi di crollo/ribaltamento interessano localmente anche i depositi di terrazzo marino laddove si presentano in facies fortemente addensata e/o coesiva. In generale, come detto in precedenza, le rotture per crollo/ribaltamento sono tra le più diffuse soprattutto lungo le pareti alte ed acclivi dei valloni del settore nord; pertanto il detrito prodotto dai crolli/ribaltamenti è estremamente diffuso nei depositi sia alla base dei versanti che nelle testate di molti fossi bordati da scarpate di frana e di degradazione e costituiscono, quindi, una componente talora anche preponderante delle varie tipologie di depositi detritici individuati nell'area (falde e coni di detrito, detrito di versante, depositi colluviali). In questa categoria, tuttavia, sono stati distinti gli accumuli contraddistinti da caratteristiche morfologiche e granulometriche che, unitamente alle caratteristiche delle sovrastanti aree di svuotamento/alimentazione) ne suggeriscono un'origine essenzialmente gravitativa tramite processi di massa (cioè eventi franosi che coinvolgono ampie porzioni di ammasso).

13.1.1.6 Corpo di frana per scorrimento

Tra i depositi di frana chiaramente identificabili nell'area investigata, quelli ascrivibili a scorrimenti traslativi e/o rotazionali sono sicuramente i più diffusi. Gli esempi più evidenti sono anche in questo caso concentrati nel settore settentrionale, che del resto è quello dove si osservano le pendenze ed i dislivelli più marcati. Le frane per scorrimento individuate sono nella quasi totalità di tipo roto-traslato, con la componente traslativa decisamente più marcata e talvolta quasi esclusiva. Caratteristica comune rimane comunque l'assoluta preponderanza della componente verticale del movimento che ha determinato la messa in posto dei relativi accumuli. Inoltre, è possibile osservare un ampio range di dimensioni di tali corpi di frana che variano da qualche decina a diverse migliaia di metri cubi. Le frane di minore estensione areale mostrano evidenze di movimento limitato ai primi metri di spessore delle litologie affioranti, delle quali coinvolgono la parte più superficiale ed alterata comportandone la mobilitazione lungo l'interfaccia bedrock inalterato – coltre di alterazione con andamento sub-parallelo a quello del versante. Per quanto riguarda invece le frane più rilevanti in termini di dimensioni, meritano particolare attenzione le frane quasi francamente traslative presenti soprattutto in destra idrografica del fosso di Santa

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> <i>AM0217_F0.doc</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20/06/2011</i>

Trada e quelle più marcatamente roto-traslative presenti sul versante con andamento circa WSW-ENE che borda a monte l'attuale tracciato autostradale. Le prime mostrano chiari segni di attività in corso in grado di coinvolgere settori di versante di estensione e profondità massima rilevanti (nell'ordine di qualche decina di metri). Il coronamento di queste frane suggerisce inoltre una guida strutturale per quanto riguarda gli svincoli e tergo e laterali di questi movimenti, che sembrano essere condizionati da linee di debolezza preesistenti e connesse con il pattern tettonico-strutturale dell'area. Per quanto riguarda le frane con componente rotazionale più apprezzabile e sempre con riferimento a quelle di maggiori dimensioni, si osserva come anch'esse coinvolgono l'ammasso roccioso anche nella parte non fortemente alterata, determinando il distacco e la mobilitazione di ingenti volumi di ammasso, pur non mostrando chiari segni di attività recente.

13.1.1.7 Corpo di frana di genesi complessa

In questa categoria è stata riconosciuta una frana attiva presente nel settore centro-meridionale dell'area, per la quale è stato possibile individuare una zona di distacco legata ad un cinematismo di tipo roto-traslativo ed un accumulo il cui assetto deriva dalla ripresa del corpo di frana principale ed una rideposizione secondo processi di flusso-colata.

13.1.1.8 Piccola frana non fedelmente cartografabile

Con questa simbologia è stata indicata sulla carta la posizione di alcuni fenomeni di frana attivi, solitamente di tipo roto-traslativo, di estensione e profondità tali da non poter essere cartografati con adeguata accuratezza sulla base topografica di riferimento. Tuttavia il loro riconoscimento e posizionamento in carta risulta particolarmente efficace per porre in evidenza l'intensa attività gravitativa e – più in generale – erosiva che contraddistingue alcune porzioni dei versanti analizzati.

13.1.1.9 Contropendenza significativa nel corpo di frana

Il riconoscimento di tali morfologie è risultato di primaria importanza per due motivi fondamentali. Da un lato perché ha consentito di individuare con maggior dettaglio i corpi di frana, che spesso – soprattutto nel caso di cinematismi roto-traslativi – non sono facilmente distinguibili dalla roccia o terreno in posto sia per le dislocazioni talora esigue sia per il fabric altamente caotico che contraddistingue anche i materiali che alimentano le frane stesse (si pensi ad esempio al

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Conglomerato di Pezzo od ai graniti e gneiss nella loro facies alterata osservabile in affioramento). D'altro canto la presenza di tali forme costituisce un elemento di valutazione, seppure qualitativa, del grado di pericolosità di un determinato movimento franoso, dal momento che la sua preservazione è indice quantomeno di una recente attività anche di quelle frane classificate come quiescenti.

13.1.2 Forme, processi e depositi per acque correnti superficiali

13.1.2.1 Orlo di erosione di scarpata fluviale e torrentizia

La formazione del reticolo idrografico dell'area esaminata è da mettere in relazione alla risposta erosiva delle acque incanalate rispetto alle variazioni del livello di base che, come testimoniato dai terrazzamenti marini, sono state molto importanti e repentine. Come risultato, si può osservare che la quasi totalità delle aste fluvio-torrentizie presenti scorrono all'interno di valli molto strette e profondamente incise – proprio per effetto del continuo ringiovanimento connesso con gli abbassamenti del livello di base – e quindi caratterizzate da scarpate ben evidenti ed acclivi. Tali scarpate, il cui orlo è evidenziato in carta ed al quale è attribuito uno stato di non attività in quanto ormai svincolato dalla dinamica fluviale attuale, per le loro stesse caratteristiche morfologiche (acclività e, subordinatamente, dislivello) rappresentano elementi di instabilità geomorfologica sui quali si sono sviluppati i fenomeni gravitativi e – più in generale – di degradazione e denudazione che hanno portato localmente al loro arretramento fino alla configurazione attualmente osservabile in cui, a seconda del grado di attività gravitativa/erosiva, si ha il passaggio da scarpate francamente fluviali a scarpate di frana o degradazione. Tuttavia, anche laddove è ancora riconoscibile la forma di origine fluviale primaria, è da tenere in considerazione, come detto poc'anzi, che queste scarpate rappresentano punti sensibili in quanto comunque soggette a processi di denudazione.

Sempre con riferimento alla stretta connessione tra attività fluviale e variazioni del livello marino, è possibile osservare che nelle fasi di stazionamento di quest'ultimo si sono formati terrazzi fluviali, bordati poi da scarpate che testimoniano la ripresa dell'attività erosiva lineare. Tali forme sono ben evidenti, anche se non molto diffuse, quando bordano le alluvioni recenti circa in corrispondenza dell'attuale fondovalle, mentre è possibile osservare solo alcuni lembi residui laddove i terrazzi, più antichi, sono sospesi sull'attuale fondovalle.

Infine, si evidenzia come soprattutto nel tratto terminale e, quindi, in corrispondenza

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> <i>AM0217_F0.doc</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20/06/2011</i>

dell'attraversamento dei centri abitati, la dinamica fluvio-torrentizia è stata ed è fortemente condizionata dall'attività antropica che si esplica tramite opere di regimazione (sulla cui qualità non si entra nel merito in questa sede), incondottamento (nel caso di interazione con opere strutturali ed infrastrutturali) e, più in generale, di sfruttamento (ad esempio, realizzazione di strade, campi agricoli, ecc...).

13.1.2.2 Solco di erosione concentrata

I solchi di erosione concentrata sono molto frequenti e di notevole importanza soprattutto nel settore settentrionale. Essi, sviluppati in prevalenza lungo la linea di massima pendenza dei versanti impostati su materiali del basamento e/o di Conglomerato di Pezzo, rivestono un ruolo molto significativo in quanto, oltre ad essere un ulteriore elemento che testimonia l'intensa attività geomorfologica in atto, contribuisce in modo significativo alla morfogenesi dell'area. L'azione dei solchi di erosione concentrata si sviluppa principalmente a partire dalle testate delle zone in frana e/o degradazione che, essendo zone di svuotamento e quindi di concavità nell'ambito dei versanti, rappresentano zone che favoriscono la concentrazione e, quindi, l'incanalamento delle acque di precipitazione diretta e di run-off. Di notevole importanza è proprio la relazione che intercorre tra tali solchi e le scarpate di degradazione e/o di frana: da un lato i solchi rappresentano il processo di rimozione e trasporto del detrito prodotto dalle suddette scarpate fino alle sottostanti rotture di pendio dove contribuiscono alla formazione di depositi quali i coni alluvionali, colluviali o di origine mista, d'altro canto l'azione erosiva stessa delle acque incanalate nei solchi favorisce, tramite lo scalzamento che ne consegue, l'attività e la produzione di detrito dalle scarpate. In altre parole, i solchi di erosione concentrata possono rappresentare, in concomitanza di eventi parossistici della loro attività e laddove sono sottesi alle scarpate di degradazione e/o di frana, i canali entro cui si esplica il trasporto del materiale secondo processi di flusso detritico incanalato, dotati anche di elevato potenziale erosivo lungo il percorso su pendenze significative.

13.1.2.3 Cono alluvionale

Diversi cono alluvionali sono presenti soprattutto lungo la costa settentrionale in corrispondenza della foce dei degli alvei che drenano i bacini idrografici di dimensioni più rilevanti: i cono più significativi in termini di dimensioni sono infatti presenti alla foce dei bacini compresi tra la fiumara S. Trada a est ed il torrente Zagarella a ovest. Altri due cono alluvionali sono stati individuati, sebbene mascherati dall'intensa urbanizzazione, nel settore ovest alla foce dei torrenti Campanella

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

e Villa S. Giovanni. Per quanto riguarda lo stato di attività di tali depositi è stata attribuita la classe “quiescente/inattivo” dal momento che non si rilevano indizi geomorfologici che indicano eventi alluvionali recenti, anche in virtù delle opere di canalizzazione e regimazione realizzate nella parte bassa degli alvei stessi. Tuttavia, l’assetto geomorfologico dei bacini più importanti è tale da non poter fare escludere l’occorrenza di fenomeni in grado di assumere le caratteristiche di debris flood. Eventi meteorici particolarmente intensi potrebbero attivare portate liquide notevoli che, assumendo alte velocità anche in virtù dell’elevata pendenza media dei bacini stessi, potrebbero prendere in carico parte delle coltri detritiche (di frana e colluviale, alimentate rispettivamente dalle scarpate di frana e di degradazione) diffuse sui versanti e che si riversano nei fondovalle, con conseguenti fenomeni di deiezione legati alla brusca rottura di pendio che si registra nel talweg dei fossi principali in prossimità della zona costiera, secondo uno schema tipico delle fiumare della zona.

13.1.2.4 Cono di origine mista

In tale categoria rientrano i depositi detritici di forma tronco-conica presenti alla base dei versanti più acclivi in corrispondenza del raccordo con i fondovalle o con le superfici blandamente inclinate di terrazzo marino. La formazione di tali depositi è quindi da mettere in relazione a fenomeni di deiezione del trasporto solido che trae origine dai detriti prodotti per frana o degradazione alla sommità o lungo i versanti stessi. Si parla in questo caso di cono di origine mista dal momento che l’accumulo detriti in questi corpi è dovuto all’alternanza di episodi più francamente legati al trasporto in acqua (tipo debris apron legati ai flussi detritici, cfr. il paragrafo relativo ai “solchi di erosione concentrata”) ed episodi di messa in posto tramite alimentazione diretta (tipo cono di detrito) o mediata dalle acque di ruscellamento (tipo cono colluviali).

13.1.2.5 Deposito alluvionale e deposito colluviale

Con apposita simbologia sono stati indicati sulla carta geomorfologica i depositi alluvionali e colluviali. I primi sono presenti nei fondovalle dei torrenti principali. I depositi colluviali, ampiamente diffusi nell’area esaminata, sono invece il risultato della deposizione di detriti di varia pezzatura derivanti dalle aree di alimentazione, quali scarpate di frana e di degradazione, e della loro redistribuzione ad opera delle acque che in essi si infiltrano.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

13.1.3 Forme, processi e depositi marini

13.1.3.1 Orlo di scarpata di erosione marina

Come accennato già nella premessa, i terrazzi di origine marina rappresentano senz'altro l'elemento morfologico più vistoso e distintivo dell'intera area analizzata. L'alternanza fino ad alte quote tra superfici sub-pianeggianti o comunque a debole inclinazione e scarpate morfologiche di varia altezza e comunque acclivi è infatti il risultato della combinazione tra uplift quaternario e variazioni glacio-eustatiche del livello del mare, che hanno caratterizzato l'area a partire dal Pleistocene e fino all'Olocene, determinando fasi di stazionamento del livello del mare e fasi di sollevamento con tassi molto elevati. La formazione delle superfici terrazzate, in particolare, è legata all'abrasione marina durante fasi di stazionamento del livello del mare, sulle quali si è poi avuta la deposizione dei sedimenti prevalentemente ghiaioso-sabbiosi che le ricoprono. Le scarpate di raccordo tra le varie superfici sub-pianeggianti rappresentano invece le falesie formatesi lungo le paleo-linee di costa durante le fasi di sollevamento più intenso. L'indizio geomorfologico più importante che testimonia tali processi è rappresentato, oltre che dalle superfici a bassa inclinazione, dagli orli delle scarpate (paleo-falesie) che bordano verso valle i vari ordini di terrazzi. E' da rilevare tuttavia che, soprattutto nel caso delle scarpate con maggiori dislivelli, l'andamento plano-altimetrico degli orli di terrazzo risente dei processi erosivi che inevitabilmente si vengono a sviluppare su siffatte forme, proprio perché dotate di acclività ed energia di rilievo non trascurabili. Ciononostante, laddove si riconosce una certa unitarietà della forma e si riscontrano situazioni di circa-parallelismo con l'andamento del limite dei depositi di terrazzo marino (evidenza stratigrafica del bordo interno del terrazzo), si è deciso di evidenziare l'origine marina di questi orli di scarpata, privilegiando così un'accezione "gerarchica" nell'attribuzione del processo morfogenetico.

Numerosi Autori hanno lavorato su riconoscimento e datazione dei terrazzi marini e, quindi, sulla stima dei tassi di uplift quaternario. In questa sede è opportuno fare riferimento ai lavori di Dumas et alii (2005) e di Miyauchi et alii (1994), che hanno lavorato in dettaglio sull'area in esame. Dumas et alii individuano nell'area, tra le quote di circa 52 e 172 m s.l.m., 6 principali linee di costa sollevate, corrispondenti ad altrettanti terrazzi principali, nell'ambito dei quali però riconoscono fino a 17 ulteriori superfici terrazzate connesse con brevi stazionamenti del livello del mare durante le fasi di uplift. Sulla base delle datazioni, infine, gli stessi Autori stimano tassi di sollevamento medio nell'area di 1.3 m/ka.

Lo studio condotto da Miyauchi et alii (1994) comprende un'area più estesa, individuando e

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> <i>AM0217_F0.doc</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20/06/2011</i>

datando 12 ordini di terrazzi marini nell'area intorno a Scilla, Villa S. Giovanni e Reggio Calabria fino alla quota di 1350 m s.l.m.. Secondo questi autori il processo di sollevamento che a partire dal Pleistocene medio ha implicato il sollevamento delle linee di costa riconoscibili nell'area di rilevamento, è avvenuto con un tasso compreso tra 1.1 e 1.4 m/ka.

Nell'ambito del rilevamento condotto nell'area per la redazione del progetto definitivo è stato possibile riconoscere i principali ordini di terrazzi marini riportati dagli autori sopra menzionati, nonché gli orli di alcuni terrazzi intermedi. In particolare, sono stati riconosciuti tutti i terrazzi (da 1 a 6 partendo dalla quota più bassa) indicati da Dumas et alii (2005) ed i terrazzi di Miyauchi et alii (1994) dal XII fino al V ordine (partendo dalla quota più bassa), essendo quest'ultimo l'ordine che occupa la parte più elevata dell'area di rilevamento. È da rilevare che, soprattutto nell'area sud-occidentale, i terrazzi marini sono presenti come lembi residui, essendo stati parzialmente smantellati principalmente dall'erosione da parte delle acque incanalate che hanno profondamente inciso il paesaggio a seguito proprio delle variazioni del livello di base.

Con apposita campitura sono state inoltre evidenziati i ripiani morfologici che risultano dalla deposizione dei sedimenti prevalentemente sabbioso-limosi sui ripiani di abrasione marina.

Nelle figure di seguito è riportata la correlazione tra gli orli di terrazzo marino riportati sulla carta geomorfologica ed i principali ordini di terrazzo riconosciuti dagli autori sopra citati.

Gli aspetti più significativi in merito all'osservazione ed all'analisi delle forme marine terrazzate sono le seguenti:

1) L'analisi del pattern delle direzioni azimutali degli orli di terrazzo e delle faglie principali mette in evidenza una stretta correlazione reciproca, ad evidenziare che nel corso della morfoevoluzione costiera le paleo-falesie principali si sono sviluppate in prevalenza come "scarpate su faglia" *sensu* Ascione & Cinque (1997).

2) Facendo riferimento alla classificazione di Miyauchi et alii (1994) che abbraccia l'intera area investigata, si osserva una variazione della direzione dei principali elementi morfologici riferibili ai terrazzi marini, come evidenziato in tab.1. In particolare, una repentina variazione si osserva a partire dal terrazzo del IX ordine, il cui orlo esterno si raccorda peraltro ad una scarpata di considerevole estensione lineare che, dal punto di vista morfologico, rappresenta un elemento su cui si raccordano anche altri ordini di terrazzo.

Inoltre, sempre secondo quanto deducibile dal lavoro di Miyauchi et alii (1994), proprio in corrispondenza di questa scarpata si assiste ad una significativa variazione della quota del bordo interno del terrazzo del X ordine che passa dai 140 m s.l.m. a sud ed a ovest della scarpata ai circa 85 m a nord della stessa. Stante questa ipotesi, si dovrebbe invocare una dislocazione post-

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

tirreniana del terrazzo nell'ordine dei 50 metri, tesi questa ripresa nel lavoro di Ferranti et alii (2008). D'altro canto, nel già citato lavoro di Dumas et alii il terrazzo del IV ordine (corrispondente al X di Miyauchi et alii sul lato tirrenico ed all'XI sul lato ionico), ha invece un'unitarietà morfologica ed una quota costante, mentre sul lato tirrenico non compare il V ordine, le cui quote sono "occupate" dalla scarpata in oggetto.

In altre parole, secondo quanto riportato da Miyauchi et alii sembrerebbe necessario ipotizzare una dislocazione del terrazzo del X ordine che andrebbe necessariamente giustificata con l'attività dell'elemento tettonico orientato parallelamente alla scarpata a monte della A3 (Sistema Costiero nello schema strutturale della relazione geologica). Nel caso dell'interpretazione di Dumas et alii, invece, il terrazzo del IV ordine sul lato ionico coincide con l'XI di Miyauchi et alii e con il X sul lato tirrenico, senza quindi evidenziare dislocazioni. Tuttavia anche facendo riferimento allo schema di Dumas et alii, si riscontra un'anomalia proprio in corrispondenza della scarpata a monte della A3, dove manca il terrazzo del V ordine, chiaramente presente invece sul lato ionico.

In definitiva ciò che si evince dalla letteratura, seppure non univoca nelle interpretazioni ed attribuzioni, nonché dal presente studio, benché basato solo su elementi morfologici, è l'evidenza che la scarpata a monte della A3 in questione rappresenta la manifestazione morfologica di un elemento che ha comunque giocato un ruolo importante nell'evoluzione quaternaria dell'area.

Ordine Terrazzo (M= Miyauchi et alii D= Dumas et alii)	Trend principale (Azimuth)	Trend secondario 1 (Azimuth)	Trend secondario 2 (Azimuth)
VI M	N45		
VII M	N55		
VIII M	N50		
IX M	N70	N55	N75
X M e VI D	N75		
XI M e IV D	N70	N85	N120
III D	N75	N85	N115
II D	N70		N105
XII M	N75		
Linea costa	N75		

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

3) La scarpata di cui al punto precedente e quella che separa i terrazzi del II e I ordine di Dumas et alt. (2005), sono quelle che presentano i segni più evidenti di evoluzione per processi di degradazione e frana.

13.1.3.2 Deposito di spiaggia

Sulla carta geomorfologica è riportata con apposita campitura l'estensione dei depositi di spiaggia recente ed attuale che segnano la copertura deposizionale del terrazzo marino più recente.

13.1.4 Forme, processi e depositi antropici

13.1.4.1 Riporti e discariche

Nella carta sono state indicati con apposita campitura i principali depositi antropici, sia di riporto sia di discarica, laddove questi modificano in maniera significativa la topografia originaria.

13.1.4.2 Area di cava

Piuttosto diffuse e talora anche di estensione significativa sono le aree dove si svolge o si è svolta l'attività estrattiva delle sabbie e ghiaie di Messina. Tale attività ha comportato e tuttora localmente comporta modificazioni del paesaggio che possono essere più o meno significative a seconda dell'estensione dell'area di cava.

13.1.4.3 Area intensamente urbanizzata

Con apposita campitura sono state indicate le aree con più elevata densità di urbanizzazione dal momento che in esse la morfologia originaria è significativamente modificata e talora obliterata, per cui il riconoscimento dei principali lineamenti geomorfologici risulta spesso impossibile.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Sicilia – Lineamenti geomorfologici

14 Quadro geomorfologico

L'area dello Stretto di Messina è ubicata in corrispondenza della terminazione meridionale dell'Arco Calabro tra la catena dei Monti Peloritani in Sicilia e l'estremità occidentale del Massiccio dell'Aspromonte in Calabria. La sua delimitazione geografica meridionale si pone a Scaletta Zanclea sulla sponda siciliana e a Pellaro su quella calabrese.

Le opere connesse con la costruzione del ponte attraversano il territorio siciliano per una lunghezza considerevole, andando ad intersecare diversi ambienti geologico-geomorfologici: si va dalle lagune costiere di Ganzirri, passando poi per un paesaggio prevalentemente collinare impostato sia sui depositi della Sabbie e Ghiaie di Messina sia, subordinatamente, sui depositi terrigeni del Tortoniano (conglomerati, arenarie ed argille), per poi tornare in ambiente di piana costiera. Un elemento distintivo di questo territorio è costituito dai terrazzi marini, distribuiti in diversi ordini e sollevati a varie quote, di cui si conservano lembi residui, isolati principalmente da un diffuso reticolo idrografico sviluppatosi grazie al potenziale erosivo delle acque incanalate, favorito dall'erodibilità delle litologie affioranti e dagli abbassamenti relativi del livello di base connessi con il sollevamento quaternario, testimoniato dalla formazione e dall'emersione dei terrazzi marini.

Il recente sollevamento dell'area, unitamente alla formazione di versanti acclivi nel reticolo idrografico di recente sviluppo ed alla presenza di litologie piuttosto erodibili (sia le Sabbie e Ghiaie di Messina per la composizione litologica, sia i depositi del Tortoniano su cui si riconosce un *fabric* caotico per tettonizzazione), rendono il territorio oggetto di indagine sede di numerosi fenomeni franosi, di degradazione e di erosione diffusa. Altro tratto caratteristico dell'area è la presenza di numerosi accumuli (coni alluvionali e di origine mista) legati alla messa in posto dei flussi detritici che mobilizzano il materiale derivante dai processi di degradazione e/o di frana.

L'instabilità gravitativa diffusa nell'area si esplica per lo più tramite processi che coinvolgono volumi non particolarmente ingenti; si registrano tuttavia alcune significative eccezioni in cui i fenomeni franosi raggiungono estensioni e profondità più marcate e di cui si parlerà in dettaglio più avanti.

Risulta molto comune la morfologia data da ampie e profonde fiumare, colmate da spesse coltri alluvionali e la conformazione delle creste dei Peloritani che si presentano molto aguzze e sottili,

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

specialmente in corrispondenza delle rocce d'alto grado metamorfico, come gli gneiss. Lo spartiacque si trova più vicino alla costa ionica, che a quella tirrenica. Rispetto ai rilievi calabresi sono minori le altitudini che non superano di norma i 1300 m. In particolare i rilievi più elevati di tutto il sistema montuoso peloritano sono Montagna Grande (1374 m) e Rocca Novara (1340 m).

I tratti geomorfologici più significativi dell'area sono dati dalla dorsale dei M. Peloritani e dalle fasce alluvionali che bordano la zona ionica della Sicilia. La dorsale è incisa da valli con versanti molto acclivi nel tratto a monte, che conferiscono al paesaggio un aspetto aspro. Verso valle il paesaggio è caratterizzato da una successione continua di superfici subpianeggianti variamente estese, degradanti e separate da evidenti gradini, che danno al versante ionico una tipica conformazione a gradinata. Esso è disseccato da incisioni fluviali, che nel loro tratto terminale svasano in pianure alluvionali.

Questo aspetto è in stretto rapporto con l'evoluzione tettonica recente dell'area che nel Plio-Quaternario ha subito un generale sollevamento, legato a movimenti lungo i principali sistemi di faglie connesse con l'apertura del Bacino Tirrenico e con l'individuazione dello Stretto di Messina. Considerata la varietà delle litologie delle formazioni, anche gli aspetti geomorfologici sono estremamente vari. Infatti alla scarsa erodibilità delle rocce metamorfiche massive, come i gneiss, fa riscontro il degrado delle coperture sedimentarie argilloso-sabbiose oppure ghiaiose. Ma anche tra queste i conglomerati miocenici presentano rilievi aspri e tormentati.

Caratteristica è anche la risposta delle Ghiaie e Sabbie di Messina ai fenomeni di degradazione, con formazione di estese fasce di detrito ghiaioso sia alla base dei rilievi, che lungo le ampie valli. Frequenti sono gli orli di scarpata di degradazione, che quasi sempre non sono associati a coltri di frana, ma semmai a fasce o coni di detrito, come sul versante tirrenico. Gli orli di scarpata di degradazione con andamento semicircolare sono molto diffusi nella formazione delle Ghiaie e Sabbie di Messina e si rinvencono anche laddove si ha la combinazione di faglie dirette che mettono a contatto formazioni con analoghe caratteristiche di erodibilità.

Non si evidenziano particolari fenomeni franosi lungo i tracciati, se si esclude l'area dell'Annunziata.

Al dissesto territoriale più o meno naturale si somma quello antropico con opere di cementazione di intere aree e la presenza, in tutte le periferie dei centri urbani e lungo i versanti delle fiumare e le spiagge, di discariche abusive di rifiuti solidi urbani, di materiale edilizio di risulta e rottami di ogni genere.

Da Capo Peloro alla Fiumara Annunziata prevalgono gli orli dei terrazzi marini e alla base dei versanti da modesti a forti accumuli di materiali erosi e risedimentati.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

L'aspetto più visibile di una morfologia prodotta dall'intervento antropico sono le cave per l'estrazione di inerti e le connesse aree di lavorazione. Nel torrente Pace sono state cartografate tre grosse aree di cava, una sulla strada panoramica dello stretto e due nella fiumara Curcuraci. Le tavole riportano anche le spiagge e le aree alluvionali. Queste ultime sono in gran parte occupate dall'urbanizzazione.

14.1 Principali forme, processi e depositi individuati nell'area

14.1.1 Forme connesse a processi gravitativi di versante

14.1.1.1 Orlo di scarpata di degradazione e/o di frana

In questo lavoro si è ritenuto opportuno non operare a livello cartografico una distinzione tra scarpate di degradazione e scarpate di frana.

Le scarpate di degradazione rappresentano il risultato dell'arretramento di alcune porzioni delle parti alte dei versanti che bordano le incisioni vallive (talora anche molto alte ed acclivi) ed alcune parti degli orli dei terrazzi marini, ad opera della concomitanza e successione di processi erosivi e di denudazione che interessano la parte esposta – e quindi più degradata – delle litologie affioranti in tali settori.

A questa categoria vengono attribuite tutte le forme alle quali non è possibile associare con certezza la produzione di importanti movimenti di massa, ma che piuttosto possono essere messe in relazione al susseguirsi di processi di alterazione chimica delle rocce affioranti e di disgregazione fisico-meccanica dei materiali esposti ad opera della gravità e dell'acqua. Il risultato deposizionale di questo tipo di processi consiste nell'accumulo di coltri detritiche che in molti casi sono state classificate come "depositi colluviali", frutto dell'accumulo di un breve trasporto in prossimità della base della scarpata ad opera dell'azione combinata della gravità e delle acque dilavanti.

Forme di questo tipo sono diffuse ampiamente su tutto il territorio analizzato; le più vistose e che meglio rendono la dinamica di come a partire da tali scarpate si possano generare, indirettamente, flussi detritici sono concentrate lungo tutta la scarpata parallela alla costa tirrenica a partire da Capo Peloro.

Si rileva inoltre che le scarpate di degradazione da un lato possono rappresentare l'evoluzione nel tempo di zone interessate in precedenza da frane e d'altro canto rimangono elementi morfologici

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

che possono potenzialmente evolvere con fasi parossistiche, cioè movimenti di massa di tipo franoso.



Fig. 18. *Scarpata di degradazione; le frecce indicano la porzione più attiva dove si può osservare il distacco del materiale, la campitura evidenzia la relativa coltre colluviale.*

Nell'area rilevata sono presenti numerose scarpate di frana che interrompono la continuità dei versanti scavati dal reticolo idrografico e/o dall'erosione marina; sono molto simili per forma e dimensione alle scarpate di degradazione, pertanto nella cartografia queste due forme morfologiche non sono state distinte

14.1.2 Falde e Coni di detrito

Sono depositi che derivano dai processi di denudazione, secondo soprattutto meccanismi più o meno continui di crollo di singole porzioni di ammasso roccioso, di alcuni settori di versante con deposizione del detrito allo sbocco di canali più o meno grandi, al raccordo con il fondovalle principale.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

14.1.2.1 Detrito

In questa categoria sono state raggruppate quelle coltri di elevata estensione areale e di spessore nell'ordine di qualche metro che tipicamente si depongono alla base dei versanti caratterizzati da elevata produzione detritica e per i quali non è individuabile una specifica zona di alimentazione. Inoltre, sempre a questa categoria sono state attribuite anche le coperture alluvionali che occupano i fondovalle principali e che rappresentano la redistribuzione ad opera delle acque incanalate del detrito prodotto dai versanti.

14.1.2.2 Corpo di frana di genesi complessa

Si tratta del risultato di depositi la cui messa in posto deriva dalla successione nello spazio e/o nel tempo di processi gravitativi di diverso tipo (fig. 19). I casi più frequenti nell'area sono quelli relativi ai riempimenti detritici che si distinguono all'interno di alcune incisioni e che possono essere messi in relazione ad un'attività polifasica in cui si individua nella parte alta dell'incisione una mobilitazione del materiale secondo cinematismi di tipo *soil slip* o *soil slump*; il detrito così prodotto viene successivamente coinvolto in fenomeni di colamento lento, con eventuale coinvolgimento occasionale in colate rapide di tipo *debris flow*.

Si rinvencono in prossimità del ponte Annunziata e a sud di Messina in prossimità di M.te S. Pietro.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_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						

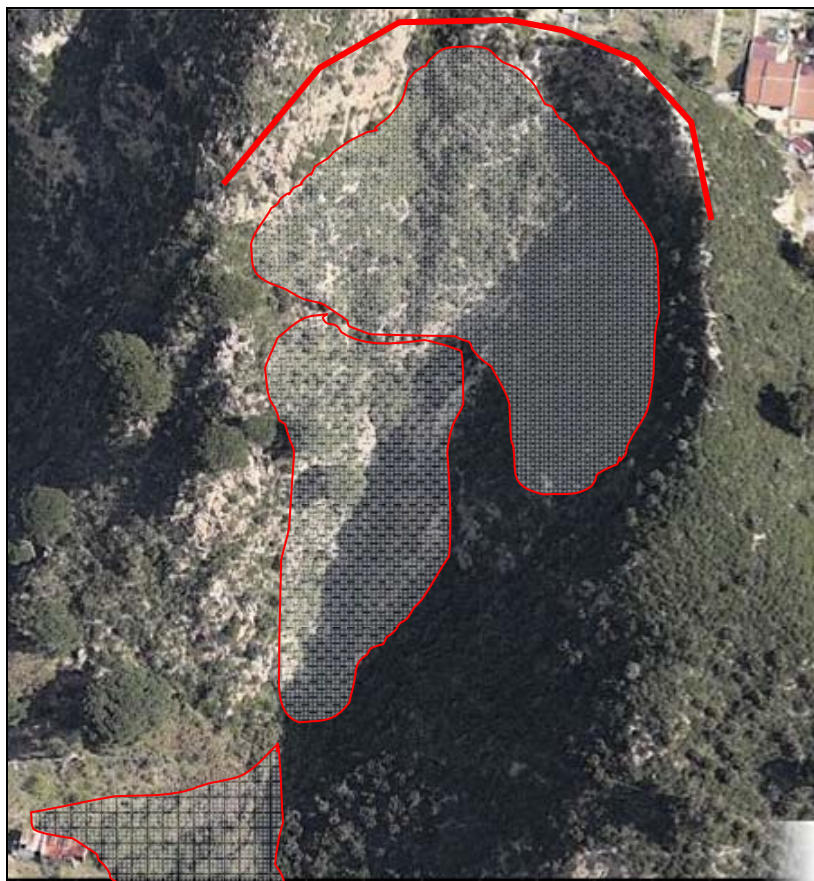


Fig. 19. Nella figura sono evidenziate le caratteristiche tipiche delle frane complesse dove convergono i diversi processi che, singolarmente od in combinazione tra loro, determinano la morfoevoluzione di ampi settori dei versanti presenti nell'area di rilevamento. Nella figura sono state evidenziate: la corona di frana (linea rossa) da cui si distacca il materiale per fenomeni di scorrimento, il detrito prodotto dallo scorrimento stesso (campitura puntinata), la parte di detrito rimobilizzato per processi di colamento lento (campitura tratteggiata), il detrito ulteriormente mobilizzato tramite processi colluviali e/o di flusso detritico tipo debris flow (campitura a graticcio).

14.1.3 Forme, processi e depositi per acque correnti superficiali

14.1.3.1 Solco di erosione concentrata

I solchi di erosione concentrata sono molto frequenti e di notevole importanza soprattutto sui

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> <i>AM0217_F0.doc</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20/06/2011</i>

territori alle spalle dell'abitato di Messina, nell'area del bacino idrografico afferente al torrente Contemplazione, in prossimità degli sbocchi delle principali fiumare sul lato tirrenico dell'area in studio; sono meno diffusi nell'area meridionale del messinese. Essi, sviluppati in prevalenza lungo la linea di massima pendenza dei versanti impostati su materiali del basamento e/o sui conglomerati poligenici e marne argillose mioceniche, rivestono un ruolo molto importante in quanto, oltre ad essere un ulteriore elemento che testimonia l'intensa attività geomorfologica in atto, contribuisce in modo significativo alla morfogenesi dell'area. L'azione dei solchi di erosione concentrata si sviluppa principalmente a partire dalle testate delle zone in frana e/o degradazione che, essendo zone di svuotamento e quindi di concavità nell'ambito dei versanti, rappresentano zone che favoriscono la concentrazione e, quindi, l'incanalamento delle acque di precipitazione diretta e di run-off. Di notevole importanza è proprio la relazione che intercorre tra tali solchi e le scarpate di degradazione e/o di frana: da un lato i solchi rappresentano il processo di rimozione e trasporto del detrito prodotto dalle suddette scarpate fino alle sottostanti rotture di pendio dove contribuiscono alla formazione di depositi quali i coni alluvionali, colluviali o di origine mista, d'altro canto l'azione erosiva stessa delle acque incanalate nei solchi favorisce, tramite lo scalzamento che ne consegue, l'attività e la produzione di detrito dalle scarpate. In altre parole, i solchi di erosione concentrata possono rappresentare, in concomitanza di eventi parossistici della loro attività e laddove sono sottesi alle scarpate di degradazione e/o di frana, i canali entro cui si esplica il trasporto del materiale secondo processi di flusso detritico incanalato, dotati anche di elevato potenziale erosivo lungo il percorso su pendenze significative.

14.1.3.2 Deposito alluvionale

Con apposita simbologia sono stati indicati sulla carta geomorfologica i depositi alluvionali. Questi sono presenti nei fondovalle dei torrenti principali e interessano tutte le fasce costiere dell'area in studio, intensamente urbanizzate.

14.1.4 Forme, processi e depositi marini

14.1.4.1 Orlo di terrazzo marino

I terrazzi di origine marina rappresentano senz'altro l'elemento morfologico più vistoso e distintivo dell'intera area analizzata. L'alternanza fino ad alte quote tra superfici sub-pianeggianti o comunque a debole inclinazione e scarpate morfologiche di varia altezza e comunque acclivi è

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

infatti il risultato della combinazione tra uplift quaternario e variazioni glacio-eustatiche del livello del mare, che hanno caratterizzato l'area a partire dal Pleistocene e fino all'Olocene, determinando fasi di stazionamento del livello del mare e fasi di sollevamento con tassi molto elevati. La formazione delle superfici terrazzate, in particolare, è legata all'abrasione marina durante fasi di stazionamento del livello del mare, sulle quali si è poi avuta la deposizione dei sedimenti prevalentemente ghiaioso-sabbiosi che le ricoprono. Le scarpate di raccordo tra le varie superfici sub-pianeggianti rappresentano invece le falesie formatesi lungo le paleo-linee di costa durante le fasi di sollevamento più intenso. L'indizio geomorfologico più importante che testimonia tali processi è rappresentato, oltre che dalle superfici a bassa inclinazione, dagli orli delle scarpate (paleo-falesie) che bordano verso valle i vari ordini di terrazzi. E' da rilevare tuttavia che, soprattutto nel caso delle scarpate con maggiori dislivelli, l'andamento plano-altimetrico degli orli di terrazzo risente dei processi erosivi che inevitabilmente si vengono a sviluppare su siffatte forme, proprio perché dotate di acclività ed energia di rilievo non trascurabili. Ciononostante, laddove si riconosce una certa unitarietà della forma e si riscontrano situazioni di circa-parallelismo con l'andamento del limite dei depositi di terrazzo marino (evidenza stratigrafica del bordo interno del terrazzo), si è deciso di evidenziare l'origine marina di questi orli di scarpata, privilegiando così un'accezione "gerarchica" nell'attribuzione del processo morfogenetico.

Numerosi Autori hanno lavorato su riconoscimento e datazione dei terrazzi marini e, quindi, sulla stima dei tassi di uplift quaternario.

E' da rilevare che, talvolta, i terrazzi marini sono presenti come lembi residui, essendo stati parzialmente smantellati principalmente dall'erosione da parte delle acque incanalate che hanno profondamente inciso il paesaggio a seguito proprio delle variazioni del livello di base.

Sono diffusi in particolar modo nella zona dell'Annunziata dove mostrano un allineamento nord ovest-sud est; sullo sperone di Capo Peloro sono dislocati un po' ovunque, in particolar modo bordano le zone prospicienti la costa tirrenica con andamento est-ovest, mentre sono assenti sul lato ionico, in corrispondenza di Pantano Piccolo e Pantano Grande; sono stati cartografati anche nell'abitato di Messina dove si osservano sia piccoli lembi di terrazzi che forme un po' più estese che si affacciano sui depositi alluvionali.

14.1.4.2 Deposito di spiaggia

Sulla carta geomorfologica è riportata con apposita campitura l'estensione dei depositi di spiaggia che segnano la copertura deposizionale del terrazzo marino più recente.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Tali depositi bordano con continuità tutta la fascia costiera dell'area di studio eccezion fatta per l'area del messinese, dove i depositi di spiaggia occupano solo un tratto della fascia costiera, interessata soprattutto da depositi alluvionali.

14.1.5 Forme, processi e depositi antropici

14.1.5.1 Area estrattiva

Piuttosto diffuse e talora anche di estensione significativa sono le aree dove si svolge o si è svolta l'attività estrattiva delle sabbie e ghiaie di Messina. Tale attività ha comportato e tuttora localmente comporta modificazioni del paesaggio che possono essere più o meno significative a seconda dell'estensione dell'area di cava.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Propensione al dissesto: metodologia e risultati

15 Considerazioni generali

Il concetto di "Propensione al dissesto" è affine a quello di pericolosità o vulnerabilità: ha natura probabilistica sul verificarsi di un evento e non contempla il corrispondente danno economico. Tutti i metodi finalizzati alla mappatura della franosità potenziale fanno riferimento ad un unico modello concettuale, basato sull'individuazione di fattori connessi direttamente ed indirettamente all'instabilità dei versanti, nonché sulla valutazione dell'importanza relativa di tali fattori nel creare condizioni di instabilità.

Si individuano come elementi che concorrono all'instabilità dei versanti:

- fattori esogeni: condizioni climatiche come, ad esempio, il regime pluviometrico.
- fattori endogeni: legati alla dinamica della crosta terrestre, ad esempio gli eventi sismici.
- fattori fisici del territorio: pendenza, esposizione, caratteristiche delle coperture litologiche, giacitura delle formazioni geologiche.

La metodologia proposta è stata sperimentata nel 1977 da Amadesi et alii, nel 1978 e nel 1985 da Amadesi e Vianello ed adottato dalla Regione Emilia Romagna per la realizzazione di una carta della propensione al dissesto. Gli autori hanno fornito, infatti, una guida per la realizzazione di una carta della stabilità dei versanti; essa ha lo scopo di permettere la compilazione di una carta previsionale, a scala medio-grande, della stabilità dei versanti per mezzo dello studio delle foto aeree, integrata da rilievi sul terreno, seguendo una metodologia semplice ma nello stesso tempo completa e ben definita in tutti i particolari.

Tale metodo, opportunamente modificato, tiene conto di alcune informazioni sul territorio quali la costituzione litologica, la giacitura degli strati, l'acclività dei versanti e il tipo di copertura vegetale che ridimensiona il grado di certe situazioni incerte. La modifica sostanziale deriva dall'introduzione, all'interno della matrice "litologia", dei movimenti franosi censiti nell'ambito del progetto, i quali delineano meglio l'aspetto geomorfologico del territorio.

Nello specifico, le frane vengono inserite nell'ambito della matrice litologia, nella prima classe "Roccia incoerente priva di qualunque struttura in condizione di indifferenziato caotico", ove assumono un peso pari ad 1.

Da un punto di vista pratico, l'operazione della costruzione della carta, tramite l'utilizzo del programma Arcgis 9.3, è stata realizzata attraverso la sovrapposizione dei tematismi ritenuti utili e

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

funzionali alla definizione delle classi di propensione al dissesto. In particolare sono state acquisite e sovrapposte la carta topografica, quella geologica e la carta geomorfologica (con riferimento ai soli movimenti franosi esistenti); quindi, sono state delimitate aree omogenee per caratteri clivometrici, morfologici e geologici. Successivamente sono stati attribuiti i diversi pesi alle singole componenti analizzate, includendo anche la giacitura degli strati.

Infine, così come mostrato in tabella 1 a tre entrate, si attribuisce ad aree omogenee dal punto di vista litologico, dell'acclività e della giacitura degli strati, un valore numerico dato dall'interazione dei tre fattori.

Quindi considerando la carta dell'uso reale del suolo redatta nell'ambito del progetto, sono stati attribuiti i pesi dovuti all'influenza delle diverse coperture vegetazionali e di uso del suolo.

Tale peso, che rappresenta il valore dell'impedenza relativo alla copertura vegetale e quindi alle opere positive o negative dell'uomo, viene sommato algebricamente al valore precedentemente ottenuto dall'incrocio dei tre fattori sopra descritti (litologie, pendenze e giaciture).

La sovrapposizione dei diversi layer tramite l'utilizzo di un sistema GIS, ha consentito la stesura della carta finale della propensione al dissesto.

15.1 Litologia

La litologia è una delle variabili più discriminanti per distinguere le aree instabili. Occorre considerare, non solo la natura litologica dei terreni affioranti ma anche tutta una serie di caratteristiche fisiche che vanno dalla compattezza o grado di cementazione alla porosità, dall'angolo di attrito interno alla coesione, alla presenza di strutture sedimentarie e tettoniche. La distinzione di fondo contemplata in questa classificazione è tra rocce coerenti, incoerenti, pseudocoerenti e semicoerenti, dove per rocce coerenti si intendono i cosiddetti materiali lapidei caratterizzati da elevati valori di della resistenza meccanica e del modulo di elasticità. Le rocce incoerenti sono invece rappresentate da quei materiali sciolti che hanno coesione uguale a zero. Per rocce pseudocoerenti e semicoerenti si intendono infine quelle con caratteristiche fisico-meccaniche intermedie rispetto a quelle considerate in precedenza.

Su questa base è stato possibile individuare 10 classi litologiche:

- Gruppo litologico
 - Roccia incoerente priva di qualunque struttura in condizione di indifferenziato caotico (es. argille scagliose)
 - roccia pseudocoerente con sporadiche intercalazioni di roccia coerente (es. argilliti con strati intercalati di natura calcarea e arenacea)

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- roccia coerente con o senza stratificazione, sovrastante a roccia semicoerente o pseudocoerente o comunque di minor coesione (es. calcari, arenarie, lave sovrapposti ad un substrato argilloso);
- roccia pseudocoerente non stratificata o con stratificazione poco accentuata (es. argille e limi);
- roccia incoerente (es. ghiaie più o meno sabbiose, sabbie, detriti e suoli sciolti);
- roccia semicoerente (es. arenarie poco cementate o friabili, tufi vulcanici poco cementati, calcari, arenarie, graniti, basalti, ecc. intensamente e minutamente fratturati e fessurati; filladi, micascisti)
- roccia coerente o pseudocoerente a strati alternati (flysch arenaceo-marnoso-argilloso e calcareo-marnoso-argilloso);
- roccia coerente con sottili interstizi di roccia semicoerente o pseudocoerente (es. arenarie o calcari con intercalazioni argillose o marnose);
- roccia coerente stratificata (calcari, arenarie, gneiss)
- roccia coerente, massiccia (calcari, dolomie, graniti) e clastiti cementate (breccie, conglomerati)

A ciascuna classe è stato assegnato un peso così come riportato in tabella:

Classe litologica	Peso
Roccia incoerente priva di qualunque struttura in condizione di indifferenziato caotico e movimenti franosi	1
roccia pseudocoerente con sporadiche intercalazioni di roccia coerente	2
roccia coerente con o senza stratificazione, sovrastante a roccia semicoerente o pseudocoerente o comunque di minor coesione	3
roccia pseudocoerente non stratificata o con stratificazione poco accentuata	4
roccia incoerente	5
roccia semicoerente	6
roccia coerente o pseudocoerente a strati alternati	7

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

roccia coerente con sottili intestarti di roccia semicoerente o pseudocoerente	8
roccia coerente stratificata	9
roccia coerente, massiccia e clastiti cementate	10

15.2 Giacitura degli strati

L'andamento geometrico di uno strato roccioso rispetto al pendio riveste un'importanza fondamentale al fine di definire la stabilità per lo meno teorica di un versante e cioè la probabilità che uno strato possa scivolare per gravità sul suo substrato. L'orientamento delle superfici di discontinuità presenti in una unità litologica, rispetto al sistema valle-crinale, ci fornisce un primo dato sulle condizioni più o meno favorevoli di stabilità del pendio, sia che si tratti di stratificazione che di scistosità e di fessurazione.

La giacitura viene definita a sua volta dall'immersione, dall'inclinazione del piano di stratificazione e dalla direzione.

- Giacitura
 - Unità litologiche prive di strutture ed in condizioni di massima caoticità ed eterogeneità
 - Strati fortemente piegati, fratturati, rovesciati e con giacitura caotica
 - Strati a franapoggio (inclinazione strati da 30° a 60°); strati a traverpoggio ($\varphi=30^\circ-60^\circ$; $\alpha=0-10^\circ$);
 - Strati a reggipoggio con fessurazione a franapoggio;
 - Strati a franapoggio (inclinazione degli strati da 5° a 30°); strati a traverpoggio ($\varphi=5^\circ-30^\circ$; $\alpha=0-10^\circ$);
 - Strati a traverpoggio ($\varphi=30^\circ-60^\circ$; $\alpha=10-60^\circ$);
 - Strati a traverpoggio ($\varphi=5^\circ-30^\circ$; $\alpha=10-60^\circ$);
 - Strati verticali (inclinazione strati tra 85° e 90°);
 - Strati a franapoggio (inclinazione strati da 60° a 85°); strati a traverpoggio ($\varphi=30^\circ-60^\circ$; $\alpha=60-90^\circ$);
 - Strati orizzontali (inclinazione strati da 0° a 5°); strati a traverpoggio ($\varphi=5^\circ-30^\circ$; $\alpha=10-60^\circ$);
 - Strati a reggipoggio e rocce massicce prive di stratificazione

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

I pesi attribuiti in funzione della giacitura al valore di instabilità sono riportati in tabella:

Classe di giacitura degli strati	Peso
Unità litologiche prive di strutture ed in condizioni di massima caoticità ed eterogeneità	1
Strati fortemente piegati, fratturati, rovesciati e con giacitura caotica	2
Strati a franapoggio (inclinazione strati da 30° a 60°); strati a traverpoggio ($\varphi=30^\circ-60^\circ; \alpha=0-10^\circ$)	3
Strati a reggipoggio con fessurazione a franapoggio	4
Strati a franapoggio (inclinazione degli strati da 5° a 30°); strati a traverpoggio ($\varphi=5^\circ-30^\circ; \alpha=0-10^\circ$)	5
Strati a traverpoggio ($\varphi=30^\circ-60^\circ; \alpha=10-60^\circ$)	6
Strati a traverpoggio ($\varphi=5^\circ-30^\circ; \alpha=10-60^\circ$)	7
Strati verticali (inclinazione strati tra 85° e 90°)	8
Strati a franapoggio (inclinazione strati da 60° a 85°); strati a traverpoggio ($\varphi=30^\circ-60^\circ; \alpha=60-90^\circ$)	9
Strati orizzontali (inclinazione strati da 0° a 5°); strati a traverpoggio ($\varphi=5^\circ-30^\circ; \alpha=10-60^\circ$)	10
Strati a reggipoggio e rocce massicce prive di stratificazione	11

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

15.3 Pendenza

La pendenza del versante è la variabile morfologica più influente sulla stabilità del pendio. Una maggiore inclinazione del versante favorisce l'erosione superficiale e quindi la facilità di trasporto a valle dell'acqua; tale fenomeno, dovuto alla gravità, determina il trasporto di porzioni di suolo, di materiale detritico e di frammenti litologici distaccatisi dalla roccia in posto. Il diminuire della pendenza dei versanti, invece, rallenta il flusso dell'acqua, favorendo invece eventuali fenomeni chimici e chimico-fisici di alterazione dei suoli e del substrato litologico.

- <10% Pianeggiante
- 20-10% Molto bassa
- 35-20% Bassa
- 50-35% Media
- >50% Elevata

A ciascuna classe di pendenza è stato attribuito un peso così come riportato in tabella:

Classe di pendenza	Peso
<10%	+2
20-10%	+1
35-20%	0
50-35%	-1
>50%	-2

L'introduzione della carta dell'utilizzazione reale del suolo, che tiene conto sia dei caratteri vegetazionali che antropici, rappresenta il più significativo fattore in grado di modificare il grado di stabilità di un versante.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

15.4 Utilizzazione reale del suolo

Una corretta lettura del territorio ai fini della stabilità deve considerare infine la copertura vegetale e l'attività antropica. Quest'ultima ha fortemente mutato il paesaggio rurale, relegando le superfici boscate su versanti ad elevato gradiente clivometrico ed ubicando le colture agricole più intensive nelle aree morfologicamente più favorevoli e più fertili. Tale tipo di utilizzazione del suolo, porta spesso alla scomparsa della coltre pedogenetica, con messa a nudo del substrato litologico, spesso alterato e fratturato, il quale a sua volta, può essere demolito dall'azione degli agenti atmosferici.

D'altro canto, anche se in minima parte, vi è la valorizzazione del territorio da parte dell'uomo con la bonifica di alcune aree con il rimboschimento, con il consolidamento di versanti franosi, con la sistemazione idraulica dei torrenti, con il terrazzamento, ecc.

Di seguito si riportano le classi di uso reale del suolo che possono influenzare la stabilità di un versante:

- Seminativo semplice e arborato;
- Colture specializzate;
- Prato-pascolo;
- Castagneto da frutto;
- Bosco ceduo non degradato;
- Bosco ad alto fusto;
- Rimboschimento;
- Aree urbane e improduttive;
- Zone sterili e incolte;
- Aree soggette ad attività estrattive.

Per ciascuna classe di uso reale del suolo viene fornito un peso:

Classe di uso reale del suolo	Peso attribuito al grado di instabilità potenziale
Seminativo semplice e arborato	-2
Colture specializzate	-1
Prato-pascolo	0
Castagneto da frutto	0
Bosco ceduo non degradato	+1
Bosco ad alto fusto	+2
Rimboschimento	+1
Aree urbane e improduttive	0

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Zone sterili e incolte	-1
Aree soggette ad attività estrattive	-2

La correlazione litologia-pendenza-giacitura degli strati unitamente all'introduzione (somma algebrica) delle classi di uso del suolo, permette di poter definire 5 classi di instabilità sintetizzate nella carta della propensione al dissesto:

- ❖ 0 – 4 instabilità massima
- ❖ 5 – 8 instabilità forte
- ❖ 9 – 12 instabilità media
- ❖ 13 – 16 instabilità limitata
- ❖ 17 – 25 situazione stabile

16 Propensione al dissesto versante calabro

La Carta della Propensione al Dissesto fornisce indicazioni sulle aree potenzialmente instabili dall'area; nelle sue linee generali il territorio in studio presenta ampie zone ad instabilità limitata o nulla (zone stabili) e lembi di aree con instabilità da massima a media.

Confrontando la potenziale instabilità con la reale distribuzione delle frane, si nota che le aree con la massima concentrazione di frane coincidono con le aree ad alta propensione al dissesto (instabilità massima e forte).

In particolare si nota immediatamente la corrispondenza tra le aree con instabilità massima e forte che si estendono lungo tutta la scarpata parallela alla costa tirrenica e le frane a carattere roto-traslative, più rilevanti in termini di dimensioni, sia attive che quiescenti e non attive, individuate sulla carta geomorfologia sul versante con andamento circa WSW-ENE che borda a monte l'attuale tracciato autostradale.

Altre aree con instabilità massima e forte si rinvengono sia in destra che in sinistra idrografica del fosso di S. Trada, a cui corrispondono altre frane di notevoli dimensioni, quasi francamente traslative.

Altre aree potenzialmente instabili con instabilità da massima a media corrispondono alle numerose scarpate che caratterizzano l'area in studio; si tratta di scarpate di degradazione oltre che di frana che rappresentano il risultato dell'arretramento di alcune porzioni delle parti alte dei versanti che bordano le incisioni vallive (talora anche molto alte ed acclivi) ed alcune parti degli orli dei terrazzi marini.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

In effetti, la pendenza del versante è la variabile morfologica più influente sulla stabilità potenziale di un'area, ma non l'unica.

Infatti, si osserva che ampie aree della zona settentrionale dell'area in studio, ove affiorano il basamento cristallino e i litotipi conglomeratici molto competenti (Conglomerato di Pezzo), pur mostrando gradienti clivometrici molto elevati, sono stati classificati come aree potenzialmente stabili; questa apparente incongruenza dipende dal fatto che nella valutazione della propensione al dissesto, oltre alla pendenza, anche la litologia è una delle variabili più discriminanti per distinguere le aree instabili; nel caso ora analizzato la propensione al dissesto risulta nulla in corrispondenza dei materiali lapidei costituenti il basamento cristallino e delle clastiti parzialmente cementate (conglomerati), essendo questi caratterizzati da elevati valori di resistenza meccanica e del modulo di elasticità.

Nelle aree ove affiorano sabbie e ghiaie della pianura costiera e delle fiumare sono state individuate zone potenzialmente stabili in virtù non tanto della litologia (trattasi di materiali sciolti con coesione nulla a cui corrisponde un grado di instabilità potenziale 5), quanto della pendenza che è nulla o quasi.

Nella porzione centro meridionale - lato ionico- dell'area in studio affiorano, invece, le sabbie e le ghiaie di Messina; queste aree sono state classificate come zone ad instabilità da media a forte, infatti, le litologie presenti sono da considerarsi terre da moderatamente a fortemente addensate, con buona stratificazione, giacitura che presenta tipicamente una inclinazione di 25°-30° verso l'asse dello Stretto di Messina e con cementazione da scarsa ad assente, pertanto caratterizzate da elevata erodibilità, tutte caratteristiche che, associate a gradienti clivometrici medio-alti, specie in loc. Campo Piale dove si osservano a diretto contatto con il substrato cristallino-metamorfoico, concorrono a delineare un ambiente potenzialmente instabile.

Infine, in corrispondenza del complesso conglomeratico-sabbioso dei terrazzi di ambiente prevalentemente continentale, diffusi soprattutto nella parte centrale e meridionale dell'area in studio, il territorio è stato classificato come potenzialmente instabile con instabilità limitata. Si tratta, infatti, di ampie superfici a bassi gradienti topografici disposte a varie quote; non si osserva, in generale, una chiara stratificazione che, tuttavia, quando presente, risulta sub-orizzontale o al più si osserva una debole immersione dei depositi verso mare; dal punto di vista litotecnico, questi depositi rappresentano terre da sciolte a debolmente coesive con cementazione da debole ad assente. 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.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

17 Propensione al dissesto versante siciliano

Dall'analisi della Carta della Propensione al Dissesto per il settore in studio si ottengono importanti informazioni sulle aree potenzialmente instabili. In linea generale il territorio analizzato presenta ampie zone stabili e lembi di aree con instabilità da massima a media concentrate essenzialmente nella zona centrale.

Confrontando la potenziale instabilità con la reale distribuzione delle frane, anche in questo settore le aree con la massima concentrazione di frane coincidono con le aree ad alta propensione al dissesto (instabilità massima e forte).

In particolare si nota immediatamente la corrispondenza tra le aree con instabilità massima che si estendono lungo tutta la scarpata parallela alla costa tirrenica a partire da Capo Peloro e gli orli di scarpate di degradazione più rilevanti in termini di dimensioni e di numerosità, individuate sulla carta geomorfologia sul versante tirrenico, impostate sulla formazione delle sabbie e ghiaie di Messina. Tali aree instabili sono associate, infatti, alle parti alte dei versanti che bordano le incisioni vallive ed alcune parti degli orli dei terrazzi marini, che subiscono arretramento ad opera della concomitanza e successione di processi erosivi e di denudazione che interessano la parte esposta – e quindi più degradata – delle litologie affioranti in tali settori; il risultato è l'individuazione di una zona caratterizzata da flussi detritici anche piuttosto importanti con conseguente accumulo di coltri detritiche o 'depositi colluviali' alla base della scarpata stessa. E' evidente come tali elementi morfologici possano potenzialmente evolvere con fasi parossistiche, cioè movimenti di massa di tipo franoso.

Altre aree potenzialmente instabili con instabilità da massima a media corrispondono alle numerose scarpate di frana che caratterizzano l'area in studio.

Anche in corrispondenza della frana complessa evidenziata in prossimità del ponte Annunziata è stata individuata una zona con potenziale instabilità massima.

Nella porzione centrale - lato ionico- dell'area in studio affiorano estesamente le sabbie e le ghiaie di Messina; queste aree sono state classificate come zone ad instabilità forte, infatti, le litologie presenti sono da considerarsi terre da moderatamente a fortemente addensate, con buona stratificazione, giacitura che presenta tipicamente una inclinazione di 20°-25° verso l'asse dello Stretto di Messina e con cementazione da scarsa ad assente, pertanto caratterizzate da elevata erodibilità, tutte caratteristiche che, associate a gradienti clivometrici medio-alti, concorrono a delineare un ambiente potenzialmente instabile.

Sempre in corrispondenza delle sabbie e ghiaie di Messina, con numerosi lembi di terrazzi marini, nella porzione interna della penisola di Capo Peloro, si evidenzia un'ampia fascia ad instabilità

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

media; qui, a ridurre la potenziale instabilità dell'area rispetto alla fascia ionica, pur affiorando le stesse formazioni litologiche, concorrono pendenze più moderate.

Altre zone ad instabilità da massima a media, di modesta estensione, sono state individuate nella porzione meridionale dell'area in studio, in corrispondenza della zona collinare dell'abitato di Messina, ove affiorano localmente i depositi appartenenti alla successione clastica ed evaporitica del Miocene medio-superiore e più diffusamente quelli della successione del Pliocene Inferiore - Pleistocene medio-superiore (con particolare rif.to alle sabbie e ghiaie di Messina), che mostrano gradienti clivometrici medio-alti.

Sempre in questa zona si osservano in affioramento lembi del basamento cristallino e litotipi conglomeratici molto competenti. Pur mostrando gradienti clivometrici molto elevati queste aree sono state classificate come potenzialmente stabili; questa apparente incongruenza dipende dal fatto che nella valutazione della propensione al dissesto, oltre alla pendenza, anche la litologia è una delle variabili più discriminanti. Dunque la propensione al dissesto risulta nulla in corrispondenza dei materiali lapidei costituenti il basamento cristallino e delle clastiti cementate (conglomerati), essendo questi caratterizzati da elevati valori di resistenza meccanica e del modulo di elasticità.

Nelle aree ove affiorano i depositi alluvionali costituiti da limi, sabbie e ghiaie ovvero lungo i corsi d'acqua e nelle pianure costiere, nonché in corrispondenza delle alluvioni attuali e delle spiagge, sono state individuate zone potenzialmente stabili in quanto caratterizzate da gradienti clivometrici bassi o pressochè nulli. Queste zone sono diffusamente presenti in tutto il territorio analizzato e in particolar modo mostrano maggiore estensione nella penisola di Capo Peloro, ove bordano ampiamente le fasce costiere sia tirrenica che ionica, e scendendo più a sud lungo l'area in studio, oltre alla fascia costiera ionica, in corrispondenza dei torrenti Pace, Annunziata e Giostra, nonché a sud di Messina.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Valutazione della qualità ambientale allo stato attuale

18 Criteri di valutazione della sensibilità della componente

Per sensibilità ambientale s'intende il grado di vulnerabilità, che un ambiente presenta nei confronti di un intervento antropico.

Nel contesto della valutazione ambientale l'indicatore di sensibilità ambientale si riferisce a due distinte situazioni: la prima riguarda la presenza di componenti ambientali potenzialmente sensibili agli impatti generati dalle trasformazioni che il progetto apporta al territorio; la seconda riguarda la presenza di fattori che possono esercitare impatti o rischi sulle attività che il progetto intende allocare sul territorio.

Alla prima categoria appartengono le componenti ambientali tipiche degli ecosistemi naturali, comprese dunque le risorse primarie di acqua, aria e suolo che fanno parte della catena di flussi trofici di materia ed energia e le componenti costitutive della sfera culturale, cioè del patrimonio di memoria materiale incorporato nel territorio e delle caratteristiche distintive del carattere dei vari paesaggi. La sensibilità, pertanto è correlata al valore rappresentato dalla presenza delle suddette componenti.

Nella seconda categoria si annoverano le sensibilità relative ai fattori legati:

- al rischio geologico, cioè al rischio connesso alle dinamiche idrauliche e all'instabilità dei versanti;
- alle pressioni ambientali di origine antropica, cioè a tutte quelle attività che generano fattori di impatto o di rischio per la salute umana.

La sensibilità ambientale verrà individuata attraverso l'identificazione del quadro conoscitivo in cui è sinteticamente rappresentato lo stato del territorio e in cui sono riportate le informazioni disponibili riguardanti le principali interferenze rispetto alle componenti ambientali riconosciute (*Carta delle sensibilità ambientali*). Per la valutazione dell'ambiente iniziale, è indispensabile avere una lettura non statica del territorio: serve, cioè, una lettura del territorio che consenta di identificare i principali elementi di sensibilità ambientale a livello locale, considerando la distinzione tra:

- *elementi di valenza ambientale*: elementi areali, lineari o puntuali di significativo valore intrinseco naturalistico, ecologico, paesaggistico o storico culturale che richiedono uno specifico grado di tutela e salvaguardia;

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- *elementi di vulnerabilità ambientale*: elementi areali, lineari o puntuali particolarmente esposti a rischi di compromissione e degrado per la loro fragilità intrinseca o perché risultano potenzialmente esposti a rischi di compromissione in relazione a determinati fattori di pressione effettivamente o potenzialmente presenti sulle aree in oggetto;

- *elementi di criticità ambientale*: rappresentano elementi areali, lineari o puntuali a cui può essere attribuito un livello più o meno significativo di indesiderabilità per la presenza di situazioni di degrado attuale, o in quanto sorgente di pressioni (attuali o potenziali) significative sull'ambiente circostante.

18.1 Elenco delle aree sensibili e dei fattori di criticità

Elementi sensibili

Di seguito si riportano gli elementi sensibili di valenza, di vulnerabilità e di criticità ambientale per la componente analizzata, elencati in ordine crescente di sensibilità:

Ambiente suolo e sottosuolo

- ❖ aree pianeggianti, aree di versante a debole pendenza e di crinale a sommità appiattita da leggera a media acclività con assenza o debole attività morfodinamica;
- ❖ aree di versante da moderatamente a fortemente acclive caratterizzate da una modesta attività morfodinamica con substrato cristallino
- ❖ aree di cresta stretta e allungata a moderata pendenza con substrato cristallino, caratterizzate da una modesta attività morfodinamica;
- ❖ aree di versante da moderatamente a fortemente acclive caratterizzate da una modesta attività morfodinamica su rocce sedimentarie;
- ❖ aree di cresta assottigliata, aree di versante ad elevata acclività caratterizzate da una attività morfodinamica da media ad alta;
- ❖ versanti ad elevata acclività interessati da una forte attività di versante ed un'alta propensione al dissesto;
- ❖ alvei fluviali caratterizzati da un'elevata attività idrodinamica.

Si evidenzia che nel definire le diverse sensibilità dell'area studiata si pone particolare attenzione alla dinamica di versante e alla propensione al dissesto. La matrice di valutazione della propensione al dissesto oltre alle caratteristiche morfologiche e litologiche tiene conto anche della stratigrafia e in particolare modo della disposizione degli strati.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Sulla base delle conoscenze territoriali desunte dalla cartografia tematica (propensione al dissesto, carta geologica, geomorfologia, topografica, foto aeree), sono state definite attraverso l'utilizzo del programma Arcgis 9.3, delle aree omogenee sulla base dei criteri sopra esposti.

Scale di sensibilità

La sensibilità dell'ambiente alla realizzazione dell'opera è espressa attraverso una scala ordinale in quattro livelli.

La scala di sensibilità tiene conto della porzione più superficiale alterata e degradata del terreno (suolo) e dei litotipi che costituiscono il sottosuolo. Inoltre gioca un ruolo fondamentale la dinamica di versante. La sensibilità è legata inoltre alla capacità di ricostituzione della coltre pedogenetica e alla capacità di rendere il sottosuolo areato, ovvero non compattato, ripristinando le condizioni naturali.

Nella tabella seguente si definiscono i contenuti dei quattro livelli di sensibilità definiti.

Suolo e sottosuolo

bassa	<ul style="list-style-type: none"> • Aree pianeggianti, versanti a debole pendenza e crinali a sommità appiattita da leggera a media acclività con assenza o debole attività morfodinamica, con suoli da poco a moderatamente evoluti
media	<ul style="list-style-type: none"> • Versanti da moderatamente a fortemente acclivi caratterizzati da una modesta attività morfodinamica con substrato sedimentario e suoli poco evoluti; • Creste strette ed allungate a moderata pendenza con substrato sedimentario, caratterizzate da una modesta attività morfodinamica, con suoli poco evoluti • Versanti da debole a moderata pendenza con substrato cristallino con assenza o debole attività morfodinamica, con suoli moderatamente evoluti
alta	<ul style="list-style-type: none"> • Versante da moderatamente a fortemente acclivi caratterizzati da una modesta attività morfodinamica su substrato cristallino, con suoli da poco a moderatamente evoluti; • Creste strette ed allungate a moderata pendenza su rocce cristalline, caratterizzate da una modesta attività morfodinamica, con suoli da poco a moderatamente evoluti; • Versanti ad moderata acclività, con substrato sedimentario interessati da una modesta dinamica di versante, con suoli poco evoluti
molto alta	<ul style="list-style-type: none"> • Versanti ad elevata acclività, con substrato marnoso argilloso interessati da una forte dinamica di versante, con suoli poco evoluti • Detriti di falda e di frana • Alvei fluviali caratterizzati da un'elevata attività idrodinamica

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

In considerazione del fatto che l'intervento in oggetto, essendo un'infrastruttura di trasporto, è caratterizzato da un notevole sviluppo lineare, si evidenzia che il grado di sensibilità della componente può variare lungo il tracciato dell'opera al mutare delle caratteristiche della stessa.

18.1.1 Aree sensibili in Calabria

Nel territorio calabrese le aree a sensibilità molto alta, per quanto riguarda la componente suolo e sottosuolo, ricadono in corrispondenza delle aree di frana attive e/o quiescenti individuate sulla carta geomorfologica di base. Si tratta di aree con un'alta propensione al dissesto che coincidono, in questo caso, anche con aree realmente e non solo potenzialmente instabili. Inoltre nella sensibilità molto alta vengono inclusi tutti quei sedimenti a granulometria fine che mostrano una maggiore propensione al dissesto rispetto ai litotipi affioranti nell'area in studio e che comunque si trovano in corrispondenza di versanti ad elevata acclività. Nello specifico nella carta della sensibilità della componente suolo e sottosuolo, tali depositi si individuano all'estremità centro-orientale dell'area di studio. Anche le principali aste fluviali, quelle caratterizzate da un elevato potere erosivo delle sponde e del fondo alveo, ovvero quelle in grado di modificare il profilo d'asta, ricadono in una sensibilità molto alta.

Le aree a sensibilità alta corrispondono invece alle rocce ignee e metamorfiche afferenti al complesso del Paleozoico che si trovano su versanti ad elevata pendenza. Tali aree sono caratterizzate da suoli da poco a moderatamente evoluti a seconda dei fenomeni erosivi che coinvolgono la coltre pedogenizzata. Laddove la morfologia lo consente, infatti, si hanno suoli che presentano una differenziazione in orizzonti con l'interposizione, tra l'epipedon e l'orizzonte profondo, di un orizzonte di B che può essere di alterazione oppure risulta "inquinato" da materiale piroclastico. Laddove invece agiscono i processi erosivi il suolo si presenta alle prime fasi di evoluzione. Anche i processi morfogenetici sono di modesta entità e possono coinvolgere la porzione alterata e degradata (alterite) della roccia.

Le aree a media sensibilità coincidono invece con le sabbie e ghiaie di Messina e con gli orli dei terrazzi a substrato granitico. In questo caso la caratteristica comune è la presenza di pedotipi molto giovani, poco differenziati in orizzonti. I processi morfodinamici sono di modesta entità e riguardano per lo più i fenomeni di erosione idrica diffusa e concentrata che si innescano lungo i rilievi a substrato sabbioso-ghiaioso.

Le aree a bassa sensibilità sono tipiche delle superfici terrazzate pleistoceniche e delle aree pianeggianti costiere. I suoli si presentano da poco a moderatamente evoluti con orizzonti cambici,

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> <i>AM0217_F0.doc</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20/06/2011</i>

andici e mollici a seconda del processo pedogenetico dominante. In corrispondenza dei corsi d'acqua si rinvennero invece suoli poco evoluti con evidenze di orizzonti tipicamente fluviali.

18.1.2 Aree sensibili in Sicilia

Le aree a sensibilità molto alta si rinvennero in corrispondenza delle zone franose attive o quiescenti, in corrispondenza dei detriti di falda che si rinvennero alla base dei versanti, in corrispondenza del cambio del gradiente clivometrico. Anche in corrispondenza delle principali aste fluviali si individuano delle zone a sensibilità molto alta, in quanto caratterizzate da un'elevata attività idrodinamica.

Le aree a sensibilità alta si rinvennero invece in corrispondenza dei versanti caratterizzati da una pendenza da media ad elevata. Il substrato è rappresentato da sabbie e ghiaie nella parte settentrionale dell'area in studio, mentre procedendo verso sud si ha l'affioramento del substrato Paleozoico rappresentato da gneiss e da metareniti. L'attività morfodinamica è di modesta entità e si configura con il manifestarsi di processi erosivi di diffusione idrica e concentrata.

Le aree a sensibilità media si rinvennero nelle zone meridionali e marginali dell'area in studio. Tali aree coincidono con versanti a media acclività caratterizzati da una modesta attività morfodinamica. I suoli si presentano moderatamente evoluti con un profilo del tipo A-B-C.

Infine le aree a sensibilità bassa corrispondono alle zone costiere, ai fondovalle alluvionali caratterizzati da suoli alle prime fasi di evoluzione.

18.2 Sensibilità alla subsidenza

Discorso a parte merita la definizione della sensibilità della componente 'suolo' riferita alla possibile subsidenza che potrebbe essere indotta dallo scavo delle gallerie stradali e ferroviarie, come conseguenza sia dei volumi persi sia della depressione della falda.

Tramite usuali correlazioni empiriche è stata determinata l'ampiezza dei bacini di subsidenza (bacini trasversali "green field"), in funzione dei valori di ricoprimento in calotta galleria e considerate le caratteristiche dei terreni e delle formazioni attraversate, ovvero i parametri utilizzati sono stati: il volume perso $V_p(\%)$ ed il coefficiente $k(-)$ che è funzione del tipo di terreno. I valori impiegati nelle analisi svolte sono riportati nella Tabella 1. Come si legge in tabella sono stati considerati diversi valori di k , 0.2-0.3 riferito a terreni granulari e 0.4-0.6 riferito a terreni più coesivi,

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

al fine di tener conto della stratigrafia complessa dei terreni interessati dagli effetti indotti dallo scavo. I valori proposti comprendono tutte le situazioni intermedie.

Tabella 1: Parametri utilizzati nelle analisi

Vp (%)	Condizione
0.5	Condizione di limite inferiore rappresentativa del comportamento in zone di scavo interessate da ammassi lapidei.
1.0	Condizione di lavoro (limite inferiore). I risultati permettono di avere un quadro dei possibili effetti indotti dallo scavo nel caso di condizioni di lavoro in linea con le attese progettuali.
1.5	Condizione di lavoro (limite superiore). I risultati permettono di avere un quadro dei possibili effetti indotti dallo scavo nel caso di condizioni di lavoro in linea con le attese progettuali.
2	Condizione di soglia. I risultati permettono di avere un quadro dei possibili effetti indotti dallo scavo nel caso di condizioni di lavoro non ottimali o anomalie localizzate (fronti parzializzati, zone fortemente tettonizzate, presenza di acqua etc.).
k (-)	Terreno
0.2 – 0.3	Terreni prevalentemente granulari
0.4 - 0.6	Terreni prevalentemente coesivi

E' stato così possibile ricostruire le curve delle deformazioni indotte e valutare le fasce di territorio, al contorno dell'impronta della galleria, interessate dal fenomeno, al cui interno si definiscono le aree di sensibilità con la presenza di edifici che possono subire impatti. Ad ognuna delle aree identificate è stato assegnato sempre un valore di sensibilità 'molto alta', tenendo quindi in considerazione non tanto le caratteristiche degli edifici quanto l'intrinseca sensibilità dell'area data dalla presenza di insediamenti, abitativi o meno. Gli edifici ricadenti in tali aree sono stati in seguito raggruppati in relazione alle valutazioni delle classi di danno effettuate con la redazione degli studi specifici relativi alle valutazioni delle subsidenze (elaborati CG0800PRXDCSC00GN00000001B, CG0800PRXDSSC00GN00000001B e CG0800PRXDSCFL2GN00000002B).

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Azioni di progetto e fattori di pressione

19 Descrizione delle azioni di progetto e dei fattori di pressione

L'analisi integrata degli interventi progettuali previsti ha portato alla discretizzazione di ogni variante progettuale in azioni di progetto.

L'operazione di discretizzazione delle opere di progetto, a tale scopo, può essere svolta a partire dalla definizione delle tratte omogenee in variante:

- Ponte, esclusivamente per gli aspetti legati all'innalzamento delle Torri;
- Collegamento ferroviario, lato Sicilia, per l'intera tratta di progetto, comprese le nuove stazioni urbane la cui realizzazione è collegata alla funzione anche di linea metropolitana annessa al collegamento;
- Collegamento stradale, lato Sicilia, per l'intera tratta di progetto;
- Collegamento stradale, lato Calabria, per l'intera tratta di progetto, compreso il Centro Direzionale, per gli aspetti di inserimento nel contesto paesaggistico locale;
- Collegamento ferroviario, detto fascio Bolano, sul versante calabrese;
- Sistema della cantierizzazione, lato Sicilia e Calabria.

Nelle tabelle seguenti, per ogni tratta omogenea in variante si elencano le azioni di progetto discretizzate in modo da facilitare l'analisi delle implicazioni di impatto.

Definizione delle azioni di progetto

PONTE – Torri e Blocco di ancoraggio	
VERSANTE CALABRIA	
In corrispondenza del cantiere CI1	Fondazione Torre Blocco di ancoraggio
VERSANTE SICILIA	
In corrispondenza del cantiere SI1	Fondazione Torre Blocco di ancoraggio

COLLEGAMENTI FERROVIARI	
VERSANTE CALABRIA	
Fascio Bolano	Ramo nord e imbocco in galleria Ramo sud e imbocco in galleria Area di cantiere
VERSANTE SICILIA	

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

In corrispondenza del cantiere SI1	Viadotto Pantano
	Tratto in trincea T01
	Imbocco Galleria S. Agata lato Ponte
	Galleria artificiale S. Agata
	Galleria naturale S. Agata
In corrispondenza del cantiere SS1	Fermata Papardo
	Galleria artificiale S. Agata
In corrispondenza del Posto di manutenzione e cantiere SIPM	Imbocco Galleria Sant'Agata lato Messina
	Tratto in trincea T02
	Posto di manutenzione
	Imbocco Galleria Santa Cecilia lato Ponte
	Galleria artificiale Santa Cecilia
	Galleria naturale Santa Cecilia
In corrispondenza del cantiere SS2	Fermata Annunziata
In corrispondenza del cantiere SS3	Fermata Europa
	Galleria artificiale Santa Cecilia
	Imbocco Galleria Santa Cecilia lato Messina

COLLEGAMENTI STRADALI	
VERSANTE CALABRIA	
Asse A e A accelerazione (dal Ponte verso Salerno/Nord)	Tratto in rilevato RA01
	Viadotto di accesso
	Imbocco Galleria lato Ponte
	Galleria naturale Piaie
	Imbocco Galleria lato Salerno
	Tratto in rilevato RA02
Asse B (dal Ponte verso Reggio Calabria/Sud)	Tratto in rilevato RA01
	Viadotto di accesso
	Imbocco Galleria lato Ponte
	Galleria naturale Piaie
	Imbocco Galleria lato Salerno
	Tratto in rilevato RA02
	Tratto in trincea TB01
	Imbocco Galleria lato Ponte
	Galleria naturale Pian di Lastrico
	Imbocco Galleria lato Reggio Calabria
	Tratto in trincea TB02
	Galleria artificiale (scatolare)
Viadotto Campanella	
Asse C (da Salerno verso Ponte)	Tratto in rilevato RA01
	Viadotto di accesso
	Imbocco Galleria lato Ponte
	Galleria naturale Piaie
	Imbocco Galleria lato Salerno
	Tratto in rilevato RA02
	Tratto in trincea TB01
	Imbocco Galleria lato Ponte
	Galleria naturale Pian di Lastrico
	Imbocco Galleria lato Reggio Calabria

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
RELAZIONE GENERALE	<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

	Tratto in trincea TB02 Galleria artificiale (scatolare) Viadotto Campanella Imbocco Galleria lato Ponte Galleria naturale Minasi Imbocco Galleria lato Salerno Tratto in rilevato RC01 Viadotto Zagarella 2 Tratto in rilevato RC02 Viadotto Zagarella 1 Ampliamento viadotto Piria Tratto in rilevato RC03 Ampliamento viadotto Prestianni Tratto in rilevato RC04 Ampliamento viadotto Laticogna Tratto in rilevato RC05 Ampliamento viadotto Gibia Tratto in rilevato RC06
Asse D (da Reggio Calabria verso il Ponte)	Tratto in trincea TD01 Imbocco Galleria lato Ponte Galleria naturale Campanella Imbocco Galleria lato Reggio Calabria Tratto in trincea TD02 Viadotto Immacolata Tratto in rilevato RD01 DA VERIFICARE
Rampa E (da Salerno verso Ponte)	Area di sosta e controllo
Rampa F (da Salerno verso Ponte)	Viadotto Polistena Tratto in rilevato RF01
Rampa G (da Salerno verso Ponte)	Tratto in rilevato RG01 Asse L (da Ponte verso Salerno) Tratto in rilevato RL01 Viadotto Campanella
Rampa M da Reggio Calabria verso Ponte	Tratto in rilevato RM01 Tratto in trincea TM01 Viadotto Campanella 2 Tratto in trincea TM02 Viadotto Immacolata
Rampa U verso Ponte	Viadotto Polistena
Centro Direzionale	Centro Direzionale
VERSANTE SICILIA	
Tratto autostradale da Ponte verso Messina	Viadotto Pantano Tratto in trincea T01 Tratto in trincea profonda T02 Area esazione Imbocco galleria Faro Superiore lato Ponte Galleria naturale Faro Superiore Imbocco galleria Faro Superiore lato Messina Tratto in trincea profonda T03 Viadotto Curcuraci Imbocco Galleria Balena II lato Ponte

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

	Galleria naturale Balena II Imbocco Galleria Balena II lato Messina Viadotto Pace Imbocco Galleria Le Fosse lato Ponte Galleria naturale Le Fosse Imbocco Galleria Le Fosse lato Messina Tratti in rilevato R01 Ponte Annunziata Imbocco Galleria Serrazzo lato Ponte Galleria naturale Serrazzo
Svincolo Panoramica	Asse A: tratto in rilevato RP01 Asse B: tratto in rilevato RP02 Asse C: tratto in rilevato RP03 Asse D tratto in rilevato RP04
Svincolo Curcuraci	Rampa 1 (verso autostrada): rilevato RC01 Rampa 1 (verso autostrada): viadotto rampa 1 Rampa 2 (verso autostrada): tratto rilevato RC02 Rampa 3 (da autostrada): tratto in rilevato RC03 Rampa 3 (da autostrada): viadotto svincolo Curcuraci Rampa 4 (verso autostrada): tratto in rilevato R04 Rampa 4 (verso autostrada): viadotto svincolo Curcuraci Rampa 5 (collegamento roatatorio A e B): tratto in rilevato RC05 Ponte rampa 5 Rampa 5 (collegamento roatatorio A e B): tratto in rilevato RC06
Svincolo Annunziata	Rampa 1 (da autostrada): tratto in trincea TA01 Rampa 1 (da autostrada): viadotto rampa 1 Rampa 1 (da autostrada): cavalcavia svincolo Annunziata Rampa 1 (da autostrada): tratto rilevato RA01 Rampa 1 (da autostrada): tratto rilevato RA02 Rampa 2 (verso autostrada): tratto in rilevato RA03 Rampa 3 (verso autostrada): tratto in rilevato RA04

SISTEMA DELLA CANTIERIZZAZIONE	
VERSANTE CALABRIA	
Pontile	CP1 - Pontile Calabria
Cantieri operativi	CI1- Calabria
Cantiere operativo fascio Bolano	Cantiere Bolano
Cantieri logistici	CB1 - Santa Trada
Impianti di produzione inerti	CC1
Impianti di produzione inerti	CRA1 - Melicuccà 1
Sito di recupero e dep. ambientale	CRA2 - Melicuccà 2
Itinerari	P-CN1 Collegamento C11 (torre con area imbocchi gallerie)
	P-CN2 Collegamento C11 (area imbocchi gallerie con bl. ancorag.)
VERSANTE SICILIA	
Pontile	SP1 - Pontile Sicilia
Cantieri operativi	SI1 - Sicilia
	SI2 - Faro Superiore località Serri
	SI3 - Curcuraci
	SI4 - Pace

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

	SI5 - Annunziata SI6 - Contesse SIPM - Magnolia
Cantieri logistici	SB1 - Ganzirri SB2 - Magnolia SB3 - Contesse SB4 - Annunziata
Impianti di produzione inerti	SC1 - Località Curcuraci SC2 - Magnolia SC3 - Località Catanese Sud
Siti di recupero e deposito ambientale	SRA1 - Faro Superiore Nord SRA2 - Bianchi SRAS - Pace SRA3 - Annunziata 2 SRA4 - Venetico SRA5 - Torre Grotta SRA6 - Valdina 1 SRA7 - Valdina 2
Cantieri Stazioni Metropolitane	SS1 - Papardo SS2 - Annunziata SS3 - Europa
Itinerari	P-SN1 P-SN3 Collegamento V-SE2 con SI2 P-SN4 Collegamento V-SA1 piazz. imbocco SI5 e accesso SB4 P-SN5 Collegamento SI4 con SRA3 tramite V-SE5 P-SN6 Collegamento tra SRA2-SRA3-SC3- con V-SE6 e P-SN5 P-SN7 Collegamento SI3 con SRA2 P-SN8 Collegamento tra SRA4-SRA5-SRA6-SRA7 V-SN3 Collegamento SI6 con V-SE9

Definizione dei fattori di pressione ambientale

Il *fattore di pressione ambientale* va inteso come la ripercussione sul territorio di una data azione di progetto, misurabile o esprimibile in termini di possibile alterazione dello stato della componente ambientale.

Per la componente in esame è stato pertanto definito, sulla base della tipologia di interventi previsti, un elenco '*checklist*' dettagliato ed esaustivo dei possibili fattori di pressione che possono conseguire dalle lavorazioni e/o dalle attività previste.

La definizione della checklist a questo livello di valutazione, è fatta a prescindere dalle caratteristiche specifiche del contesto territoriale in cui si inseriscono le azioni di progetto. L'obiettivo di questa fase è, infatti, quello di non trascurare ed escludere a priori nessun tipo di fattore di pressione ambientale tecnicamente e teoricamente ricollegabile alla categoria di interventi progettuali.

Solo, in un secondo momento, mediante l'analisi conoscitiva e la definizione dello stato di

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

qualità/sensibilità della componente è possibile definire la significatività e la pertinenza dei singoli fattori di pressione in funzione dello specifico contesto territoriale.

I fattori di pressione per la componente 'suolo e sottosuolo' sono riportati nella tabella seguente:

COMPONENTE : SUOLO E SOTTOSUOLO (SUC) FASE: COSTRUZIONE	
COD.	DESCRIZIONE
SUC 1	Occupazione di suolo
SUC 2	Rimozione di colture e interruzione del ciclo produttivo pluriennale
SUC 3	Perdita di orizzonti superficiali di maggiore fertilità
SUC 4	Interferenza con il drenaggio superficiale e concentrazione dei deflussi idrici
SUC 5	Interferenza con il drenaggio superficiale e aumento della capacità erosiva delle acque di ruscellamento
SUC 6	Compromissione delle proprietà chimico-fisiche del suolo
SUC 7	Potenziale sversamento sul suolo e sottosuolo di sostanze e materiali inquinanti in corso d'opera
SUC 8	Alterazione della morfologia naturale dei versanti
SUC 9	Possibile innesco di fenomeni di dissesto superficiale e profondo
SUC 10	Smaltimento e stoccaggio materiali e rifiuti
SUC 11	Subsidenza per attività di scavo in sotterraneo

SUOLO - Fase ESERCIZIO

La maggior parte delle azioni progettuali e dei conseguenti fattori di pressione ambientale, si esplicano, con riferimento alla componente in esame, nella fase realizzativa. Anche la presenza e l'ingombro definitivo dell'infrastruttura e la conseguente sottrazione di risorsa hanno luogo, a tutti gli effetti, con l'esproprio dei terreni e la realizzazione dell'opera.

Si precisa, inoltre, che, in un primo momento era stato introdotto quale unico fattore di pressione in fase di esercizio il 'Potenziale sversamento sul suolo e sottosuolo di sostanze e materiali inquinanti', tuttavia ci si è resi conto che il sistema di raccolta e smaltimento delle acque ed eventuali liquidi sversati accidentalmente, previsto dal progetto mitiga l'impatto restituendo, in fase di valutazione, un giudizio di livello sempre 'non significativo'.

Alla fase di esercizio, pertanto, non è ascrivibile alcun fattore di pressione ambientale che possa risultare significativo sul piano degli esiti sulla componente.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

20 Stima della dimensione, tipologia e qualità delle interazioni

SUC1 - Occupazione di suolo

Tutte le opere fuori terra (cantieri, aree di sosta, esazione e manutenzione, trincee, rilevati, gallerie artificiali, imbocchi gallerie) comportano impatti legati a questo fattore di pressione; fanno eccezione le gallerie naturali (per ovvi motivi) e i viadotti che, data la loro struttura, non comportano sottrazione significativa della risorsa 'suolo' (il 'consumo' di suolo è limitato alle sole pile).

Relativamente ai cantieri il previsto ripristino dell'area all'unità d'uso ante-operam eliminerà l'impatto indotto.

Nella formulazione del giudizio di impatto, per questo fattore di pressione sarà tenuto in debito conto anche il livello di pressione antropica: il 'consumo' di suolo, infatti, avrà un peso maggiore in aree caratterizzate da una elevata naturalità piuttosto che in zone già fortemente antropizzate.

SUC2 - Rimozione di colture ed interruzione del ciclo produttivo pluriennale

Tutte le opere fuori terra potrebbero comportare rimozione di colture ed interruzione del ciclo produttivo pluriennale, a seconda dell'uso del suolo ante operam. Per valutare l'applicabilità o meno di questo fattore di pressione, quindi, è stata presa a riferimento la carta dell'uso reale del suolo, che tiene conto dei caratteri sia vegetazionali che antropici.


Le azioni di progetto più critiche su entrambi i versanti relativamente a questo aspetto sono quelle che andranno ad occupare ampie zone attualmente caratterizzate da sistemi colturali e particellari complessi.

SUC3 - Perdita di orizzonti superficiali di maggiore fertilità

Sul versante calabrese i suoli ricadenti nell'area di studio risultano, in parte, fortemente antropizzati in quanto prossimi all'area urbanizzata del centro abitato di Villa San Giovanni. Tuttavia la pedogenesi, nonostante il forte disturbo, è riuscita ad organizzare nuovamente il pedon, si è notato infatti nel profilo sia l'ingressione di sostanza organica, sia l'alterazione spinta del sedimento originario, tanto da obliterare completamente la struttura della roccia madre. In questi suoli, quindi, gli orizzonti superficiali si presentano da poco a moderatamente produttivi.

Sulle superfici terrazzate pleistoceniche, invece, i pedotipi si caratterizzano per l'ingressione di materiale piroclastico, che contribuisce all'arricchimento in sostanza organica.

In Sicilia buona parte dei suoli ricadenti nell'area di studio risultano fortemente antropizzati, in particolare nelle zone prossime all'area urbanizzata del centro abitato di Messina. Qui, come in Calabria, la pedogenesi, nonostante il forte disturbo, è riuscita ad organizzare nuovamente il pedon, con ingressione di sostanza organica e la ricostituzione di orizzonti superficiali di media

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> <i>AM0217_F0.doc</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20/06/2011</i>

produttività.

Nelle restanti zone i pedotipi, in generale, rientrano nell'ambito degli Entisuoli, ovvero suoli alle prime fasi di evoluzione. Qui la sostanza organica si lega difficilmente alla frazione minerale del suolo che presenta, quindi, bassa produttività.

Gli impatti legati a questo fattore di pressione saranno sicuramente maggiori nel versante calabrese, vista la presenza di suoli ad elevata fertilità (ricchi in materiale piroclastico e quindi ad alta produttività).

SUC4 - Interferenza con il drenaggio superficiale e concentrazione dei deflussi idrici

Determinate lavorazioni previste dal progetto, quali scavi, sbancamenti, rilevati, nonché accumulo di terre di scavo nei siti di deposito e recupero ambientale, comportano modifiche alla morfologia dei luoghi, ovvero, variazione del profilo, della superficie di esposizione agli agenti erosivi ed un aumento delle pendenze, e ciò, in generale, si traduce in un'interferenza con il drenaggio superficiale, tale da comportare concentrazione dei deflussi idrici interferiti.

Sia nel caso di sbancamenti che di rilevati un'inadeguata regimazione delle acque superficiali può portare ad una concentrazione dei flussi.

In particolare, gli sbancamenti previsti per la realizzazione delle rampe e degli imbocchi delle gallerie può portare ad una maggiore energia di scorrimento delle acque, con possibili interferenze anche nelle aree poste a valle delle opere.

Specie quando le opere sono poste trasversalmente alle linee di deflusso si registrerà una tendenza a modificare il libero deflusso delle acque circolanti e una inadeguata regimazione delle stesse può portare alla loro concentrazione; l'opera, in tal caso, costituisce un ostacolo alla circolazione delle acque superficiali.

Nei cantieri, inoltre, l'allontanamento delle acque dalla zona di lavoro mediante canalizzazioni artificiali potrebbe determinare la locale concentrazione dei flussi idrici.

SUC5 - Interferenza con il drenaggio superficiale e aumento della capacità erosiva delle acque di ruscellamento

Quando determinate lavorazioni previste dal progetto, quali scavi, sbancamenti, rilevati, nonché accumulo di terre di scavo nei siti di deposito e recupero ambientale (SRA/CRA), comportano sostanziali modifiche alla morfologia dei luoghi, ovvero, variazione del profilo, della superficie di esposizione agli agenti erosivi ed un aumento delle pendenze ed i versanti interessati presentano caratteristiche meccaniche scadenti, si può avere un aumento della capacità erosiva delle acque di ruscellamento con conseguente probabilità di innesco di fenomeni di erosione diffusa e/o di fenomeni franosi veri e propri.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Questo fenomeno interesserà in particolar modo quelle azioni di progetto che interferiranno con versanti suscettibili di erosione, ovvero già interessati da fenomeni di dilavamento, quali quelli costituiti da sabbie e ghiaie di Messina o coltri di alterazione del substrato cristallino o ancora conglomerati debolmente cementati (Conglomerato di Pezzo); in questi casi, infatti, l'aumento dell'energia delle acque circolanti può innescare fenomeni erosivi e degradare ulteriormente le caratteristiche meccaniche dei versanti.

Nel caso dei viadotti con pile realizzate sui versanti (alvei incassati) costituiti da litotipi con caratteristiche meccaniche scadenti, possibili fenomeni erosivi si potrebbero innescare in corrispondenza degli scavi necessari alla realizzazione dei piloni, a causa dell'esposizione del materiale alterato dei litotipi affioranti. Inoltre, fenomeni erosivi si potrebbero innescare in corrispondenza degli scarichi delle opere di canalizzazione ed evacuazione dell'acqua annesse ai viadotti stessi.

SUC6 - Compromissione delle proprietà chimico-fisiche del suolo

Questo fattore trova applicazione in particolare nelle aree di cantiere, nonché negli impianti produzione inerti e nei siti di deposito e recupero ambientale, ove si svolgono attività e si utilizzano/stoccano sostanze che potrebbero alterare la caratteristiche chimico-fisiche del suolo (tessitura, permeabilità, Ph, calcare totale, contenuto in sostanza organica, potere adsorbente, potere tampone, potenziale di ossidoriduzione, capacità di scambio cationico, ecc).

Una tipica attività di cantiere che può comportare degradazione fisica del suolo è ad esempio, il continuo passaggio di mezzi meccanici pesanti, con conseguente peggioramento della struttura e della permeabilità del suolo, che si traduce in un aumento della compattazione.

La degradazione chimica, invece, con conseguente perdita totale o parziale di capacità del suolo a produrre biomassa vegetale, può essere causata dall'impiego di sostanze in grado di modificare la capacità di scambio cationica e il pH del suolo, quali ad esempio cementi, bentonite e sostanze contenenti metalli pesanti.

SUC7 - Potenziale sversamento sul suolo/sottosuolo di sostanze e materiali inquinanti

Questo fattore di pressione trova applicazione in tutte le aree di lavoro, ovvero sarà valutato per tutte le azioni di progetto. La tipologia di inquinanti che potrebbero venire immessi nel suolo/sottosuolo, in base al progetto analizzato che non prevede l'uso di esplosivi, né di poliuretani e altri agenti chimici, derivanti dall'utilizzo di resine bi-componenti e mono-componenti per l'impermeabilizzazione, sono essenzialmente idrocarburi sversati accidentalmente durante le lavorazioni, sostanze usate per le costruzioni (vernici, solventi, ecc.), rifiuti delle numerose

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> <i>AM0217_F0.doc</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20/06/2011</i>

maestranze e, relativamente ai cantieri, anche sostanze inquinanti dovute al funzionamento delle macchine di cantiere (ad es. oli, lubrificanti, ecc.).

SUC8 – Alterazione della morfologia naturale dei versanti

Alcune opere in progetto prevedono inevitabilmente variazioni morfologiche del profilo naturale dei versanti, anche se il progetto ha cercato di armonizzare le geometrie dei vari elementi all'orografia del territorio, puntando al contenimento dei movimenti materia.

Le azioni di progetto che contribuiscono maggiormente a questo impatto sono i tratti in trincea e gli imbocchi delle gallerie; in tali casi lo sbancamento, oltre a modificare il profilo dei versanti, può contribuire ad aumentare la superficie di esposizione agli agenti erosivi, può determinare un aumento delle pendenze e conseguente riduzione delle eventuali già scadenti caratteristiche meccaniche dei depositi.

SUC9 – Possibile innesco di fenomeni di dissesto superficiale e profondo

Durante la realizzazione di opere che comportano, tra l'altro:

- alterazione della morfologia naturale dei versanti, quali sbancamenti, scavi per la realizzazione di gallerie compresi gli imbocchi o tagli di versanti per la realizzazione di trincee, con conseguente aumento dell'energia di rilievo, aumento della superficie di esposizione agli agenti erosivi
- interferenze con il naturale deflusso delle acque superficiali e incremento dell'aggressività delle acque di dilavamento e degli agenti erosivi
- incrementi di pesi nella parte alta dei versanti in equilibrio precario (es. realizzazione di rilevati o viadotti)

in aree già caratterizzate da fenomeni di dissesto sia superficiali legati a crolli e/o ad intenso dilavamento, sia profondi, si può aggravare la situazione e indurre ulteriori dissesti.

In aree che non presentano indizi di instabilità ma che comunque mostrano caratteristiche meccaniche scadenti (sabbie e ghiaie di Messina, coltre di alterazione del substrato cristallino), tali attività, associate ad un aumento dell'energia delle acque di dilavamento con innesco di processi erosivi e ulteriore degradazione delle caratteristiche meccaniche dei terreni (SUC5), può modificarne il già precario equilibrio raggiunto.

In questi casi, si potrebbero innescare fenomeni di dissesto superficiale o profondo, per riduzione delle forze resistenti o aumento delle forze destabilizzanti.

Le situazioni più a rischio, per la Calabria sono gli imbocchi delle gallerie che interessano le sabbie e ghiaie di Messina (Pian di Lastrico lato RC) e quelle che interessano le unità litologiche conglomeratiche da scarsamente a mediamente cementati appartenenti alla formazione del

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Conglomerato di Pezzo (Piale lato SA, Minasi lato SA, Campanella lato RC).

In Sicilia si sottolineano le criticità in corrispondenza delle seguenti opere: gli imbocchi delle gallerie Le Fosse, Balena, Faro superiore, S. Agata e S. Cecilia che sono ubicati in corrispondenza di versanti costituiti dalla formazione delle sabbie e ghiaie di Messina, la trincea profonda T03 in prossimità dello Curcuraci ove è presente una frana attiva per scorrimento roto-traslattivo, viadotto Pace (data la presenza di movimenti franosi, l'eventuale costruzione dei pilastri sui versanti nelle zone di corona potrà determinare un aumento di peso e quindi delle spinte agenti), il ponte Annunziata e tutte le rampe dello svincolo Annunziata (in progetto è situato a valle di di versanti da cui si originano crolli di materiale eterometrico ed è presente una frana attiva di notevoli dimensioni).

SUC10 – Smaltimento e stoccaggio materiali e rifiuti

Questo fattore di pressione è stato preso in esame solo per gli ambiti d'impatto corrispondenti ai siti di deposito e recupero ambientale. In questi siti, infatti, sono previste operazioni di deposito definitivo dei materiali inerti risultati dagli scavi di trincee, fondazioni, gallerie (materiale di smarino) e similari, con realizzazione di rilevati o mediante riempimento di impluvi, secondo un piano esecutivo suddiviso in moduli operativi, congruenti al programma di avanzamento degli scavi in sotterraneo ed alla successione delle lavorazioni per la posa in opera del materiale: scarico, stesa e compattazione.

Questi depositi, al termine dei lavori, saranno oggetto di sistemazione post intervento, mediante regimazione idraulica, opere di stabilizzazione, opere di sistemazione e mitigazione ambientale, finalizzate al ripristino delle attuali destinazioni d'uso, migliorandone, ove possibile, densità e caratteristiche vegetazionali in relazione al contesto pedoclimatico in cui si inserisce l'area e permettere il riutilizzo delle aree di impianto per scopi pubblici.

Durante la progettazione dei depositi si è valutata la possibilità di installare in loco impianti di frantumazione e trattamento delle rocce provenienti dagli scavi, con lo scopo di considerare il più possibile, il reimpiego di eventuali materiali aventi buone caratteristiche fisico/meccaniche (ad esempio per rilevati e/o inerti da calcestruzzo di varia qualità).

Tale impostazione, contribuisce certamente a ridurre l'uso e lo sfruttamento dei siti di estrazione, dunque, ad abbattere ulteriormente l'impatto delle cave sull'ambiente.

Le terre e rocce da scavo stoccate in questi siti potranno essere riutilizzate, sottraendole così alla gestione in regime di rifiuti, se rispetteranno specifiche condizioni dettate dalle norme di riferimento, ovvero D.Lgs 16 gennaio 2008, n. 4 "Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale" che apporta modifiche alla

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> <i>AM0217_F0.doc</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20/06/2011</i>

parte IV del D. Lgs. 152/06 e da ultimo il Decreto Legislativo 3 dicembre 2010, n. 205.

Per i materiali provenienti dallo scavo in sotterraneo che potranno presentare al loro interno ridotte frazioni di cemento (inferiore al 5%) derivante dai preconsolidamenti eseguiti in avanzamento, le destinazioni saranno siti adibiti a discarica di rifiuti speciali non pericolosi (SRAS).

SUC11 – Subsidenza per attività di scavo in sotterraneo

Nell'ambito del progetto definitivo delle gallerie sono state condotte specifiche analisi volte a valutare l'interazione tra gli scavi in sotterraneo e le preesistenze in superficie, in particolare modo con i fabbricati destinati a civile abitazione, per valutarne una possibile subsidenza.

Dapprima si sono applicate le usuali correlazioni empiriche volte a determinare l'ampiezza dei bacini di subsidenza, in funzione dei valori di ricoprimento in calotta galleria e considerate le caratteristiche dei terreni e delle formazioni attraversate; è stato così possibile valutare le fasce di territorio, al contorno dell'impronta della galleria, interessate dal fenomeno (si veda paragrafo 18.2). Si è poi stimata l'entità dei cedimenti, sempre attraverso formulazioni empiriche di letteratura, in funzione del "volume perso allo scavo"; al riguardo è stata condotta una analisi parametrica impiegando diversi valori del volume perso, nell'ottica di una analisi di rischio. Allo scenario caratterizzato dai volumi persi superiori, si sono ritenuti associabili anche gli eventuali fenomeni di subsidenza indotti dall'azione di drenaggio delle gallerie, connessi all'abbattimento della piezometrica ed ai successivi fenomeni di consolidazione. Vi è peraltro da osservare che, essendo la maggior parte dei terreni interessati dall'opera in oggetto poco plastici e perciò poco compressibili, si è ritenuto che gli spostamenti a lungo termine, legati a tali fenomeni di consolidazione, risultassero trascurabili se paragonati a quelli a breve termine.

Nel dettaglio, in Calabria, le analisi condotte per le gallerie autostradali hanno preso in conto l'interferenza verso 112 edifici; sia considerando volumi persi pari all'1.0% del volume di scavo sia con riferimento a volumi persi dell'1.5%, si sono valutate classi di danno inferiori o uguali a 2.

In Sicilia, invece, le principali situazioni di interferenza tra scavi in sotterraneo e preesistenze in superficie si hanno lungo il tracciato delle gallerie ferroviarie S.Agata e S. Cecilia, che sottopassano il centro urbano di Messina, e lungo il tracciato delle gallerie autostradali Le Fosse e Faro, dove le gallerie presentano modesti ricoprimenti in presenza di numerosi fabbricati in superficie. In entrambi i casi la problematica delle subsidenze di lungo termine, legata ad abbattimenti della piezometrica, non sussiste. Infatti nel primo caso lo scavo delle gallerie ferroviarie viene condotto in condizioni di idrostatico, senza drenaggio della falda, data la possibilità di operare al fronte, in camera di scavo della TBM, con pressioni che controbilanciano la pressione idrostatica presente. Nel secondo caso, le gallerie autostradali, nelle tratte interferenti i

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> <i>AM0217_F0.doc</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20/06/2011</i>

fabbricati, vengono scavate nella formazione delle Sabbie e Ghiaie di Messina fuori falda, essendo la quota di falda posta sotto il piano di scavo della galleria.

Le analisi sono state quindi condotte principalmente con riferimento al volume perso legato allo scavo.

Per le gallerie stradali, lo studio del quadro deformativo indotto dallo scavo delle gallerie e la successiva valutazione dei possibili danni sugli edifici è stata svolta ipotizzando una variabilità del Volume perso $V_p=1.0-1.5\%$ e parametro k pari a 0.3. Le analisi hanno consentito di individuare, per ciascun edificio, la relativa classe di danno, da 0 a 5. Per l'ipotesi di volume perso 1.5% si sono presi in considerazione tutti gli edifici la cui classe di danno abbia fornito valori maggiori di 2, definendo in questo modo delle tratte "sensibili" di sottoattraversamento.

Per le gallerie ferroviarie, scavate mediante TBM-EPB, le analisi di rischio sono state condotte considerando valore del volume perso pari a 0,5% e 0,9%; si sono individuate classi di danno 0 – 5, per la galleria S. Cecilia e classi di danno 0 – 3 per la galleria S. Agata.

Infine per quanto attiene all'interferenza tra gli scavi delle stazioni metropolitane Annunziata, Papardo e Europa e la piezometrica, si possono condurre le seguenti considerazioni.

Nell'ambito della stazione Annunziata, gli scavi vengono condotti fino a circa -38 m da piano campagna, con falda che si colloca a circa -15 m da piano campagna. E' prevista l'esecuzione di diaframmi di sostegno degli scavi mediante idrofresa intestati nella formazione di base dei Gessi e delle Argille Gessose estremamente impermeabili. Sono quindi sostanzialmente da escludersi attività di aggotamento durante la realizzazione della stazione; sono state condotte analisi di danno dei fabbricati correlate al comportamento deformativo della paratia che non hanno evidenziato criticità per i fabbricati presenti, anche in ragione della modalità costruttiva adottata (sistema top-down con spostamenti della paratia assai contenuti). Per la realizzazione delle gallerie di stazione, in allargò dalla galleria corrente scudata, si sono previsti consolidamenti diffusi mediante iniezioni; anche in questo caso le analisi numeriche condotte non hanno evidenziato interferenze con i fabbricati.

Per la stazione Europa, scavata all'interno della formazione dei Depositi alluvionali recenti e più in profondità nelle metamorfiti dell'Unità dell'Aspromonte, alquanto fratturati, si è prevista l'adozione di diaframmi realizzati con idrofresa e l'esecuzione di un tampone di fondo allo scopo di evitare aggotamento in fase di scavo, riducendo la permeabilità dello strato di base.

La realizzazione della stazione Papardo non crea problematiche di interferenza con la falda, essendo la piezometrica al di sotto del piano di fondo scavo.

Anche per le stazioni Europa e Papardo sono state condotte analisi numeriche per valutare

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

l'interferenza con gli edifici presenti a piano campagna, le quali hanno evidenziato un impatto minimo sulle preesistenze, confermando l'idoneità degli interventi in progetto.

Le analisi e le valutazioni descritte sono riportate nei documenti allegati al progetto, elaborati CG0800PRXDCSC00GN00000001B (Relazione sulla valutazione delle subsidenze indotte e sui possibili danni agli edifici, opere stradali Calabria), CG0800PRXDSSC00GN00000001B (Relazione sulla valutazione delle subsidenze indotte e sui possibili danni agli edifici, opere stradali Sicilia) e CG0800PRXDSFCL2GN00000002B (Relazione sulla valutazione delle subsidenze indotte e sui possibili danni agli edifici, opere ferroviarie Sicilia).

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Individuazione delle azioni correttive e di controllo

21 In fase di costruzione

21.1 Accorgimenti e misure per la riduzione delle interazioni

Le opere sono state realizzate cercando di limitare le modifiche al profilo attuale dei versanti.

In ogni caso, i possibili fenomeni di instabilità che potrebbero verificarsi durante la realizzazione delle opere previste, che riguardano essenzialmente sbancamenti per la realizzazione dei cantieri, scavi in trincea, scavi delle gallerie e relativi imbocchi, accumuli di materiale di riporto e formazione di sbarramenti, realizzazione pile dei viadotti, sono stati mitigati tramite la previsione di adeguate opere di sostegno e/o protezione e/o drenaggio.

In particolare, per un corretto inserimento delle opere in corrispondenza degli imbocchi delle gallerie ove sono presenti diffuse coltri di alterazione del substrato, le aree interessate sono state oggetto di indagini puntuali e monitoraggi ante operam, ovvero verticali geognostiche, stendimenti sismici, oltre a rilievi geostrutturali di dettaglio e in corrispondenza dell'area in frana, nella zona dell'Annunziata, sono stati installati tubi inclinometrici per il monitoraggio dell'area interessata da un corpo franoso cartografato nel progetto definitivo. Lungo il tracciato stradale sono stati installati altri inclinometri per il monitoraggio dei versanti in corrispondenza di aree individuate come sedi di potenziali instabilità diffuse dalla carta geomorfologica di Progetto definitivo.

Sulla base degli esiti di tali monitoraggi ante operam, ciascun manufatto è stato progettato tenendo conto delle necessarie mitigazioni al fine di ridurre i potenziali impatti con la componente 'suolo e sottosuolo'.

Sono previste ad esempio opere di protezione dai crolli in corrispondenza di alcune scarpate, nonchè disgaggio degli elementi instabili (vedi sito interessato dalla realizzazione del ponte Annunziata).

Relativamente ai viadotti, i pilastri avranno una profondità maggiore rispetto ad eventuali piani di distacco delle frane esistenti o di quelle potenzialmente mobilizzabili (vedi viadotto Pace).

Per la galleria artificiale S. Cecilia è prevista la sistemazione definitiva dei versanti mediante ancoraggi in barra più geocomposito antierosivo rinforzato con rete doppia torsione e reticolo di funi intasato con terreno vegetale e successiva idrosemina.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Per gli imbocchi delle gallerie sono previste opere di contenimento e protezione (terre rinforzate, spritz beton, geostuoie, ecc.) ed eventuali opere di sostegno nel caso in cui durante le fasi di approfondimento si individuassero aree in precario equilibrio.

Relativamente ai fenomeni di concentrazione dei deflussi idrici che si potrebbero verificare in seguito all'interferenza con il drenaggio superficiale e conseguente concentrazione dei deflussi idrici (SUC4) ed eventuale innesco di processi erosivi (SUC5), sono stati considerati con particolare attenzione tutti gli interventi quali, imbocchi delle gallerie, trincee, siti di deposito e recupero ambientale e cantieri, che probabilmente andranno ad interferire con i processi di drenaggio lungo i versanti, mediante opportuni dimensionamenti dei manufatti stessi, opere di canalizzazione delle acque dilavanti, interventi di regimazione delle acque di deflusso superficiale, nonché opere di protezione (geostuoie, terre rinforzate) in corrispondenze delle aree denudate. Opportune opere di regimazione delle acque superficiali saranno realizzate anche in corrispondenza dei piloni dei viadotti realizzati sui versanti.

Sono state previste, inoltre, opportune opere di protezione delle aree di cantiere.

Relativamente ai fattori di pressione SUC1 e SUC2 non sono previsti né prevedibili opere di mitigazione, eccezion fatta per le aree di cantiere e per gli SRA/CRA che, una volta dismessi saranno oggetto di opere di sistemazione finalizzate al ripristino delle attuali destinazioni d'uso, migliorandone, ove possibile, densità e caratteristiche vegetazionali, permettendo, ove possibile, il riutilizzo delle aree per scopi pubblici.

Tali opere saranno finalizzate essenzialmente a riportare i siti alle condizioni pedologiche originali eseguendo le seguenti operazioni:

- Erpicatura profonda per recuperare gli effetti da compattazione indotta dai mezzi pesanti e dai carichi gravanti sul terreno (fattore SUC6);
- Stesa del terreno vegetale precedentemente accantonato in cumuli sulle aree preposte, in genere lungo il perimetro o in luoghi indisturbati della stessa area;
- Ricostituzione delle proprietà agronomiche del terreno mediante ammendanti organici e fertilizzanti od eventuali semine miglioratrici.

Per il fattore SUC3, relativo alla perdita di orizzonti superficiali di suolo a maggiore fertilità, sono state previste specifiche misure per la riduzione dei relativi impatti in riferimento non solo alle aree occupate dai cantieri, ma anche a tutte le superfici che saranno occupate permanentemente dai manufatti viari; ovvero si provvederà all'accantonamento del terreno vegetale per riutilizzo successivo (sistemazione rilevati, aree di cantiere e discariche).

Per i cantieri e gli SRA/CRA il terreno corticale che sarà scavato per la preparazione della

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

superficie d'imposta con il relativo sistema di drenaggio, sarà opportunamente accantonato e riutilizzato per la copertura vegetale finale del cantiere/deposito stesso.

Relativamente al fattore di pressione 'alterazione della morfologia naturale di versante' sono previste opere di mitigazione finalizzate al recupero e al raccordo con la morfologia naturale del terreno, quali:

- per rilevati e trincee, lungo le scarpate è prevista la stesa di uno strato di terreno vegetale dello spessore minimo di 30 cm con inerbimento superficiale,
- per gli imbocchi delle gallerie, invece, sono previste opere di ripristino morfologico che consentano, ove possibile, l'adozione di forme del portale a 'becco di flauto',
- per la galleria artificiale S. Cecilia, una volta realizzata si avrà il ritombamento dell'opera e la realizzazione di opere a verde sugli sbancamenti non ricoperti.

Relativamente a potenziali sversamenti al suolo di sostanze inquinanti (SUC7) lungo il fronte avanzamento lavori e nei cantieri si prevede di adottare presidi idraulici provvisori durante le lavorazioni critiche, con particolare riferimento alle attività che si svolgeranno nell'ambito del sistema lacustre (Pantani di Ganzirri); inoltre sono previste procedure di pronto soccorso in tutti i casi di sversamento al fine di ridurre i quantitativi del carico inquinante in grado di percolare nei vari livelli del suolo e sottosuolo e ridurre così la possibilità di una eventuale contaminazione della falda.

Relativamente ai cantieri, inoltre, sono previste specifiche misure organizzative e gestionali, quali aree appositamente studiate e dedicate alla manutenzione dei macchinari, aree di stoccaggio dei materiali, il lavaggio gomme per i mezzi in uscita dai cantieri.

Lo scopo è la conservazione delle caratteristiche chimico fisiche del suolo e del sottosuolo e indirettamente la protezione della falda.

Per i siti di deposito e recupero ambientale, le mitigazioni previste dal progetto avranno il ruolo di ricreare le condizioni antecedenti e riequilibrare l'assetto morfologico e paesaggistico.

Nello specifico sono previste opere di protezione e sostegno delle alzate del deposito, da realizzarsi man mano che procede lo stoccaggio, e compattazione del materiale prima della messa a dimora.

In particolare, il sito SRA6 rientra parzialmente, come censito dal PAI, in zona di dissesto; a tal proposito, un primo intervento di risanamento dell'area è già stato eseguito dall'Amministrazione Comunale; l'intervento prevedeva la risagomatura del versante mediante terre armate poste a gradoni successivi. La posa degli inerti per la realizzazione del deposito tenderà a completare questo lavoro di recupero dell'area, ponendo il tutto a completamento della risagomatura del

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

versante.

Lungo lo sviluppo, saranno predisposte opere di protezione idraulica, per lo più mirate alla salvaguardia delle sponde laterali nei confronti della portata di pioggia.

A lavori completati sono previsti inoltre interventi di sistemazione ambientale, finalizzati al ripristino vegetazionale preesistente, oltre naturalmente a tutti gli interventi necessari a garantire la stabilità delle scarpate e la regimazione delle acque di superficie.

Relativamente alla possibile subsidenza, nel caso in cui la classe di danno risulta superiore a 2 si è preventivata l'adozione di sezioni tipo di avanzamento, caratterizzate da interventi atti a limitare il volume perso allo scavo (interventi di consolidamento e presostegno, passo centina ridotto, ...), inoltre, è stata prevista l'adozione di interventi di consolidamento da piano campagna, che, a seguito anche di verifiche mediante analisi agli elementi finiti, si sono mostrati risolutivi nella riduzione dell'impatto sulle preesistenze.

21.2 Misure di monitoraggio e gestione

Le attività di monitoraggio ambientale di area ristretta, previste durante la fase di costruzione, perseguono, nell'ambito di areali definiti in relazione alle singole componenti ambientali, l'obiettivo di misurare e documentare l'evoluzione della situazione ambientale.

Il monitoraggio ambientale costituisce, pertanto, l'insieme delle attività di misurazione mediante le quali viene effettuata la verifica e la sorveglianza delle operazioni che possono avere un impatto ambientale significativo attraverso l'analisi delle potenziali alterazioni dello stato delle componenti ambientali interferite.

Relativamente alla componente 'suolo e sottosuolo' si prevedono i seguenti monitoraggi:

- controllo continuo dei monitoraggi installati ante operam, con particolare riferimento ai tubi inclinometrici in corrispondenza delle aree interessate da corpi franosi, come ad esempio la zona dell'Annunziata
- installazione e monitoraggio di un ulteriore inclinometro nella zona dello svincolo Curcuraci, ove il tracciato stradale interseca una frana cartografata nella 'carta dei dissesti' come 'corpo di frana per scorrimento roto-traslattivo'.

Altre valutazioni e prove saranno eseguite in corso d'opera in funzione delle situazioni che di volta in volta si presenteranno; si tratta dunque di attività di 'gestione', che saranno messe in atto qualora se ne ravvisasse la necessità, quali:

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- prove in sito, di laboratorio ed eventualmente back analysis, delle proprietà meccaniche dei terreni (con particolare riferimento ai litotipi affioranti nei siti di localizzazione dei siti di deposito e recupero ambientale), che mostrano segni di instabilità in corso d'opera;
- verifica dei volumi rocciosi in equilibrio precario mediante rilevamento geologico tecnico in parete o eventuali perforazioni in parete e/o rilievi geofisici, nel caso di fenomeni attivi o potenziali che dovessero interessare l'ammasso;
- verifiche e modellazione di stabilità dei versanti nel caso questi dovessero mostrare situazioni di instabilità o equilibrio precario con evidenti fenomeni di erosione e/o dilavamento diffuso (versanti costituiti da sabbie e ghiaie di Messina, coltri superficiali degradate del substrato cristallino, conglomerati poco cementati e/o alternati a sabbie).

Relativamente alla rimozione di suolo e al previsto accantonamento è prevista la necessaria verifica di qualità prima del riutilizzo dello stesso.

22 In fase di esercizio

22.1 Interventi di mitigazione

Sarà necessario verificare periodicamente le opere eseguite per la mitigazione degli impatti in fase di costruzione e mantenere gli interventi strutturali adottati per la riduzione delle interazioni, ovvero opere di canalizzazione delle acque dilavanti, interventi di regimazione delle acque di deflusso superficiale, nonché opere di protezione e sostegno (geostuoie, terre rinforzate, ecc).

Per i siti di deposito e recupero ambientale sono previste opere di protezione e sostegno delle alzate della discarica, da realizzarsi man mano che procede lo stoccaggio, e compattazione del materiale destinato allo stoccaggio.

In particolare, relativamente ai siti CRA1 e CRA2 (area Melicuccà), i siti, una volta terrazzati e regimentati idraulicamente, si presenteranno abbastanza stabili sia da un punto di vista geotecnico (maggiore stabilità per gli opportuni sgronamenti previsti) che idrogeologico (grazie alla presenza della rinaturalizzazione vegetazionale, ma anche al governo delle acque meteoriche).

22.2 Misure di monitoraggio e gestione

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> <i>AM0217_F0.doc</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20/06/2011</i>

Verifiche periodiche del possibile innesco di fenomeni franosi o tipo colate di detrito, in corrispondenza delle aree che risultano maggiormente suscettibili di fenomeni di instabilità.

Verifiche periodiche delle opere eseguite, nonché le stesse misure di monitoraggio previste per la fase di costruzione al fine di verificare eventuali scostamenti e quindi la necessità di ulteriori interventi.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Valutazione degli impatti residuali

23 Parametri di valutazione della pressione ambientale e della sensibilità

La valutazione degli impatti residuali, ovvero a valle delle mitigazioni già previste nell'ambito del progetto tecnico, si esplica nella formalizzazione del giudizio di impatto basato su due criteri principali: il livello della pressione ambientale e la sensibilità ambientale.

I livelli di pressione ambientale sono espressi in termini di probabilità di accadimento, reversibilità e magnitudo.

La probabilità di accadimento è stata valutata, in linea generale, secondo la seguente scala di valori:

- **C - Certa** probabilità dell'evento/azione di progetto pari al 100 %;
- **A - Alta** probabilità dell'evento/azione di progetto superiore al 70%;
- **M - Media** probabilità dell'evento/azione di progetto dell'ordine del 30 - 50%;
- **B - Bassa** probabilità dell'evento/azione di progetto inferiore al 10%.

La persistenza dell'effetto della pressione ambientale, ovvero la *reversibilità* è definita secondo la seguente classificazione:

- **BT** - breve termine;
- **MT** - medio termine;
- **LT** - lungo termine;
- **IR** - irreversibile.

La *magnitudo potenziale (M)*, intesa come la misura o la dimensione massima dell'alterazione dello stato della componente, attesa come conseguenza dell'azione di un determinato fattore di pressione indotto dagli interventi di progetto sul territorio, è valutata in funzione di **3 livelli** codificati, in ordine crescente, secondo la numerazione **I, II, III**.

L'analisi congiunta della magnitudo potenziale e della probabilità porta alla determinazione dei seguenti livelli di pressione ambientale:

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%; text-align: center;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">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						

Magnitudo potenziate (M)	Probabilità (P)			
	B	M	A	C
I	<i>non significativa</i>	<i>non significativa</i>	moderata	media
II	<i>non significativa</i>	Bassa	media	alta
III	bassa	Moderata	alta	alta

Tab. B: Livello di pressione ambientale- MP

Il livello finale di pressione ambientale viene definito come riportato in Tab. C, non prendendo in considerazione i livelli individuati come *non significativi*:

Pressione ambientale (MP)	Reversibilità (R)			
	BT	MT	LT	IR
bassa	A	C	E	G
moderata	B	D	F	H
media	C	E	G	I
alta	D	F	H	L

Tab. C: Livello di pressione ambientale- MPR

Questa prima fase ha portato alla determinazione del livello di pressione ambientale a prescindere dalla sensibilità del contesto/bersaglio in cui si sviluppa l'alterazione dello stato ambientale di *ante operam*. Solo in un secondo momento con la contestualizzazione della pressione ambientale sul territorio, contraddistinto da livelli di sensibilità diversi, si giunge alla definizione della criticità (o impatto) dell'evento sul comparto ambientale.

Si sottolinea che la definizione della sensibilità della componente analizzata sintetizza e traduce in strumento di valutazione gli esiti delle analisi di caratterizzazione dei sistemi ambientali (si veda paragrafo 8).

Un aspetto da chiarire, a tal proposito, è l'assegnazione della sensibilità; infatti, trattandosi in generale di strutture molto sviluppate linearmente, molto spesso lo stesso ambito di impatto viene a ricadere in zone a diversa sensibilità. In tal caso gli impatti vengono valutati per ciascun fattore di pressione in funzione delle diverse sensibilità.

Incrociando il dato relativo alla pressione ambientale (MPR) con quello della sensibilità (S)

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

dell'ambito territoriale analizzato si arriva alla definizione dell'impatto ambientale, come esplicito nello schema a seguire:

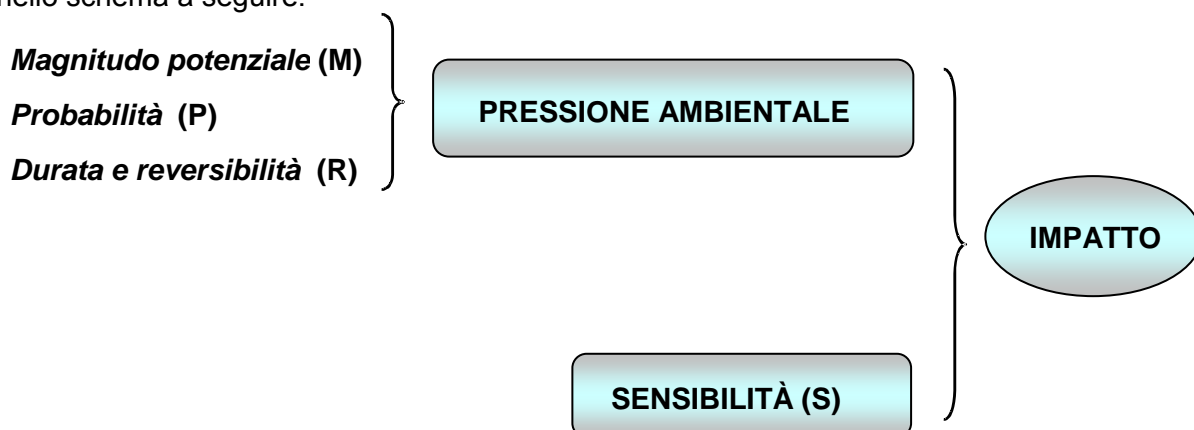


Fig. D: Definizione della formalizzazione del giudizio di impatto

La determinazione dei livelli di impatto a monte delle mitigazioni eventualmente previste in sede progettuale deriva dall'applicazione della seguente matrice di impatto, costruita sulla base del percorso e dei criteri sopra descritti:

Pressione ambientale (MPR)	Sensibilità (S)			
	bassa	media	alta	molto alta
A	Trascurabile	Minore	Medio	Medio
B	Trascurabile	Minore	Medio	Medio
C	Trascurabile	Minore	Medio	Importante
D	Trascurabile	Minore	Medio	Importante
E	Minore	Medio	Importante	Importante
F	Minore	Medio	Importante	Importante
G	Minore	Medio	Importante	Elevato
H	Minore	Medio	Importante	Elevato
I	Medio	Importante	Elevato	Elevato
L	Medio	Importante	Elevato	Elevato

Tab. E: Livello dell'impatto ambientale

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

La determinazione dei livelli di impatto residui, ovvero a valle delle mitigazioni previste in sede progettuale, deriva dall'applicazione della seguente matrice di impatto:

		LIVELLO DI PRESSIONE AMBIENTALE MPR			
		VELOCE	MEDIO	LENTO	IR
POST MITIGAZIONE	alta	ben mitigabile	parzialmente mitigabile	debolmente mitigabile	non mitigabile
	L	D	F	H	L
	H	D	D	F	H
	F	D	D	D	F
	D	D	D	D	D
	media	ben mitigabile	parzialmente mitigabile	debolmente mitigabile	non mitigabile
	I	C	E	G	I
	G	C	C	E	G
	E	C	C	C	E
	C	C	C	C	C
	moderata	ben mitigabile	parzialmente mitigabile	debolmente mitigabile	non mitigabile
	H	B	D	F	H
	F	B	B	D	F
	D	B	B	B	D
	B	B	B	B	B
	bassa	ben mitigabile	parzialmente mitigabile	debolmente mitigabile	non mitigabile
	G	A	C	E	G
	E	A	A	C	E
	C	A	A	A	C
	A	A	A	A	A

Dove i livelli da 'A' ad 'L' corrispondono ancora a quelli riportati in Tab. E.

Gli interventi di mitigazione previsti vengono assegnati ad una delle seguenti quattro classi, in ordine decrescente di mitigabilità:

- Ben mitigabile: se l'intervento previsto consente alla componente ambientale interferita di riacquistare integralmente le caratteristiche che possedeva in condizioni ante operam;
- Parzialmente mitigabile: se l'intervento previsto consente alla componente ambientale interferita di riacquistare solo in parte le caratteristiche che possedeva in condizioni ante operam;
- Debolmente mitigabile: se l'intervento previsto consente alla componente ambientale interferita di riacquistare in minima parte le caratteristiche che possedeva in condizioni ante operam;
- Non mitigabile: se nessun intervento è in grado di ripristinare le caratteristiche che la componente ambientale interferita possedeva in condizioni ante operam.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

I livelli di impatto ambientale sono così discriminati:

Livello	Significato ed effetti
Elevato	Un impatto elevato rappresenta un fattore chiave del processo decisionale. Gli effetti associati a tale impatto sono di ampia scala e/o compromettono lo stato di salute pubblica o la disponibilità di risorse strategiche. Tale livello di impatto corrisponde, inoltre, alla definizione di un atteggiamento di massima cautela nei confronti del livello di confidenza delle analisi previsionali condotte in relazione alle sensibilità specifiche del territorio.
Importante	Indicazione che introduce un elemento di valutazione importante nel processo decisionale in merito all'opportunità di introdurre azioni correttive (ad es. compensazioni). È fondamentale il controllo continuo e sistematico delle azioni progettuali.
Medio	Impatto che non costituisce normalmente un elemento rilevante del processo decisionale ma richiede, in ogni caso, il controllo e la verifica delle stime effettuate (Progetto di Monitoraggio Ambientale)
Minore	Impatti di scala locale segnalati ai fini della corretta definizione della successiva fase progettuale (Sistema di gestione ambientale, definizione di dettaglio della cantierizzazione, ecc.)
Trascurabile	Gli effetti prodotti ricadono all'interno del livello di percezione e dei margini di errore intrinseci alla stima dell'alterazione.

Tab. F: Definizione del livello dell'impatto ambientale

La definizione dei livelli di impatto ha considerato, tanto nella fase di definizione del livello di pressione che nella valutazione delle sensibilità territoriali, il livello di "confidenza" delle previsioni effettuate. I limiti intrinseci che contraddistinguono le analisi che possono essere condotte nella fase progettuale impongono, infatti, un approccio di tipo cautelativo da porre in relazione alle specifiche sensibilità del territorio.

Si riportano nel seguito, per ciascun fattore di pressione analizzato per la componente 'suolo e sottosuolo', i criteri di assegnazione dei diversi valori per i tre sottoparametri prima delineati (Magnitudo, Probabilità e Reversibilità), al fine di valutarne lo stato di alterazione come

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

conseguenza della realizzazione degli interventi in progetto.

SUC1 - Occupazione di suolo

Si comprende come la probabilità dell'evento in esame sia di livello C-certo; il processo è per sua natura irreversibile, eccezion fatta, in linea generale, per i cantieri, i siti di deposito e recupero ambientale e gli impianti produzione inerti i quali, una volta dismessi, verranno ripristinati con metodologie specificatamente studiate, in tal caso alla reversibilità si attribuirà valore MT-medio termine o LT-lungo termine o (solo per gli impianti produzione inerti) BT-breve termine; la magnitudo assume valore decrescente da III a I per occupazioni di suolo di estensione decrescente. Si precisa che il valore di magnitudo III non sarà mai utilizzato in quanto le opere previste (considerate per singole azioni di progetto) non comportano sottrazioni di superfici molto estese; il valore II sarà attribuito, invece, alle aree di cantiere, alle aree di sosta ed esazione, in Calabria, all'ambito in cui ricadrà il centro direzionale e a quegli ambiti in cui si verranno a trovare diversi elementi di progetto, a tutti gli altri ambiti si attribuirà magnitudo I.

SUC2 - Rimozione di colture ed interruzione del ciclo produttivo pluriennale

Si comprende come la probabilità dell'evento in esame, appurata l'esistenza di colture, sia di livello C-certo; il processo è per sua natura irreversibile, eccezion fatta, in linea generale, per i cantieri, i siti di deposito e recupero ambientale e gli impianti produzione inerti i quali, una volta dismessi, verranno ripristinati con metodologie specificatamente studiate; la magnitudo assume valore decrescente da III a I per occupazioni di suolo originariamente adibito a colture, di estensione decrescente.

Valgono analoghe considerazioni fatte per il fattore SUC1.

SUC3 - Perdita di orizzonti superficiali di maggiore fertilità

Si comprende come la probabilità dell'evento in esame, sia di livello C-certo, qualora il sito in condizioni ante operam non risulti antropizzato (in caso contrario questo fattore di pressione non sarà valutabile); il processo è per sua natura irreversibile, eccezion fatta i cantieri, i siti di deposito e recupero ambientale e gli impianti produzione inerti i quali, una volta dismessi, verranno ripristinati con metodologie specificatamente studiate, in tal caso si assegnerà alla reversibilità valore LT- lungo termine in quanto la ricostituzione pedogenetica ante operam è un processo naturale dell'ordine dei decenni, legato all'aggressività climatica e ai processi pedogenetici; la magnitudo assume valore III per perdita di suoli particolarmente produttivi, II per perdita rilevante di suoli con modesta capacità d'uso, a I per perdita modesta di suoli poco produttivi.

SUC4 - Interferenza con il drenaggio superficiale e concentrazione dei deflussi idrici

A questo fattore si attribuisce magnitudo pari a III nel caso in cui l'interferenza con il drenaggio

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

superficiale comporta modifiche significative al regime dei deflussi e all'infiltrazione naturali e richiedono estesi interventi di regimazione; valore II se l'interferenza comporta concentrazione dei deflussi idrici che richiedono interventi di regimazione e limitate modifiche al regime dei deflussi naturali; valore I se l'interferenza comporta concentrazione dei deflussi idrici tale da richiedere limitati interventi di regimazione.

La probabilità è funzione delle caratteristiche dell'opera in progetto e della sua ubicazione e può variare da un livello 'certo' ad un livello BT (di 'breve termine'). Ad esempio nel caso di un'azione di progetto dislocata in un'area che presenti intensi processi di drenaggio superficiale (per presenza di fossi di scolo e/o numerose incisioni che favoriscono l'incanalamento delle acque meteoriche) la probabilità che l'impatto si manifesti sarà 'alta', nel caso in cui l'opera sia ubicata in un'area pianeggiante, prossima alla costa, ove il reticolo di drenaggio superficiale è poco sviluppato, sarà poco probabile l'interferenza qui analizzata.

L'interferenza si considera in genere di media durata (reversibile nel medio termine), in quanto il sistema di drenaggio, qualora interferito, sarà in grado di ristabilire condizioni di naturale equilibrio, o per processi naturali o a seguito di interventi antropici di ripristino.

SUC5 - Interferenza con il drenaggio superficiale e aumento della capacità erosiva delle acque di ruscellamento

A questo fattore si attribuisce magnitudo pari a III nel caso in cui l'interferenza con il drenaggio superficiale comporti un aumento della capacità erosiva delle acque di ruscellamento con probabilità di innesco di erosione diffusa; valore II se l'interferenza comporta un moderato aumento della capacità erosiva delle acque di ruscellamento; valore I se l'interferenza comporta un limitato aumento della capacità erosiva delle acque di ruscellamento.

La probabilità è funzione delle caratteristiche dell'opera in progetto e delle condizioni di erodibilità delle litologie presenti; ad esempio se l'opera comporta modifiche sostanziali all'assetto geomorfologico (imbocco galleria) e la litologia affiorante è costituita dalle sabbie e ghiaie di Messina (in genere poco cementate), è molto probabile che l'interferenza in esame si verifichi.

L'interferenza si considera in genere di breve durata (reversibile nel breve termine), in quanto è possibile limitare o addirittura eliminare i processi erosivi indotti tramite opportuni interventi di ripristino.

SUC6 - Compromissione delle proprietà chimico-fisiche del suolo

A questo fattore si attribuisce magnitudo pari a III se, a seconda delle lavorazioni/attività previste in ciascun sito e in funzione delle tipologie di sostanze che si prevede vengano utilizzate/prodotte/stoccate, si prevede una importante degradazione chimico fisica del suolo; II se

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

la degradazione chimico-fisica è moderata; I se si prevede solo degradazione fisica.

L'effetto ambientale in esame, qualora preso in considerazione, ovvero in presenza di cantieri e di siti di deposito e recupero ambientale è sempre certo, ed è reversibile nel lungo tempo a seguito di processi naturali e/o interventi antropici.

SUC7 - Potenziale sversamento sul suolo/sottosuolo di sostanze e materiali inquinanti

La probabilità che le caratteristiche del suolo/sottosuolo vengano alterate a causa di contaminanti sversati accidentalmente è, data l'accidentalità dell'azione, molto remota e quindi il valore attribuito è sempre "Basso", qualunque sia l'azione di progetto considerata.

Relativamente alla magnitudo si attribuisce sempre valore III, vista la gravità dell'effetto sulla componente 'suolo e sottosuolo'.

L'evento considerato è reversibile, sia perché nei casi di maggior criticità si metterebbero in atto interventi di messa in sicurezza e bonifica, sia perché durante il contatto con il contaminante avvengono processi autodepurativi con il terreno, fino a trasformare e, in alcuni casi, eliminare completamente il contaminante tramite naturali processi chimico-fisici (precipitazione, assorbimento/adsorbimento, scambio ionico, ossidoriduzione, polimerizzazione, ecc)..

In ogni caso (sia per effetto di processi autodepurativi naturali, che per interventi antropici di messa in sicurezza e bonifica), la permanenza dell'inquinante nel corpo d'acqua è temporanea e pertanto alla reversibilità è stato attribuito il valore MT (medio termine).

SUC8 – Alterazione della morfologia naturale dei versanti


Note le caratteristiche strutturali dell'opera e le modalità costruttive adottate, si comprende come la probabilità dell'evento in esame sia di livello C-certo oppure nullo; il processo è per sua natura irreversibile; la magnitudo assume valore I nel caso di modifiche alla morfologia che possono essere efficacemente mitigate, II per modifiche evidenti alla morfologia che possono essere mitigate, III per modifiche sostanziali alla morfologia solo debolmente mitigabili.

SUC9 – Possibile innesco di fenomeni di dissesto superficiale e profondo

Nella valutazione di questo fattore di pressione la magnitudo viene attribuita in funzione del grado di instabilità atteso del versante. La probabilità è funzione delle caratteristiche strutturali e soprattutto delle modalità costruttive adottate, nonché delle caratteristiche geotecniche e dell'assetto geomorfologico delle formazioni potenzialmente interessate dal dissesto.

L'interferenza si considera in genere di media durata (reversibile nel medio termine), in quanto è possibile, previo studio di caratterizzazione del dissesto, ristabilire condizioni di equilibrio del versante tramite opportuni interventi strutturali.

SUC10 – Smaltimento e stoccaggio materiali e rifiuti

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Questo fattore di pressione è valutato solo nell'ambito dei siti di deposito e recupero ambientale CRA/SRA. La magnitudo è posta pari a III per siti che presentano suoli mediamente evoluti, indipendentemente dal substrato litologico, II per siti con suoli poco evoluti e su litologie di sabbia e ghiaia, I per siti fortemente antropizzati, con assenza di suolo.

La probabilità è ovviamente di livello C-certo.

L'effetto è reversibile nel MT-medio termine.

SUC11 – Subsidenza per attività di scavo in sotterraneo

Questo fattore di pressione è stato valutato in corrispondenza delle aree che, a seguito di analisi dei bacini di subsidenza, sono risultate 'molto sensibili' nei riguardi di questo fattore di pressione (riferimento paragrafo 18.2).

La definizione dei parametri di magnitudo, probabilità e reversibilità è stata estrapolata a partire dal livello di danno atteso per ciascuna area di impatto individuata. Nel caso di compresenza, nella stessa area, di edifici per cui risultino classi di danno diverse, si è scelto prudenzialmente di attribuire all'intera area il livello di danno massimo.

Il sistema di classificazione del danno indotto sulle strutture è basato sulla "facilità di riparazione" di quanto visibile, prendendo in considerazione alcuni aspetti quali l'apertura delle fessure, l'inclinazione, i danni ai servizi.

I criteri di classificazione del danno sono basati sulla determinazione della distorsione limite e sulla stima delle deformazioni di trazione generate nelle strutture secondo le formulazioni di bibliografia. Infine, i livelli di danno, definiti secondo la metodologia di Boscardin e Cording (1989), risultano variare tra 1 (intensità del danno trascurabile) e 5 (intensità del danno molto severa).

Per la valutazione dei relativi impatti ci si è basati principalmente su una probabilità di danno desunta dagli studi sulle subsidenze (elaborati CG0800PRXDCSC00GN00000001B, CG0800PRXDSSC00GN00000001B e CG0800PRXDSFCL2GN00000002B). Per gli edifici interferenti che ricadono nelle classi di danno inferiori o uguali a 2 si prevedono danni a carattere estetico/funzionale, danni alle finiture ma non danni strutturali. Dalla letteratura tecnica sull'argomento si deduce infatti che gli edifici che ricadono in tali classi sono da ritenersi non soggetti a danni di rilievo. In tal caso l'impatto si considera 'non significativo', e la probabilità è bassa o media.

Per le classi superiori a 2, invece, si prevedono danni estetico/funzionali (livello di danno 3), funzionali (livello di danno 4) o strutturali (livello di danno 5), e quindi la probabilità e la magnitudo aumentano in connessione con il livello di danno.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

La relazione fra i livelli di danno e i parametri di magnitudo, probabilità e reversibilità è riportata nella seguente tabella:

Livello di danno	M	P	Rev.	Livello di mitigabilità
0	I	B	BT	--
1-2	I	M	BT	--
3	II	M	BT	Parzialmente mitigabile
4	II	A	MT	Parzialmente mitigabile
5	III	A	MT	Parzialmente mitigabile

Le mitigazioni, previste a partire dal livello di danno 3, sono descritte al paragrafo 21.

Una menzione particolare meritano i siti di Melicuccà in Calabria e di Venetico in Sicilia: essendo queste aree destinate a deposito definitivo di materiale inerte proveniente dagli scavi, sono state sottoposte a valutazione degli impatti. La situazione geologica e i caratteri geomorfologici e idrogeologici sono stati delineati in base alla cartografia disponibile e ai dati derivanti dagli studi di settore e dai monitoraggi ambientali ante operam, unitamente alle informazioni di carattere ambientale desunte da sopralluoghi effettuati e alle informazioni di carattere bibliografico acquisite, compresa la consultazione della Carta Geologica d'Italia - scala 1:25.000.

Relativamente a Melicuccà, si è desunto che la conformazione geomorfologica dell'area, frutto di mutamenti superficiali dovuti agli eventi idrologici che si sono susseguiti nel corso dei tempi, è tale che la stessa appaia come una sorta di compluvio naturale, delimitato da spartiacque superiori che a loro volta ne identificano il bacino idrografico di competenza.

Il bacino imbrifero misura circa 0.30 Km² ed è solcato da un'unica asta fluviale che confluisce nel torrente Arena o Acqua di Vina. La superficie del bacino risulta quasi completamente coperta da vegetazione di alto fusto composta da boschi di castagno, querce, robinie e circoscritti uliveti; localmente sono presenti cespugli ed arbusti rappresentati da specie tipiche della macchia mediterranea. Molto rare sono le superfici denudate, che localmente sono soggette ad erosione per dilavamento dell'acqua piovana

In sito è caratterizzato da una morfologia affiorante costituita da terreni sedimentari di natura sabbiosa, o sabbioso – conglomeratica a permeabilità per porosità medio – alta, con un'elevata capacità di infiltrazione. Superiormente, nei settori più pianeggianti del fondovalle, è presente uno strato superficiale di argilla limosa; si tratta di depositi di soliflusso e dilavamento costituiti da argilla sabbiosa-limosa con piccoli ciottoli. A seguito delle analisi di stabilità effettuate, è stata evidenziata

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

la necessità di rimuovere tale strato a causa delle sue scarse proprietà meccaniche. Lo strato da rimuovere ha uno spessore variabile da un valore minimo di 1.70 m ad uno massimo di circa 6.00 m.

La citata sequenza sedimentaria poggia in discordanza stratigrafica su un basamento cristallino di natura granitica, molto alterato e fratturato, che favorisce localmente la circolazione profonda delle acque sotterranee, infiltrate nei terreni sabbiosi.

Il limite inferiore dell'area di deposito cade su un tratto di valle, la cui morfologia presenta un assetto a ripiani terrazzati delimitati da scarpate modellate sul terreno naturale di altezza variabile.

Il quadro che emerge denota un assetto morfologico tendenzialmente stabile, in cui non sono state rinvenute forme di dissesto imputabili a fenomeni esogeni a rapida evoluzione.

I processi di denudazione dei versanti risultano poco incisivi in quanto gli stessi, quasi ovunque sono protetti da una fitta ed efficace copertura vegetale di alto fusto, che limita fortemente l'azione erosiva della pioggia battente.

I processi gravitativi sono molto rari ed appaiono limitati a fenomeni di tipo soil slip (frane superficiali per saturazione e fluidificazione rapida del suolo), che si attivano unicamente solo dopo eventi pluviometrici eccezionali, di breve durata e forte intensità.

I fenomeni di erosione lineare ascrivibili al ruscellamento concentrato dell'acqua piovana, non rivestono particolare rilevanza sull'assetto geostatico dell'area di intervento. Ciò è dovuto alla ridotta estensione della superficie imbriferà ed alla prevalenza nel bacino di terreni sabbiosi ad elevata permeabilità che limitano l'aliquota di acqua piovana disponibile al ruscellamento.

Pertanto il deflusso nell'asta idrografica principale si attiva unicamente dopo eventi piovosi piuttosto intensi e di lunga durata. In ogni caso non assume mai carattere parossistico, come dimostra la totale assenza di forme erosive accentuate lungo il fosso di deflusso.

Il Piano di Assetto Idrogeologico della Calabria (PAI) non individua, in tali aree, dissesti che possono interferire con l'opera in esame.

Dal punto di vista vincolistico, si evidenzia che dalla Tav A.5 del PTCP della Provincia di RC risulta la pressoché inesistenza di Aree protette per l'area interessata.

Inoltre, dalla Tav A.4 del PTCP della Provincia di RC si evince che nell'area di interesse si distinguono coperture agrarie e boschi di latifoglie.

Dalle informazioni desunte al sito di Melicuccà (CRA1 e CRA2) è stato assegnato un livello di sensibilità, relativamente al 'suolo', 'medio'.

L'oggetto delle lavorazioni che interessano tale area è la realizzazione di un deposito permanente di materiale da costruzione in esubero (CRA1 e CRA2), con il vincolo assoluto che, a sistemazione

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

avvenuta, il sito continui a mantenere le caratteristiche di compluvio. In altre parole, la sistemazione del materiale dovrà essere effettuata tenendo conto della pendenza longitudinale del compluvio.

Il riempimento del deposito verrà realizzato in una progressiva successione di stratificazioni di spessore pari a circa 5.00 m.

Venetico in Sicilia sarà sede di 4 siti di deposito e recupero ambientale (SRA4, 5, 6, 7).

Questi siti sono stati progettati a carattere definitivo a seguito delle valutazioni di fattibilità, svolte sia sotto il profilo tecnico che di idoneità da un punto di vista ambientale, tenuto conto delle esigenze di rispetto delle importanti tutele sotto il profilo delle risorse naturali. La fattibilità ambientale è stata quindi principalmente valutata sulla base dei vincoli, delle relazioni con l'edificato residenziale e delle pressioni rispetto al grado di naturalità e di uso del suolo.

Da una analisi morfologica a larga scala la zona in studio presenta pendenze medio basse che tendono a crescere verso monte, mostrando comunque una condizione morfologica generale di stabilità. I siti in oggetto non sono altro che grandi cave di argilla, in buona parte costituite da una depressione morfologica.

La litologia presente in quest'area è rappresentata dall'argilla; in particolare si tratta dell'argilla marnosa grigio-azzurra del pliocene, che presenta spessori superiori ai 100,00 mt. I processi di disaggregazione fisico-meccanica (dilatazioni termiche differenziali per effetto dell'insolazione), legati essenzialmente alle condizioni meteo climatiche, si manifestano in modo evidente nelle zone utilizzate dall'estrazione di argilla, con diffusa fessurazione, probabilmente da imputare al superamento del limite di ritiro (forte essiccamento solare) delle argille. Questi effetti tendono ad allentare le masse esterne dei pendii più esposti alle escursioni termiche e col tempo, congiuntamente ad intrusioni di acque piovane possono determinare dei crolli, e quindi un arretramento progressivo dei pendii stessi; il dilavamento superficiale delle precipitazioni meteoriche genera effetti discontinui nel tempo e di variabile intensità, e tendono a cessare con la fine degli eventi piovosi. Accumuli di acqua stagnate (canneti e conche fangose) si individuano lungo le zone di interesse.

L'influenza delle attività dell'uomo è molto importante sull'instabilità dei pendii, in quanto può determinare la sua diminuzione, il suo aumento o addirittura innescare nuovi dissesti. Dunque un ripristino dei luoghi con il deposito dei materiali inerti porterà ad un miglioramento morfologico del sito interessato dal presente progetto.

Sotto il profilo morfo-strutturale, nell'area rilevata non si riscontrano superficialmente fratture, faglie e cavità che possano pregiudicare la stabilità dell'area. Nei siti in questione non si evidenziano

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> <i>AM0217_F0.doc</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20/06/2011</i>

dissesti in atto o potenziali, eccezion fatta per il deposito SRA6 che, ubicato in località Tracoccia del comune di Valdina, rientra parzialmente in zona di dissesto (come censito dal P.A.I.); a tal proposito, un primo intervento di risanamento dell'area è già stato eseguito dall'Amministrazione Comunale; l'intervento prevedeva la risagomatura del versante mediante terre armate poste a gradoni successivi. La posa degli inerti per la realizzazione del deposito "SRA6" tenderà a completare questo lavoro di recupero dell'area, ponendo il tutto a completamento della risagomatura del versante.

La sensibilità attribuita per il 'suolo' ai siti SRA4, SRA5 e SRA7 è 'bassa', mentre al sito SRA6 è stata attribuita sensibilità 'molto alta'.

24 Definizione delle aree e del giudizio di impatto

Le aree di impatto sono state delimitate per la componente interferita presa in considerazione, considerando un buffer adeguatamente esteso nell'intorno dell'opera, in modo da risultare significativo per l'azione progettuale considerata. Tale buffer risulta più ampio per gli svincoli autostradali e per le zone di cantiere, mentre risulta di estensione più limitata, circa 200 metri, a cavallo degli assi stradale e ferroviario.

La logica adottata ha portato ad assegnare, in una prima fase, un ambito di impatto per ciascun elemento di progetto al fine di avere informazioni puntuali e dettagliate per ciascun fattore di pressione.

Successivamente gli ambiti di impatto sono stati ridefiniti in funzione dei risultati ottenuti:

1- ove l'impatto è risultato non significativo l'ambito è stato eliminato al fine di una migliore restituzione cartografica, analogo criterio è stato adottato per i fattori di pressione riportati in tabella;

2- nel caso in cui in una stessa area coesistevano più azioni di progetto, è stato individuato un solo ambito di impatto, nel quale ciascuna azione di progetto contribuisce singolarmente nella valutazione degli impatti finali, riportando in tabella solo quello di livello più alto.

Le aree così delimitate sono state identificate con S1, S2,...relativamente ai collegamenti stradali, con F1, F2,...relativamente ai collegamenti ferroviari e con 1, 2, 3,... per i cantieri, gli SRA/CRA e gli impianti di produzione inerti.

Si riporta nel seguito un quadro generale dei giudizi di impatto ottenuti per le diverse aree di impatto individuate.

Si premette che i valori di magnitudo, probabilità e reversibilità assegnati per ciascun fattore di

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> <i>AM0217_F0.doc</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20/06/2011</i>

pressione ai diversi ambiti di impatto, sulla base delle indicazioni fornite al paragrafo 21, sono stati desunti, note le principali caratteristiche progettuali (incluse le mitigazioni riportate al paragrafo 19.1), dalle conoscenze dei caratteri geologici e geomorfologici di area vasta (riportati nella presente relazione) e sintetizzati nel parametro della 'sensibilità', dalle risultanze degli studi di settore del progetto definitivo e dagli esiti del "Monitoraggio ambientale, territoriale e sociale ante operam".

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		RELAZIONE GENERALE	<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0

SICILIA																
AREA IMPATTO	SISTEMA DI PROGETTO				AZIONE DI PROGETTO	SENSIBILITA'				FATTORE DI PRESSIONE				FASE	MITIGAZIONE	LIVELLO DI IMPATTO post mitigazione
	Ponte	Coll. Strad.	Coll. Ferr.	Cant.		MA	A	M	B	Magnitudo (M) I - II - III	Probabilità (P) C - A - M - B	Reversibilità (R) BT - MT - LT - IR	TIPOLOGIA			
SF.a					Cantiere Operativo S11, viadotto pantano, torri e fondazioni				x	I	C	IR	SUC 1	C	non mitigabile	minore
									x	I	C	IR	SUC 2	C	non mitigabile	minore
									x	II	C	LT	SUC 3	C	parzialmente mitigabile	trascurabile
									x	II	C	LT	SUC 6	C	ben mitigabile	trascurabile
									x	III	B	MT	SUC 7	C	ben mitigabile	trascurabile
SF.b		x	x	x	Cantiere Operativo S11, Trincea T01, Imbocco Galleria S.Agata Lato Ponte e blocco di ancoraggio		x			II	C	IR	SUC 1	C	non mitigabile	elevato
							x			I	C	IR	SUC 2	C	non mitigabile	elevato
							x			II	C	IR	SUC 3	C	parz. mitigabile	importante
							X			I	A	IR	SUC 4	C	ben mitigabile	medio
							X			II	A	BT	SUC 5	C	ben mitigabile	medio
							x			II	C	LT	SUC 6	C	ben mitigabile	medio
							x			III	B	MT	SUC 7	C	ben mitigabile	medio
							x			I	C	IR	SUC 8	C	parzialmente mitigabile	importante
							x			III	A	MT	SUC 9		ben mitigabile	medio
S1		x			Svincolo Panoramica-Rilevato RP01-RP02-RP03-RP0		x			II	C	IR	SUC 1	C	non mitigabile	elevato
							x			I	C	IR	SUC 2	C	non mitigabile	elevato
							x			I	C	IR	SUC 3	C	parz. mitigabile	importante
							x			I	A	IR	SUC 4	C	ben mitigabile	medio
							x			II	M	BT	SUC 5	C	ben mitigabile	medio
							x			III	B	MT	SUC 7	C	ben mitigabile	medio
							x			II	B		SUC 9	C	ben mitigabile	non signif.
S2		x			Trincea Profonda T02		x			I	C	IR	SUC 1	C	non mitigabile	elevato

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO			
		RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0

						x		II	C	IR	SUC 2	C	non mitigabile	elevato
						x		II	C	IR	SUC 3	C	parz. mitigabile	importante
						x		I	A	IR	SUC 4	C	ben mitigabile	medio
						x		II	A	BT	SUC 5	C	ben mitigabile	medio
						x		III	B	MT	SUC7	C	ben mitigabile	medio
						x		I	C	IR	SUC 8	C	parzialmente mitigabile	importante
						x		III	M	MT	SUC 9	C	ben mitigabile	medio
S3		x			Area di Esazione, Sosta e Controllo, Portale Imbocco Galleria Faro Sup. Lato Ponte	x		II	C	IR	SUC 1	C	non mitigabile	elevato
						x		I	C	IR	SUC 2	C	non mitigabile	elevato
						x		I	C	IR	SUC 3	C	parz. mitigabile	importante
						x		I	A	IR	SUC 4	C	ben mitigabile	medio
						x		II	A	BT	SUC 5	C	ben mitigabile	medio
						x		III	B	MT	SUC 7	C	ben mitigabile	medio
						x		I	C	IR	SUC 8	C	parzialmente mitigabile	importante
S4.a		x			Trincea Profonda T03, Portale Imbocco Galleria Faro Sup. Lato ME e Galleria Balena II Lato Ponte	x		II	C	IR	SUC 1	C	non mitigabile	elevato
						x		I	C	IR	SUC 2	C	non mitigabile	elevato
						x		I	C	IR	SUC 3	C	parz. mitigabile	importante
						x		I	A	IR	SUC 4	C	ben mitigabile	medio
						x		II	A	BT	SUC 5	C	ben mitigabile	medio
						x		I	C	IR	SUC 8	C	parzialmente mitigabile	importante
						x		III	B	MT	SUC 7	C	ben mitigabile	medio
						x		III	A	MT	SUC 9	C	ben mitigabile	medio
S4.b					Svincolo Curcuraci - Rilevato RC01-RC02-RC03-RC04-RC05-RC06 Viadotto Curcuraci		x	II	C	IR	SUC 1	C	non mitigabile	medio
							x	II	C	IR	SUC 2	C	non mitigabile	medio
							x	II	C	IR	SUC 3	C	parz. Mitigabile	minore
							x	I	A	IR	SUC 4	C	ben mitigabile	trascurabile

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		RELAZIONE GENERALE	<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0

						x			III	B	MT	SUC 7	C	ben mitigabile	medio
						x			I	C	IR	SUC 8	C	parzialmente mitigabile	importante
						X			III	A	MT	SUC 9	C	ben mitigabile	medio
F1.a					Trincea T02, Galleria Artificiale S.Agata Lato ME	x			I	C	IR	SUC 1	C	non mitigabile	elevato
						x			I	C	IR	SUC 3	C	parz. mitigabile	importante
						x			I	A	IR	SUC 4	C	ben mitigabile	medio
						x			II	M	BT	SUC 5	C	ben mitigabile	medio
						x			III	B	MT	SUC 7	C	ben mitigabile	medio
						x			I	C	IR	SUC 8	C	parzialmente mitigabile	importante
						X			III	M	MT	SUC 9	C	ben mitigabile	medio
F1.b					Cantiere logistico SB2 e Imbocco Galleria S.Cecilia Lato Ponte		x		I	C	IR	SUC 1	C	non mitigabile	medio
							x		I	C	IR	SUC 3	C	parz. mitigabile	minore
							x		I	A	IR	SUC 4	C	ben mitigabile	trascurabile
							x		II	A	BT	SUC 5	C	ben mitigabile	trascurabile
							X		II	C	LT	SUC 6	C	ben mitigabile	trascurabile
							x		III	B	MT	SUC 7	C	ben mitigabile	trascurabile
							x		I	C	IR	SUC 8	C	parzialmente mitigabile	minore
		x	III	M	MT	SUC 9	C	ben mitigabile	trascurabile						
F2.a					Galleria Artificiale S.Cecilia Lato ME	x			I	C	LT	SUC 1	C	ben mitigabile	medio
						x			I	C	LT	SUC 3	C	parzialmente mitigabile	medio
						x			I	A	IR	SUC 4	C	ben mitigabile	medio
						X			II	M	BT	SUC 5	C	ben mitigabile	medio
						x			III	B	MT	SUC 7	C	ben mitigabile	medio
						x			I	C	IR	SUC 8	C	parzialmente mitigabile	importante
						X			III	M	MT	SUC 9	C	ben mitigabile	medio
F2.b					Imbocco Galleria S.Cecilia Lato ME e		x		I	C	IR	SUC 1	C	non mitigabile	medio
							x		I	C	IR	SUC 2	C	non mitigabile	medio

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO			
		RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0

					Cantiere Operativo SI6			x	I	C	IR	SUC 3	C	parz. mitigabile	minore		
								x	I	A	IR	SUC 4	C	ben mitigabile	trascurabile		
								x	II	A	BT	SUC 5	C	ben mitigabile	trascurabile		
								x	II	C	LT	SUC 6	C	ben mitigabile	trascurabile		
								x	III	B	MT	SUC 7	C	ben mitigabile	trascurabile		
								x	I	C	IR	SUC 8	C	parzialmente mitigabile	minore		
								x	III	M	MT	SUC 9	C	ben mitigabile	trascurabile		
1				x	Cantiere logistico SB1			x	I	C	MT	SUC 1	C	non mitigabile	minore		
									x	I	C	MT	SUC 2	C	non mitigabile	minore	
									x	II	C	LT	SUC 3	C	parz. mitigabile	trascurabile	
									x	I	M		SUC 4	C	ben mitigabile	non signif.	
									x	II	C	LT	SUC 6	C	ben mitigabile	trascurabile	
									x	III	B	MT	SUC 7	C	ben mitigabile	trascurabile	
									x	I	C	MT	SUC 8	C	parzialmente mitigabile	trascurabile	
2				x	Sito di recupero e deposito amb. SRA1			x	I	C	LT	SUC 1	C	non mitigabile	minore		
									x	II	C	LT	SUC 3	C	parz. mitigabile	trascurabile	
									x	II	A	MT	SUC 4	C	ben mitigabile	trascurabile	
									x	II	A	BT	SUC 5	C	ben mitigabile	trascurabile	
									x	II	C	LT	SUC 6	C	non mitigabile	minore	
									x	III	B	MT	SUC 7	C	ben mitigabile	trascurabile	
									x	I	C	LT	SUC 8	C	parzialmente mitigabile	trascurabile	
									x	III	M	MT	SUC 9	C	ben mitigabile	trascurabile	
									x	II	C	MT	SUC 10	C	ben mitigabile	trascurabile	
3				x	Sito di recupero e deposito amb. SRA2		x		I	C	LT	SUC 1	C	non mitigabile	importante		
								x		II	C	LT	SUC 3	C	parz. mitigabile	medio	
									x		II	A	MT	SUC 4	C	ben mitigabile	medio
									x		II	A	BT	SUC 5	C	ben mitigabile	medio

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		RELAZIONE GENERALE	<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0

						x			II	C	LT	SUC 6	C	non mitigabile	importante
						x			III	B	MT	SUC 7	C	ben mitigabile	medio
						x			I	C	LT	SUC 8	C	parzialmente mitigabile	medio
						x			III	M	MT	SUC 9	C	ben mitigabile	medio
						x			II	C	MT	SUC 10	C	ben mitigabile	medio
4				x	Cantiere Operativo SI4			x	I	C	MT	SUC 1	C	non mitigabile	minore
								x	I	C	MT	SUC 2	C	non mitigabile	minore
								x	II	C	LT	SUC 3	C	parz. mitigabile	trascurabile
								x	I	M		SUC 4	C	ben mitigabile	non signif.
								x	II	C	LT	SUC 6	C	ben mitigabile	trascurabile
								x	III	B	MT	SUC 7	C	ben mitigabile	trascurabile
								x	I	C	MT	SUC 8	C	parzialmente mitigabile	trascurabile
5				x	Impianto produzione inerti SC2 e sito di deposito e recupero amb. SRAS			x	II	C	LT	SUC 1	C	non mitigabile	MInore
								x	I	C	LT	SUC 3	C	parz. mitigabile	trascurabile
								x	II	C	MT	SUC 4	C	ben mitigabile	trascurabile
								x	II	A	BT	SUC 5	C	ben mitigabile	trascurabile
								x	II	C	LT	SUC 6	C	non mitigabile	minore
								x	III	B	MT	SUC 7	C	ben mitigabile	trascurabile
								x	I	C	LT	SUC 8	C	parzialmente mitigabile	trascurabile
								x	III	B	MT	SUC 9	C	ben mitigabile	trascurabile
								x	II	C	MT	SUC 10	C	ben mitigabile	trascurabile
6.a				x	Sito di recupero e deposito amb. SRA4-SRA5-SRA7			x	II	C	LT	SUC 1	C	non mitigabile	MInore
								x	I	C	LT	SUC 3	C	parz. mitigabile	trascurabile
								x	II	C	MT	SUC 4	C	ben mitigabile	trascurabile
								x	II	A	BT	SUC 5	C	ben mitigabile	trascurabile
								x	II	C	LT	SUC 6	C	non mitigabile	minore
								x	III	B	MT	SUC 7	C	ben mitigabile	trascurabile

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO			
		RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0

								x	I	C	LT	SUC 8	C	parzialmente mitigabile	trascurabile		
								x	III	M	MT	SUC 9	C	ben mitigabile	trascurabile		
								x	II	C	MT	SUC 10	C	ben mitigabile	trascurabile		
6.b				x	Sito di recupero e deposito amb. SRA6			x	II	C	LT	SUC 1	C	non mitigabile	medio		
				x					x	I	C	LT	SUC 3	C	parz. mitigabile	medio	
				x						x	II	C	MT	SUC 4	C	ben mitigabile	medio
				x						x	II	A	BT	SUC 5	C	ben mitigabile	medio
				x						x	II	C	LT	SUC 6	C	non mitigabile	medio
				x						x	III	B	MT	SUC 7	C	ben mitigabile	medio
				x						x	I	C	LT	SUC 8	C	parzialmente mitigabile	medio
				x						x	III	M	MT	SUC 9	C	ben mitigabile	medio
				x						x	II	C	MT	SUC 10	C	ben mitigabile	medio
7				x	Impianto produzione inerti SC3			x	I	C	BT	SUC 1	C	non mitigabile	medio		
				x					x	III	B	MT	SUC 7	C	ben mitigabile	medio	
8				x	Impianto produzione inerti SC1			x	I	C	BT	SUC 1	C	non mitigabile	trascurabile		
				x					x	III	B	MT	SUC 7	C	ben mitigabile	trascurabile	
9				x	Sito di recupero e deposito amb. SRA3			x	I	C	LT	SUC 1	C	non mitigabile	MInore		
				x					x	I	C	LT	SUC 3	C	parz. mitigabile	trascurabile	
				x					x	II	C	MT	SUC 4	C	ben mitigabile	trascurabile	
				x					x	II	A	BT	SUC 5	C	ben mitigabile	trascurabile	
				x					x	II	C	LT	SUC 6	C	non mitigabile	minore	
				x					x	III	B	MT	SUC 7	C	ben mitigabile	trascurabile	
				x					x	I	C	LT	SUC 8	C	parzialmente mitigabile	trascurabile	
				x					x	III	M	MT	SUC 9	C	ben mitigabile	trascurabile	
				x					x	II	C	MT	SUC 10	C	ben mitigabile	trascurabile	
10				x	Cantiere logistico SB3			x	I	M	MT	SUC 4	C	ben mitigabile	non signif.		
				x					x	III	B	MT	SUC 7		ben mitigabile	trascurabile	

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO			
		RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0

								x	I	C	MT	SUC 8	C	parz. mitigabile	trascurabile
GF.a			x		Galleria ferroviaria S. Cecilia	x			II	M	BT	SUC 11	C	parz. mitigabile	medio
GF.b			x		Galleria ferroviaria S. Cecilia	x			III	A	MT	SUC 11	C	parz. mitigabile	importante
SM.a			x		Stazione metropolitana Europa	x			II	M	BT	SUC 11	C	parz. mitigabile	medio
SM.b			x		Stazione metropolitana Papardo	x			II	M	BT	SUC 11	C	parz. mitigabile	medio
GS.a		x			Galleria Faro Sup.	x			II	M	BT	SUC 11	C	parz. mitigabile	medio
GS.b		x			Galleria Faro Sup.	x			III	A	MT	SUC 11	C	parz. mitigabile	importante

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		RELAZIONE GENERALE	<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0

CALABRIA																
AREA IMPATTO	SISTEMA DI PROGETTO				AZIONE DI PROGETTO	SENSIBILITA'				FATTORE DI PRESSIONE				FASE	MITIGAZIONE	LIVELLO DI IMPATTO post mitigazione
	Ponte	Coll. Strad.	Coll. Ferr.	Cant.		MA	A	M	B	Magnitudo (M) I - II - III	Probabilità (P) C - A - M - B	Reversibilità (R) BT - MT - LT - IR	TIPOLOGIA			
S1		x			Rilevato RC03-RC04-RC05-RC06		x			II	C	IR	SUC 1	C	non mitigabile	elevato
							x			I	C	IR	SUC 2	C	non mitigabile	elevato
							x			II	C	IR	SUC 3	C	parz. mitigabile	importante
							x			I	A	IR	SUC 4	C	ben mitigabile	medio
							x			II	M	BT	SUC 5	C	ben mitigabile	medio
							x			III	B	MT	SUC 7	C	ben mitigabile	medio
							x			II	B	MT	SUC 9	C	ben mitigabile	non signif.
S2		x			Rilevato RC02			x		I	C	IR	SUC 1	C	non mitigabile	medio
								x		I	C	IR	SUC 2	C	non mitigabile	medio
								x		II	C	IR	SUC 3	C	parz. mitigabile	minore
								x		I	A	IR	SUC 4	C	ben mitigabile	trascurabile
								x		II	M	BT	SUC 5	C	ben mitigabile	trascurabile
								x		III	B	MT	SUC 7	C	ben mitigabile	trascurabile
								x		II	B	MT	SUC 9	C	ben mitigabile	non signif.
S3.a		x			Rilevato RA01-RG01-RU01		x			II	C	IR	SUC 1	C	non mitigabile	elevato
							x			I	C	IR	SUC 2	C	non mitigabile	elevato
							x			II	C	IR	SUC 3	C	parz. mitigabile	importante
							x			I	A	IR	SUC 4	C	ben mitigabile	medio
							x			II	M	BT	SUC 5	C	ben mitigabile	medio
							x			III	B	MT	SUC 7	C	ben mitigabile	medio
							x			II	B	MT	SUC 9	C	ben mitigabile	non signif.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

S3.b				Area di sosta e rilevato RF01		x	II	C	IR	SUC 1	C	non mitigabile	medio
						x	I	C	IR	SUC 2	C	non mitigabile	medio
						x	II	C	IR	SUC 3	C	parz. mitigabile	minore
						x	I	A	IR	SUC 4	C	ben mitigabile	trascurabile
						x	II	M	BT	SUC 5	C	ben mitigabile	trascurabile
						x	III	B	MT	SUC 7	C	ben mitigabile	trascurabile
						x	I	C	IR	SUC 8	C	parz. mitigabile	minore
						x	II	B	MT	SUC 9	C	ben mitigabile	non signif.
S4		x		Imbocco Galleria Piale Lato SA	x		I	C	IR	SUC 1	C	non mitigabile	elevato
					x		I	C	IR	SUC 2	C	non mitigabile	elevato
					x		II	C	IR	SUC 3	C	parz. mitigabile	importante
					x		I	A	IR	SUC 4	C	ben mitigabile	medio
					x		II	A	BT	SUC 5	C	ben mitigabile	medio
					x		III	B	MT	SUC7	C	ben mitigabile	medio
					x		I	C	IR	SUC 8	C	parz. mitigabile	importante
					x		III	A	MT	SUC 9	C	ben mitigabile	medio
S5		x		Imbocco Galleria Minasi Lato SA	x		I	C	IR	SUC 1	C	non mitigabile	elevato
					x		I	C	IR	SUC 2	C	non mitigabile	elevato
					x		II	C	IR	SUC 3	C	parz. mitigabile	importante
					x		I	A	IR	SUC 4	C	ben mitigabile	medio
					x		III	A	BT	SUC 5	C	ben mitigabile	medio
					x		III	B	MT	SUC7	C	ben mitigabile	medio
					x		I	C	IR	SUC 8	C	parz. mitigabile	importante
					x		III	A	MT	SUC 9	C	ben mitigabile	medio
S6		x		Imbocco Galleria Campanella Lato RC	x		I	C	IR	SUC 1	C	non mitigabile	elevato
					x		I	C	IR	SUC 2	C	non mitigabile	elevato
					x		II	C	IR	SUC 3	C	parz. mitigabile	importante

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		RELAZIONE GENERALE	<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0

						x		I	A	IR	SUC 4	C	ben mitigabile	medio
						x		II	A	BT	SUC 5	C	ben mitigabile	medio
						x		III	B	MT	SUC7	C	ben mitigabile	medio
						x		I	C	IR	SUC 8	C	parz. mitigabile	importante
						x		III	A	MT	SUC 9	C	ben mitigabile	medio
S7		x			Trincee TB02-TD02-TM02-TM01	x		II	C	IR	SUC 1	C	non mitigabile	elevato
						x		I	C	IR	SUC 2	C	non mitigabile	elevato
						x		II	C	IR	SUC 3	C	parz. mitigabile	importante
						x		I	A	IR	SUC 4	C	ben mitigabile	medio
						x		II	A	BT	SUC 5	C	ben mitigabile	medio
						x		III	B	MT	SUC7	C	ben mitigabile	medio
						x		I	C	IR	SUC 8	C	parz. mitigabile	importante
						x		II	M	MT	SUC 9	C	ben mitigabile	medio
S8.a		x			Area di sosta		x	II	C	IR	SUC 1	C	non mitigabile	medio
							x	I	C	IR	SUC 2	C	non mitigabile	medio
							x	II	C	IR	SUC 3	C	parz. mitigabile	minore
							x	I	M	IR	SUC 4	C	ben mitigabile	non signif.
							x	II	B	BT	SUC 5	C	ben mitigabile	non signif.
							x	III	B	MT	SUC 7	C	ben mitigabile	trascurabile
							x	I	C	IR	SUC 8	C	parz. mitigabile	minore
							x	II	B	MT	SUC 9	C	ben mitigabile	non signif.
S8.b		x			Rilevato RD01-RT01-RS01		x	II	C	IR	SUC 1	C	non mitigabile	importante
							x	I	C	IR	SUC 2	C	non mitigabile	importante
							x	II	C	IR	SUC 3	C	parz. mitigabile	medio
							x	I	A	IR	SUC 4	C	ben mitigabile	minore
							x	II	M	BT	SUC 5	C	ben mitigabile	minore
							x	III	B	MT	SUC 7	C	ben mitigabile	minore

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		RELAZIONE GENERALE	<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0

				trincee TB01-TD01	x		I	A	IR	SUC 4	C	ben mitigabile	medio	
					x		II	A	BT	SUC 5	C	ben mitigabile	medio	
					x		II	C	LT	SUC 6	C	ben mitigabile	medio	
					x		III	B	MT	SUC 7	C	ben mitigabile	medio	
					x		I	C	IR	SUC 8	C	Parz. mitigabile	importante	
					x		III	M	MT	SUC 9	C	ben mitigabile	medio	
S11.c				Cantiere operativo CI1, viadotto di accesso al ponte, torri e fondazione		x	II	C	IR	SUC 1	C	non mitigabile	medio	
							x	I	C	IR	SUC 2	C	non mitigabile	medio
							x	I	C	IR	SUC 3	C	parz. mitigabile	minore
							x	I	M	IR	SUC 4	C	ben mitigabile	non signif.
							x	II	B	BT	SUC 5	C	ben mitigabile	non signif.
							x	II	C	LT	SUC 6	C	ben mitigabile	trascurabile
							x	III	B	MT	SUC 7	C	ben mitigabile	trascurabile
							x	I	C	IR	SUC 8	C	parz. mitigabile	minore
						x	II	B	MT	SUC 9	C	ben mitigabile	non signif.	
1			x	Cantiere logistico CB1		x	II	C	MT	SUC 1	C	non mitigabile	minore	
							x	I	C	MT	SUC 2	C	non mitigabile	minore
							x	II	C	LT	SUC 3	C	parz. mitigabile	trascurabile
							x	I	M	IR	SUC 4	C	ben mitigabile	non signif.
							x	II	C	LT	SUC 6	C	ben mitigabile	trascurabile
							x	III	B	MT	SUC 7	C	ben mitigabile	trascurabile
							x	I	C	LT	SUC 8	C	parz. mitigabile	trascurabile
2			x	Impianto produzione inerti CC1		X	I	C	BT	SUC 1	C	non mitigabile	minore	
							x	III	B	MT	SUC 7	C	ben mitigabile	minore
3			x	Impianto produzione inerti CRA1, Sito di recupero e deposito ambientale CRA2		x	II	C	LT	SUC 1	C	non mitigabile	medio	
							x	II	C	LT	SUC 3	C	parz. mitigabile	minore
							x	II	C	MT	SUC 4	C	ben mitigabile	minore

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

						x		II	B	BT	SUC 5	C	ben mitigabile	non signif.
						x		II	C	LT	SUC 6	C	non mitigabile	medio
						x		III	B	MT	SUC 7	C	ben mitigabile	minore
						x		I	C	MT	SUC 8	C	parz. mitigabile	minore
						x		III	M	MT	SUC 9	C	ben mitigabile	minore
						x		II	C	MT	SUC 10	C	ben mitigabile	minore

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

24.1 Ambiti di impatto

Relativamente alle gallerie naturali e alle fermate metropolitane, è stato escluso qualsiasi tipo di impatto per la componente ambientale 'suolo e sottosuolo', eccezion fatta per il fattore SUC9 che però è risultato sempre 'non significativo', viste tutte le verifiche e i calcoli sulla cui base le stesse opere sono state progettate.

Come si può immediatamente osservare, ci sono fattori di pressione presenti in tutti gli ambiti di impatto con giudizi che costantemente mostrano livelli più alti rispetto agli altri fattori di pressione valutati; si tratta degli impatti riferiti all'occupazione di suolo (SUC1) e alla rimozione di colture (SUC2). In realtà si tratta di sottrazioni di suolo di modesta entità (Magnitudo=1), è però un impatto certo ed irreversibile. Questi aspetti sono legati sostanzialmente al 'consumo' di suolo che è un fattore intrinseco all'opera in progetto; anche se, rispetto al progetto preliminare quello definitivo ha cercato, quando possibile, di armonizzare le geometrie viarie all'orografia del territorio, puntando al contenimento dei movimenti materia e ad un minor consumo di territorio mediante forme più compatte.

Anche il fattore SUC3 'Perdita di orizzonti superficiali di maggiore fertilità', si riconduce alla stessa problematica; in tal caso, però, l'impatto viene parzialmente mitigato dalla procedura prevista di accantonamento del terreno vegetale derivante dallo scotico e riutilizzo successivo (sistemazione di rilevati, aree di cantiere e altri manufatti viari).

Anche il fattore relativo all'alterazione della morfologia dei versanti (SUC8), per quanto le mitigazioni siano state opportunamente studiate (cfr. paragrafo 21), è inevitabilmente intrinseco alle opere in progetto, mostrando livelli più alti in corrispondenza, evidentemente, delle trincee e degli imbocchi delle gallerie (il fattore è parzialmente mitigabile).

Relativamente al fattore SUC7 'Potenziale sversamento sul suolo e sottosuolo di sostanze e materiali inquinanti in corso d'opera', in tutti gli ambiti di impatto la valutazione ha tenuto conto delle mitigazioni previste (adozione lungo il fronte avanzamento lavori e nelle aree di cantiere di presidi idraulici provvisori durante le lavorazioni critiche, nonché procedure di pronto soccorso in tutti i casi di sversamento accidentale, secondo quanto stabilito dal sistema di gestione ambientale che sarà adottato) e ha restituito valori da 'medio' per le aree a sensibilità alta a 'trascurabili' nelle aree a sensibilità bassa.

Riportiamo una sintesi dei risultati ottenuti per ciascun ambito di impatto.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> <i>AM0217_F0.doc</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20/06/2011</i>

Versante Calabria

Ambito di impatto S1: le azioni di progetto associate a questa area che comportano impatti sulla componente 'suolo e sottosuolo' sono i rilevati da RC03 a RC06.

Trattasi di una zona ad alta sensibilità, infatti ci troviamo nella parte bassa del versante, l'opera si inserisce infatti in corrispondenza del cambio clivometrico, ove si accumula il materiale detritico eroso dalle pendici circostanti e veicolato verso valle, a testimoniare la possibile attivazione di fenomeni di erosione, trasporto e deposizione delle coltri detritiche prodotte dalla sommità e lungo il versante stesso, secondo meccanismi di flusso detritico incanalato lungo i solchi di erosione concentrata.

Nell'area sono quindi presenti intensi processi di dilavamento accompagnati da rari crolli di modesta entità. L'area, infatti, è caratterizzata da una modesta attività morfodinamica su substrato cristallino con suoli da poco a moderatamente evoluti. Anche se le opere interessano aree che non presentano dissesti in atto lo studio effettuato sui versanti adiacenti (immediatamente a monte rispetto alle opere in esame) ha rilevato alcuni fenomeni franosi per scorrimento quiescenti o inattivi. Ciò indica che il versante si trova in una situazione di equilibrio precario.

La zona è caratterizzata da sistemi colturali e particellari complessi.

I versanti risultano incisi da alcuni corsi d'acqua che presentano valle a sviluppo NW-SE con profilo a V. Infatti, nell'area di impatto rientrano anche i viadotti Gibia, Laticogna e Prestianni, ai quali, però, non è stato attribuito alcun impatto in quanto, viste le tipologie di mitigazioni previste il livello di impatto è sempre risultato 'non significativo'.

Essendo l'opera collocata nella parte bassa del versante, i sovraccarichi indotti a seguito della realizzazione dei rilevati, difficilmente potrebbero modificare l'equilibrio geomorfologico del versante; inoltre, il progetto prevede opportune opere di stabilizzazione delle scarpate sia del versante interessato dalle operazioni di scavo, sia dei rilevati realizzati. Pertanto nella valutazione del fattore di pressione SUC9 'Possibile innesco di fenomeni di dissesto superficiale e profondo' il livello di pressione ambientale è risultato 'non significativo'.

Anche i fattori SUC 4 e SUC 5 corrispondenti a interferenze con il drenaggio superficiale sono stati valutati; infatti, trattandosi di opere poste trasversalmente alle linee di deflusso, si registrerà una tendenza a modificare il libero deflusso delle acque circolanti e conseguente concentrazione delle stesse con eventuale aumento della loro capacità erosiva. Tuttavia le opere di regimazione delle acque di ruscellamento previste dal progetto (opportuni dimensionamenti dei manufatti stessi, opere di canalizzazione delle acque dilavanti, interventi di regimazione delle acque di deflusso

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

superficiale, nonché opere di protezione (geostuoie, terre rinforzate) in corrispondenze delle aree denudate) si considerano adeguate a ridurre il possibile impatto a livelli 'medi'.

Area di impatto S2: l'azione di progetto associata a questa area che comporta impatti sulla componente 'suolo e sottosuolo' è il rilevato da RC02.

Quest'opera è contigua a quelle precedenti, interposta tra i viadotti Zagarella 1 e Zagarella 2, ma risulta localizzata leggermente più a valle in una porzione di versante a debole pendenza, sui depositi marini terrazzati debolmente inclinati verso la linea di costa; questi presentano debole attività morfodinamica e suoli da poco a moderatamente evoluti (sensibilità bassa).

La zona è caratterizzata da sistemi colturali e particellari complessi.

In quest'area, visto che l'opera si sviluppa alla base di versanti mediamente acclivi a substrato metamorfico e ricoperti al piede da detriti da addensati a poco cementati, solo a tratti interessati da intensa erosione e rari crolli di modesta entità, verranno realizzate opportune opere di protezione della sede stradale. Pertanto nella valutazione del fattore di pressione SUC9 'Possibile innesco di fenomeni di dissesto superficiale e profondo' il livello di pressione ambientale è risultato 'non significativo'.

Anche i fattori SUC 4 e SUC 5 corrispondenti a interferenze con il drenaggio superficiale sono stati valutati; infatti, trattandosi di opere poste trasversalmente alle linee di deflusso, si registrerà una tendenza a modificare il libero deflusso delle acque circolanti e conseguente concentrazione delle stesse con eventuale aumento della loro capacità erosiva. Tuttavia le opere di regimazione delle acque di ruscellamento previste dal progetto (opportuni dimensionamenti dei manufatti stessi, opere di canalizzazione delle acque dilavanti, interventi di regimazione delle acque di deflusso superficiale, nonché opere di protezione (geostuoie, terre rinforzate) in corrispondenze delle aree denudate) si considerano adeguate a ridurre il possibile impatto a livelli 'trascurabili'.

Area di impatto S3a: le azioni di progetto associate a questa area che comportano impatti sulla componente 'suolo e sottosuolo' sono i rilevati da RA01, RG01, RU01.

Trattasi di una zona ad alta sensibilità, nella parte bassa del versante, l'opera si inserisce in corrispondenza del cambio clivometrico, ove si accumula il materiale detritico eroso dalle pendici circostanti e veicolato verso valle, a testimoniare la possibile attivazione di fenomeni di erosione, trasporto e deposizione delle coltri detritiche prodotte dalla sommità e lungo il versante stesso, secondo meccanismi di flusso detritico incanalato lungo i solchi di erosione concentrata.

L'area è caratterizzata da una modesta attività morfodinamica su substrato sedimentario (conglomerato di Pezzo); quest'ultimo ha caratteristiche assimilabili a quelle di rocce tenere, ovvero si presenta da poco a moderatamente cementato.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Pertanto, nell'area sono presenti processi di dilavamento accompagnati da rari crolli di modesta entità.

Anche se le opere interessano aree che non presentano dissesti in atto lo studio effettuato sui versanti adiacenti (immediatamente a monte rispetto alle opere in esame) ha rilevato alcuni fenomeni franosi per scorrimento quiescenti o inattivi. Ciò indica che il versante si trova in una situazione di equilibrio precario.

La zona è caratterizzata da sistemi colturali e particellari complessi.

Poiché l'ambito di intervento si trova nella parte bassa del versante, i sovraccarichi indotti a seguito della realizzazione dei rilevati, difficilmente potrebbero modificare l'equilibrio geomorfologico del versante; inoltre, il progetto prevede opportune opere di stabilizzazione delle scarpate sia del versante interessato dalle operazioni di scavo, sia dei rilevati realizzati. Pertanto nella valutazione del fattore di pressione SUC9 'Possibile innesco di fenomeni di dissesto superficiale e profondo' il livello di pressione ambientale è risultato 'non significativo'.

Anche i fattori SUC 4 e SUC 5 corrispondenti a interferenze con il drenaggio superficiale sono stati valutati; infatti, trattandosi di opere poste trasversalmente alle linee di deflusso, si registrerà una tendenza a modificare il libero deflusso delle acque circolanti e conseguente concentrazione delle stesse con eventuale aumento della loro capacità erosiva. Tuttavia le opere di regimazione delle acque di ruscellamento previste dal progetto (opportuni dimensionamenti dei manufatti stessi, opere di canalizzazione delle acque dilavanti, interventi di regimazione delle acque di deflusso superficiale, nonché opere di protezione (geostuoie, terre rinforzate) in corrispondenze delle aree denudate) si considerano adeguate a ridurre il possibile impatto a livelli 'medi'.

Area di impatto S3b: l'azione di progetto associata a questa area che comporta impatti sulla componente 'suolo e sottosuolo' è l'area di sosta e il rilevato RF01.

L'opera si colloca su un terrazzo che degrada verso NW con bassi gradienti di pendio, in assenza o debole attività morfodinamica con suoli da poco a moderatamente evoluti (sensibilità bassa).

Non si osservano processi di dissesto in atto.

La litologia affiorante è quella dei depositi marini terrazzati.

La zona è caratterizzata da sistemi colturali e particellari complessi.

In quest'area, visto che l'opera si sviluppa alla base di versanti mediamente acclivi a substrato metamorfico e ricoperti al piede da detriti da addensati a poco cementati, solo a tratti interessati da intensa erosione e rari crolli di modesta entità, verranno realizzate opportune opere di protezione della sede stradale. Pertanto nella valutazione del fattore di pressione SUC9 'Possibile innesco di

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> FO	<i>Data</i> 20/06/2011

fenomeni di dissesto superficiale e profondo' il livello di pressione ambientale è risultato 'non significativo'.

Anche i fattori SUC 4 e SUC 5 corrispondenti a interferenze con il drenaggio superficiale sono stati valutati; trattandosi di opere poste trasversalmente alle linee di deflusso (rilevato), si registrerà una tendenza a modificare il libero deflusso delle acque circolanti e conseguente concentrazione delle stesse con eventuale aumento della loro capacità erosiva. Le opere di regimazione delle acque di ruscellamento previste dal progetto (opportuni dimensionamenti dei manufatti stessi, opere di canalizzazione delle acque dilavanti, interventi di regimazione delle acque di deflusso superficiale, nonché opere di protezione (geostuoie, terre rinforzate) in corrispondenze delle aree denudate, si considerano adeguate a ridurre il possibile impatto a livelli 'trascurabili'.

Per la realizzazione dell'area di sosta si effettueranno sbancamenti e rimodellamenti del versante, con conseguente modesta alterazione della morfologia dei luoghi, che saranno in parte mitigati tramite opere di sistemazione a verde.

Area di impatto S4: l'azione di progetto associata a questa area che comporta impatti sulla componente 'suolo e sottosuolo' è l'imbocco della galleria Piaie lato Salerno.

L'area di versante a moderata acclività, è caratterizzata da una modesta attività morfodinamica (elevata sensibilità) su substrato sedimentario (conglomerato di Pezzo); quest'ultimo ha caratteristiche assimilabili a quelle di rocce tenere, ovvero si presenta da poco a moderatamente cementato. Nell'area sono quindi presenti processi di dilavamento accompagnati da rari crolli di modesta entità.

Anche se le opere interessano aree che non presentano dissesti in atto lo studio effettuato sui versanti adiacenti (immediatamente a monte rispetto alle opere in esame) ha rilevato alcuni fenomeni franosi per scorrimento quiescenti o inattivi. Ciò indica, come visto anche in precedenza, che il versante si trova in una situazione di equilibrio precario.

Lo sbancamento che si realizzerà per l'apertura dell'imbocco andrà a modificare il profilo, ad aumentare la superficie di esposizione agli agenti erosivi e le pendenze, riducendo le già scadenti caratteristiche meccaniche della coltre più superficiale. Tutto ciò può portare ad una concentrazione dei flussi e, quindi, ad una maggiore energia di scorrimento con possibile innesco di processi erosivi e/o fenomeni franosi veri e propri.

Pertanto nella valutazione del fattore di pressione SUC9 'Possibile innesco di fenomeni di dissesto superficiale e profondo' il livello di pressione ambientale è risultato 'medio', tenendo in conto le mitigazioni previste, quali opere di contenimento e protezione (terre rinforzate, spritz beton,

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

geostuoie, ecc.) ed eventuali opere di sostegno nel caso in cui durante le fasi di approfondimento si individuassero aree in precario equilibrio.

Anche i fattori SUC 4 e SUC 5 corrispondenti a interferenze con il drenaggio superficiale sono stati valutati; poiché l'opera è posta trasversalmente alle linee di deflusso, si registrerà una tendenza a modificare il libero deflusso delle acque circolanti e conseguente concentrazione delle stesse con eventuale aumento della loro capacità erosiva. Tuttavia le opere di regimazione delle acque di ruscellamento previste dal progetto, nonché opere di protezione (geostuoie, terre rinforzate) in corrispondenze delle aree denudate, si considerano adeguate a ridurre il possibile impatto a livelli 'medi'.

'Importante' è risultato, ovviamente, l'impatto dovuto alla 'alterazione della morfologia naturale dei versanti', pur considerando quale opera di mitigazione il ripristino morfologico reso attraverso l'adozione di forme del portale a 'becco di flauto'.

Area di impatto S5: l'azione di progetto associata a questa area che comporta impatti sulla componente 'suolo e sottosuolo' è l'imbocco della galleria Minasi lato Salerno.

L'area di versante è a moderata acclività, caratterizzata da una modesta attività morfodinamica (elevata sensibilità) su substrato sedimentario (conglomerato di Pezzo).

Nell'area sono quindi presenti processi di dilavamento accompagnati da rari crolli di modesta entità.

Anche in quest'ambito, prossimo al precedente, lo studio effettuato sui versanti adiacenti ha rilevato alcuni fenomeni franosi per scorrimento quiescenti o inattivi. Ciò indica che il versante si trova in una situazione di equilibrio precario, con il rischio, durante la fase dei lavori, di concentrazione dei flussi e, di maggiore energia di scorrimento e possibile innesco di processi erosivi e/o fenomeni franosi veri e propri.

Per il fattore di pressione SUC9 'Possibile innesco di fenomeni di dissesto superficiale e profondo' il livello di pressione ambientale è risultato 'medio', tenendo in conto le mitigazioni previste.

Anche i fattori SUC 4 e SUC 5 corrispondenti a interferenze con il drenaggio superficiale sono stati valutati; anche in questo caso l'opera è posta trasversalmente alle linee di deflusso. L'impatto stimato, considerate le opere di mitigazione è contenuto a livelli 'medi'.

'Importante' è risultato, ovviamente, l'impatto dovuto alla 'alterazione della morfologia naturale dei versanti', pur considerando quale opera di mitigazione il ripristino morfologico previsto.

Area di impatto S6: l'azione di progetto associata a questa area che comporta impatti sulla componente 'suolo e sottosuolo' è l'imbocco della galleria Campanella lato Reggio Calabria.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

L'area di versante a moderata acclività, è caratterizzata da una modesta attività morfodinamica (elevata sensibilità) su substrato sedimentario (conglomerato di Pezzo). Le opere interessano aree che non presentano dissesti in atto.

Anche in quest'ambito si registra per il fattore di pressione SUC9 'Possibile innesco di fenomeni di dissesto superficiale e profondo' un livello di pressione ambientale 'medio', pur tenendo in conto le mitigazioni previste. Per i fattori SUC 4 e SUC 5 corrispondenti a interferenze con il drenaggio superficiale le opere di regimazione delle acque di ruscellamento previste dal progetto, si considerano adeguate a ridurre il possibile impatto a livelli 'medi'.

'Importante' è risultato l'impatto dovuto alla 'alterazione della morfologia naturale dei versanti'.

Area di impatto S7: le azioni di progetto associate a questa area che comportano impatti sulla componente 'suolo e sottosuolo' sono le trincee TB02-TD02-TM02-TM01.

Le condizioni dell'area sono del tutto simili alla precedente. Le opere interessano aree che non presentano dissesti in atto.

Per il fattore di pressione SUC9 'Possibile innesco di fenomeni di dissesto superficiale e profondo' il livello di pressione ambientale è risultato 'medio'; lo stesso livello è stimato per i fattori SUC 4 e SUC 5 corrispondenti a interferenze con il drenaggio superficiale ('medi').

'Importante' è risultato l'impatto dovuto alla 'alterazione della morfologia naturale dei versanti' pur considerando le mitigazioni rese attraverso la stesa lungo le scarpate di uno strato di terreno vegetale dello spessore minimo di 30 cm con inerbimento superficiale.

Area di impatto S8a: l'azione di progetto associata a questa area che comporta impatti sulla componente 'suolo e sottosuolo' è l'area di sosta.

L'opera si colloca sulle sabbie dei depositi marini terrazzati degradanti verso la linea di costa con bassi gradienti di pendio, in assenza o debole attività morfodinamica con suoli da poco a moderatamente evoluti (sensibilità bassa).

Non si osservano processi di dissesto in atto né nel sito in esame né nelle aree circostanti, eccezion fatta per depositi colluviali di media entità.

La zona è caratterizzata da sistemi colturali e particellari complessi.

Visto il contesto in cui si opera, nella valutazione dei fattori di pressione SUC4, SUC5 e SUC9 il livello di pressione ambientale è risultato 'non significativo', tenuto conto dei sistemi di regimazione delle acque di ruscellamento (opere di canalizzazione delle acque dilavanti, interventi di regimazione delle acque di deflusso superficiale).

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Per la realizzazione dell'area di sosta si effettueranno sbancamenti e rimodellamenti del versante, pertanto si avrà una modesta alterazione della morfologia dei luoghi, che saranno in parte mitigati tramite opere di sistemazione a verde.

Area di impatto S8b: le azioni di progetto associate a questa area che comportano impatti sulla componente 'suolo e sottosuolo' sono i rilevati RD01, RT01, RS01.

Trattasi di una zona a media sensibilità, in un'area di versante con gradienti clivometrici medio bassi.

L'area è caratterizzata da una modesta attività morfodinamica su substrato sedimentario (sabbie e ghiaie di Messina e depositi marini terrazzati nella parte topograficamente più bassa) con suoli mediamente evoluti. La zona è caratterizzata da sistemi colturali e particellari complessi.

Nell'area in esame non sono presenti fenomeni franosi.

Nella valutazione del fattore di pressione SUC9 'Possibile innesco di fenomeni di dissesto superficiale e profondo' il livello di pressione ambientale è risultato 'non significativo', in quanto eventuali fenomeni franosi che potrebbero manifestarsi (comunque con probabilità bassa) sarebbero mitigati dalle previste opere di protezione dei versanti a rischio.

Relativamente ai fattori SUC 4 e SUC 5, corrispondenti a interferenze con il drenaggio superficiale, trattandosi di opere poste trasversalmente alle linee di deflusso, si registrerà una tendenza a modificare il libero deflusso delle acque circolanti e conseguente concentrazione delle stesse con aumento della loro capacità erosiva, specie in conseguenza delle elevate caratteristiche di erodibilità della formazione delle sabbie e ghiaie di Messina. Tuttavia le opere di regimazione delle acque di ruscellamento previste dal progetto (opportuni dimensionamenti dei manufatti stessi, opere di canalizzazione delle acque dilavanti, interventi di regimazione delle acque di deflusso superficiale, nonché opere di protezione (geostuoie, terre rinforzate) in corrispondenze delle aree denudate, si considerano adeguate a ridurre il possibile impatto a livello 'minore'.

Area di impatto S9: le azioni di progetto associate a questa area che comportano impatti sulla componente 'suolo e sottosuolo' sono i rilevati RL01 e RM01.

Trattasi di una zona a media sensibilità, in un'area di versante con gradienti clivometrici medi, con presenza di processi di dilavamento.

L'area è caratterizzata da una modesta attività morfodinamica su substrato sedimentario (sabbie e ghiaie di Messina) con suoli mediamente evoluti. La zona è caratterizzata da sistemi colturali e particellari complessi.

Nell'area in esame non sono presenti fenomeni franosi.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Nella valutazione del fattore di pressione SUC9 'Possibile innesco di fenomeni di dissesto superficiale e profondo' il livello di pressione ambientale è risultato 'non significativo', in quanto eventuali fenomeni franosi che potrebbero manifestarsi (comunque con probabilità bassa) sarebbero mitigati dalle previste opere di protezione dei versanti a rischio.

Tenendo conto delle mitigazioni previste (adozione lungo il fronte avanzamento lavori di presidi idraulici provvisori durante le lavorazioni critiche, nonché procedure di pronto soccorso in tutti i casi di sversamento accidentale, con riferimento al sistema di gestione ambientale che si adotterà), il fattore SUC7 'Potenziale sversamento sul suolo e sottosuolo di sostanze e materiali inquinanti in corso d'opera' ha restituito un livello di impatto 'minore'.

Relativamente ai fattori SUC 4 e SUC 5, corrispondenti a interferenze con il drenaggio superficiale, le opere di regimazione delle acque di ruscellamento previste dal progetto si considerano adeguate a ridurre il possibile impatto a livello 'minore'.

Area di impatto S10: l'azione di progetto associata a questa area che comporta impatti sulla componente 'suolo e sottosuolo' è l'imbocco della galleria Pian di Lastrico lato RC.

Trattasi di una zona a media sensibilità, in un'area di versante con gradienti clivometrici medi, con presenza di processi di dilavamento.

L'area è caratterizzata da una modesta attività morfodinamica su substrato sedimentario (sabbie e ghiaie di Messina) con suoli poco evoluti. La zona è caratterizzata da sistemi colturali e particellari complessi.

Nell'area in esame non sono presenti fenomeni franosi.

Tuttavia, lo sbancamento che si realizzerà per l'apertura dell'imbocco andrà a modificare il profilo, ad aumentare la superficie di esposizione agli agenti erosivi e le pendenze, riducendo le già scadenti caratteristiche meccaniche dei depositi (sono debolmente cementate e facilmente erodibili). Tutto ciò può portare ad una concentrazione dei flussi e, quindi, ad una maggiore energia di scorrimento con possibile innesco di processi erosivi e/o fenomeni franosi veri e propri.

Pertanto nella valutazione del fattore di pressione SUC9 'Possibile innesco di fenomeni di dissesto superficiale e profondo' il livello di pressione ambientale è risultato 'minore', tenendo in conto le mitigazioni previste, quali opere di contenimento e protezione (terre rinforzate, spritz beton, geostuoie, ecc.) ed eventuali opere di sostegno nel caso in cui durante le fasi di approfondimento si individuassero aree in precario equilibrio.

Anche i fattori SUC 4 e SUC 5 corrispondenti a interferenze con il drenaggio superficiale sono stati valutati; le opere di regimazione delle acque di ruscellamento previste dal progetto, si considerano adeguate a ridurre il possibile impatto a livello 'minore'.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

‘Medio’ è risultato l’impatto dovuto alla ‘alterazione della morfologia naturale dei versanti’, pur considerando quale opera di mitigazione il ripristino morfologico reso attraverso l’adozione di forme del portale a ‘becco di flauto’.

Area di impatto S11a: l’azione di progetto associata a questa area che comporta impatti sulla componente ‘suolo e sottosuolo’ è il cantiere CI1 e il blocco di ancoraggio.

Il cantiere CI1 oltre a racchiudere le attività lavorative necessarie alla realizzazione del Ponte, comprende anche l’area di cantiere dedicata agli scavi delle gallerie autostradali.

L’opera si colloca su un terrazzo che degrada verso NW con bassi gradienti di pendio, in assenza o debole attività morfodinamica con suoli da poco a moderatamente evoluti, con processi di dilavamento (sensibilità bassa).

Non si osservano processi di dissesto in atto.

La litologia affiorante è quella dei depositi marini terrazzati.

La zona è caratterizzata da sistemi colturali e particellari complessi.

La preparazione del cantiere prevede le seguenti attività principali:

- scotico del terreno vegetale e operazioni di scavo e riporto al fine di costituire un piano per la realizzazione del sito;
- formazioni dei piazzali da adibire agli stoccaggi (di inerti o di materiali necessari per la realizzazione delle opere)
- predisposizione delle opere di impermeabilizzazione temporanea finalizzate a prevenire fenomeni di contaminazione nei punti di deposito carburanti o di stoccaggio di sostanze inquinanti, nel caso di sversamenti accidentali.

I fattori SUC 4 e SUC 5 corrispondenti a interferenze con il drenaggio superficiale sono stati valutati; infatti, a seguito della realizzazione delle opere in esame si registrerà una tendenza a modificare il libero deflusso delle acque circolanti e conseguente concentrazione delle stesse con eventuale aumento della loro capacità erosiva, specie lungo il versante a valle del blocco di ancoraggio. Tuttavia le opere di regimazione delle acque di ruscellamento previste dal progetto (opportuni dimensionamenti dei manufatti stessi, opere di canalizzazione delle acque dilavanti, interventi di regimazione delle acque di deflusso superficiale) si considerano adeguate a ridurre il possibile impatto a livelli ‘non significativi’.

Per la realizzazione del cantiere e del blocco di ancoraggio si effettueranno sbancamenti e rimodellamenti del versante, pertanto si avrà una significativa alterazione della morfologia dei luoghi, in parte mitigata tramite opere di sistemazione a verde. Il cantiere, inoltre, a lavorazioni ultimate sarà ripristinato mediante opere di ripristino e sistemazione ambientale.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Relativamente al fattore SUC6, considerando le mitigazioni previste per le quali si rimanda al paragrafo 19.1, l'impatto sulle caratteristiche chimico-fisiche del suolo risulta 'trascurabile'.

I fattori SUC5 e SUC9, viste le peculiarità geomorfologiche dell'area, sono stati esclusi dalla valutazione. Risultano di livello medio gli impatti ascritti ai fattori SUC 1 e 2 e di livello minore, quelli ascritti al fattore SUC 8, tenuto conto degli interventi di ripristino finale e delle mitigazioni in fase di costruzione.

Area di impatto S11b: le azioni di progetto associate a questa area che comportano impatti sulla componente 'suolo e sottosuolo' sono il cantiere CI1, l'imbocco galleria Piale, Pian di Lastrico, Minasi, Campanella lato ponte, trincee TB01 e TD01.

L'area è stata classificata ad alta sensibilità, poiché si trova nella parte bassa del versante, in corrispondenza del cambio clivometrico, ove si accumula il materiale detritico eroso dalle pendici circostanti e veicolato verso valle, a testimoniare la possibile attivazione di fenomeni di erosione, trasporto e deposizione delle coltri detritiche prodotte dalla sommità e lungo il versante stesso.

Nell'area sono quindi presenti intensi processi di dilavamento. L'area è caratterizzata da una modesta attività morfodinamica con suoli da poco a moderatamente evoluti. Le opere interessano aree che non presentano dissesti in atto.

La zona è caratterizzata da sistemi colturali e particellari complessi.

Lo sbancamento che si realizzerà per l'apertura degli imbocchi delle gallerie andrà a modificare il profilo, ad aumentare la superficie di esposizione agli agenti erosivi e le pendenze, riducendo le già scadenti caratteristiche meccaniche della coltre detritica superficiale. Tutto ciò può portare ad una concentrazione dei flussi e, quindi, ad una maggiore energia di scorrimento con possibile innesco di processi erosivi e/o fenomeni franosi veri e propri.

Pertanto nella valutazione del fattore di pressione SUC9 'Possibile innesco di fenomeni di dissesto superficiale e profondo' il livello di pressione ambientale è risultato 'medio', tenendo in conto le mitigazioni previste, quali opere di contenimento e protezione (terre rinforzate, spritz beton, geostuoie, ecc.) ed eventuali opere di sostegno nel caso in cui durante le fasi di approfondimento si individuassero aree in precario equilibrio.

Anche i fattori SUC 4 e SUC 5 corrispondenti a interferenze con il drenaggio superficiale sono stati valutati; le opere di regimazione delle acque di ruscellamento previste dal progetto, in corrispondenze delle aree denudate, si considerano adeguate a ridurre il possibile impatto a livello 'medio'.

'Importante' è risultato, ovviamente, l'impatto dovuto alla 'alterazione della morfologia naturale dei versanti'.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Considerando la presenza di attività complesse durante l'esercizio del cantiere CI1, la potenziale compromissione delle caratteristiche chimico-fisiche del suolo (SUC6), è stata stimata di livello 'medio'.

Area di impatto S11c: le azioni di progetto associate a questa area che comportano impatti sulla componente 'suolo e sottosuolo' sono il cantiere CI1, il viadotto di accesso al ponte, torri e relative fondazioni.

L'opera si colloca su un terrazzo che degrada verso NW con bassi gradienti di pendio, in assenza o debole attività morfodinamica con suoli da poco a moderatamente evoluti (sensibilità bassa).

Non si osservano processi di dissesto in atto.

La litologia affiorante è quella dei depositi marini terrazzati.

La zona è caratterizzata da sistemi colturali e particellari complessi.

Le fondazioni della torre saranno poste a circa 15 m sotto il l.m., pertanto si prevedono scavi di una certa importanza.

Per i fattori SUC 4 e SUC 5 corrispondenti a interferenze con il drenaggio superficiale, a seguito della realizzazione delle opere in esame si registrerà una tendenza a modificare il libero deflusso delle acque circolanti e conseguente concentrazione delle stesse con eventuale aumento della loro capacità erosiva, specie a monte delle pile del viadotto. Le opere di regimazione delle acque di ruscellamento previste dal progetto si considerano tuttavia adeguate a ridurre il possibile impatto a livelli 'non significativi'.

Relativamente al fattore SUC6, considerando le mitigazioni previste per le quali si rimanda al paragrafo 19.1, l'impatto sulle caratteristiche chimico-fisiche del suolo risulta 'trascurabile'.

Area di impatto 1: l'azione di progetto associata a questa area che comporta impatti sulla componente 'suolo e sottosuolo' è il cantiere logistico CB1.

Il cantiere CB1 è ubicato in località S: Trada ed è destinato per lo più a servizi logistici connessi con le attività produttive.

La preparazione del campo base prevedrà, principalmente, le seguenti attività:

- scotico del terreno vegetale e operazioni di scavo e riporto al fine di costituire un piano per la realizzazione del campo;
- formazione di piazzale da adibire a viabilità e parcheggio con materiali inerti (questa fase comporterà attività di scavo, sbancamento, riporto, rimodellazione);
- predisposizione delle eventuali opere di impermeabilizzazione temporanea finalizzate a prevenire fenomeni di contaminazione nei punti di deposito carburanti o di stoccaggio di sostanze inquinanti, nel caso di sversamenti accidentali;

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- formazione di aree a verde all'interno e sul perimetro del cantiere.

Al termine dei lavori, i prefabbricati e le installazioni saranno rimosse e si procederà al ripristino del sito.

L'opera si colloca sui depositi dei terrazzi marini; il terrazzo mostra bassi gradienti di pendio, in assenza o debole attività morfodinamica con suoli da poco a moderatamente evoluti (sensibilità bassa).

Non si osservano processi di dissesto in atto.

La zona è caratterizzata da sistemi colturali e particellari complessi.

Il fattore SUC 4 corrispondente a interferenze con il drenaggio superficiale è stato valutato, infatti, a seguito della realizzazione delle opere in esame si registrerà una tendenza a modificare il libero deflusso delle acque circolanti e conseguente concentrazione delle stesse con eventuale aumento della loro capacità erosiva. Tuttavia le opere di regimazione delle acque di ruscellamento previste dal progetto (opportuni dimensionamenti dei manufatti stessi, opere di canalizzazione delle acque dilavanti, interventi di regimazione delle acque di deflusso superficiale) si considerano adeguate a ridurre il possibile impatto a livelli 'non significativi'.

Relativamente al fattore SUC6, considerando le mitigazioni previste per le quali si rimanda al paragrafo 19.1, l'impatto sulle caratteristiche chimico-fisiche del suolo risulta 'minore'.

Area di impatto 2: l'azione di progetto associata a questa area che comporta impatti sulla componente 'suolo e sottosuolo' è l'impianto di produzione inerti CC1.

I materiali di scavo ottenuti e ritenuti idonei per la produzione di aggregati per calcestruzzi vengono allocati per la lavorazione in cave in attività dotate di adeguati impianti con vantaggio sull'occupazione locale di suolo, sulle dimensioni delle aree nei campi industriali e sull'impatto ambientale.

La cava in esame è ubicata in una zona a media sensibilità, con versanti con gradienti clivometrici medi, con presenza di processi di dilavamento.

La litologia affiorante è quella delle sabbie e ghiaie di Messina. Nell'area in esame non sono presenti fenomeni franosi.

L'utilizzo dell'area semplicemente per la lavorazione delle terre provenienti dagli scavi e stoccaggio dei prodotti ottenuti in attesa che gli stessi vengano riutilizzati, comporterà esclusivamente impatti sull'occupazione di suolo e sull'inquinamento del suolo a seguito di potenziali sversamenti; in quest'ultimo caso però le mitigazioni previste (impermeabilizzazione delle aree soggette a traffico veicolare dei mezzi di trasporto terre di scavo/inerti e procedure di pronto intervento previste nell'ambito del SGA) consentono di ridurre l'impatto a livello 'trascurabile'.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Area di impatto 3: le azioni di progetto associate a questa area che comportano impatti sulla componente 'suolo e sottosuolo' sono i siti di deposito e recupero ambientale CRA1 (comprensivo anche di impianto produzione inerti) e CRA2.

Sono ubicati nel comune di Melicuccà in un'area a sensibilità media.

Dal punto di vista geomorfologico l'area appare come una sorta di compluvio naturale, delimitato da spartiacque superiori che a loro volta ne identificano il bacino idrografico di competenza.

In sito è caratterizzato da una morfologia affiorante costituita da terreni sedimentari di natura sabbiosa, o sabbioso – conglomeratica a permeabilità medio – alta, con un'elevata capacità di infiltrazione, poggiante su substrato metamorfico.

In tale area non sono presenti dissesti che possono interferire con l'opera in esame.

Il fattore SUC 4 corrispondente a interferenze con il drenaggio superficiale è 'certo' in virtù dell'interferenza certa con il compluvio; infatti, a seguito della realizzazione delle opere in esame si modificherà il libero deflusso delle acque circolanti. Considerate le opere di regimazione delle acque di ruscellamento previste dal progetto si ritiene il possibile impatto di livello 'minore'.

Relativamente al fattore SUC6 (legato essenzialmente alla compattazione del suolo), l'impatto sulle caratteristiche chimico-fisiche del suolo risulta 'medio'.

Il fattore SUC9 è ben mitigato dall'adozione di opere di protezione e sostegno delle alzate del deposito, da realizzarsi man mano che procede lo stoccaggio, e compattazione del materiale prima della messa a dimora.

In particolare, si procederà a riempire l'impluvio secondo un profilo che non interferirà col cuneo di spinta dello stesso, disponendo il materiale in modo da formare scarpate di adeguata inclinazione, e intervallando banche orizzontali di larghezza pari a 5.00 m.

Lungo lo sviluppo, saranno predisposte opere di protezione idraulica, per lo più mirate alla salvaguardia delle sponde laterali nei confronti della portata di pioggia.

A lavori completati sono previsti inoltre interventi di sistemazione ambientale, finalizzati al ripristino vegetazionale preesistente, oltre naturalmente a tutti gli interventi necessari a garantire la stabilità delle scarpate e la regimazione delle acque di superficie.

Relativamente al SUC7, si prevede che il potenziale inquinamento del suolo sia dovuto al dilavamento ad opera delle acque meteoriche di eventuali inquinanti presenti nel materiale stoccato (es. residui di cemento e di ferro).

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Versante Sicilia:

Ambito di impatto SF.a: le azioni di progetto associate a questa area che comportano impatti sulla componente 'suolo e sottosuolo' sono il cantiere operativo SI1, il viadotto Pantano, le torri e le fondazioni. L'ambito di impatto è caratterizzato da una sensibilità bassa, caratterizzata da aree pianeggianti, con assenza o debole attività morfodinamica con suoli da poco a moderatamente evoluti, con fenomeni di idromorfia al di sotto dello strato normalmente interessato dalle lavorazioni agricole. Inoltre si evidenzia che l'ambito di impatto risulta fortemente antropizzato con presenza di manufatti sia abitativi che infrastrutturali. In considerazione delle caratteristiche geomorfologiche, litostratigrafiche e delle caratteristiche pedogenetiche i livelli di magnitudo attribuiti rispetto ai fattori di pressione variano tra I e II e soltanto per il potenziale sversamento sul suolo di sostanze e materiali inquinanti (SUC 7) è stata utilizzata una magnitudo pari a III che, associata ad una bassa probabilità, e ai fattori di mitigazione predisposti nell'ambito del progetto definitivo (con particolare riferimento al cantiere) , ha condotto la verifica ad un livello di impatto residuo trascurabile. Anche per gli altri fattori di pressione considerati, l'impatto a valle delle mitigazioni risulta trascurabile o minore in presenza di suoli con orizzonti superficiali dotati di una moderata fertilità ed utilizzati per produzioni agricole a ciclo pluriennale.

Ambito di impatto SF.b: L'ambito di impatto oltre al cantiere operativo racchiude anche la trincea T01, l'imbocco Galleria S.Agata Lato Ponte e il blocco di ancoraggio. Inoltre la maggior parte dell'ambito è caratterizzato da un'alta sensibilità per la presenza di versanti a moderata acclività, e creste allungate con substrato sedimentario costituito da sabbie e ghiaia interessati da una modesta dinamica di versante con suoli da poco a moderatamente evoluti. In funzione della sensibilità e delle azioni progettuali considerati gli impatti risultano più elevati rispetto all'ambito SF.a. In particolare per la sottrazione di suoli con una buona espressione pedogenetica, conseguente perdita di orizzonti fertili e di riduzione di superfici utilizzate per le produzioni agricole, si ha un impatto elevato sulla componente suolo. Per la presenza di versanti a moderata pendenza con un drenaggio superficiale caratterizzato da piccoli rivoli che convogliano il flusso idrico nei recapiti principali si può avere una interruzione del flusso idrico superficiale ed inoltre la presenza di superfici impermeabili possono provocare un aumento della concentrazione dei flussi e dell'erosione idrica sia diffusa che incanalata. In considerazione delle opere di mitigazione finalizzate ad ostacolare i fenomeni sopra descritti il giudizio di impatto residuale risulta 'medio'. Soltanto per il potenziale rischio di innesco di fenomeni gravitativi dovuti al disequilibrio che le azioni di progetto potrebbero creare sui versanti, è stato rilevato un impatto 'importante', con particolare

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

riferimento alle azioni di sbancamento previste per la realizzazione dell'imbocco della galleria S. Agata (lato ponte); ma in considerazione del fatto che tale fattore di pressione risulta ben mitigabile, a seguito delle previste opere di protezione dei versanti in corrispondenza dell'imbocco (cfr. paragrafo 21), il livello d'impatto residuo è risultato 'medio'.

Ambito di impatto S1: L'ambito di impatto S1 include lo svincolo Panoramica ed i rilevati RP01-RP02-RP03-RP0. L'ambiente morfologico e litologico è simile a quello dell'ambito SF.b e pertanto la sensibilità risulta alta. In considerazione alle azioni progettuali, il giudizio di impatto risulta 'elevato' per i fattori SUC1, SUC2 e 'importante' per il fattore SUC3, data la presenza di suoli mediamente evoluti in grado di sostenere colture arboree (uliveti degradati in via di abbandono) associati a piccoli seminativi e pascolo cespugliato. Il giudizio di impatto medio è stato assegnato ai fattori di pressione SUC4, SUC5, SUC7, in quanto le opere da realizzare possono incidere negativamente sulla circolazione idrica superficiale ed inoltre si può verificare una concentrazione dei deflussi attraverso la rete di scolo e raccolta delle acque di ruscellamento. Eventuali sversamenti accidentali potrebbero alterare nel medio termine la componente 'suolo e sottosuolo' (cfr. paragrafo 20 – SUC7). In relazione alle azioni progettuali previste e conseguenti opere di mitigazioni, il giudizio di impatto residuo è risultato 'non significativo'.

Ambito di impatto S2 e S3: l'ambito di impatto S2 è stato definito in relazione alla valutazione degli effetti prodotti dalle fase realizzative e di esercizio della trincea profonda T02; mentre l'ambito S3 include l'area di esazione, sosta e controllo, portale imbocco galleria Faro Sup. lato ponte. Entrambi gli ambiti di impatto ricadono nello stesso pedopaesaggio e sono pertanto caratterizzati da uno stesso giudizio per i medesimi fattori di pressione considerati. I lavori previsti dal progetto implicano una occupazione di suolo mediamente evoluto in modo irreversibile, con conseguente scomparsa degli orizzonti superficiali a maggiore fertilità e perdita della capacità all'uso agricolo. Tali condizioni hanno condotto a stimare un livello di impatto 'elevato' per i fattori SUC1 e SUC2 e 'importante', in quanto parzialmente mitigabile, per il fattore SUC3. Per i fattori di pressione SUC4, SUC5 e SUC7 valgono le stesse considerazioni fatte per l'area di impatto S1. L'impatto risulta 'importante' relativamente al fattore SUC 8, in quanto l'opera da realizzare causa un'alterazione irreversibile alla morfologia dei versanti, nonostante gli interventi di mitigazione assicurino un buon inserimento e raccordo con il contesto (cfr. paragrafo 21). Infine, non si può completamente escludere un potenziale rischio di innesco di fenomeni franosi superficiali in fase di esecuzione delle opera, a causa degli sbancamenti che verranno effettuati.

In particolare, la probabilità che intervengano dissesti è stata considerata 'media' per l'ambito S2 e 'alta' per l'ambito S3, poiché in quest'ultimo caso le lavorazioni interferiranno in maniera più

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> FO	<i>Data</i> 20/06/2011

incisiva sulla stabilità dei versanti caratterizzati dalla presenza delle sabbie e ghiaie di Messina, a cui è associata una forte propensione al dissesto. In entrambi i casi, però la ben mitigabilità del fattore in esame riconduce il giudizio di impatto allo stesso livello 'medio'.

Ambito di impatto S4.a: l'ambito di impatto racchiude la trincea profonda T03, il portale imbocco galleria Faro sup. lato Messina e galleria Balena Il lato ponte. La sensibilità risulta alta in quanto il paesaggio morfologico è costituito da versanti da moderatamente a fortemente acclivi, caratterizzati da una modesta attività morfodinamica su substrato sedimentario, con suoli generalmente poco evoluti. La valutazione di impatto ha evidenziato valori 'elevati' per i fattori SUC1 e SUC 2 e 'importante' per il SUC 3. Mentre per gli altri fattori di pressione il giudizio di impatto risulta medio ad eccezione della variazione fisiografica che subiranno i versanti in seguito alla realizzazione delle opere. Infatti al SUC 8 ha corrisposto un impatto residuo 'importante'.

Anche in questo caso, la realizzazione degli imbocchi delle gallerie, nonché della trincea profonda in prossimità di una frana roto traslativa (nelle immediate adiacenza del previsto svincolo Curcuraci), agirà molto probabilmente come fattore predisponente alla riattivazione dei dissesti di versante; per il fattore SUC9, infatti, si è ottenuto un livello di impatto ante mitigazioni 'importante'; considerate le opere di mitigazione previste (opere di sostegno e in corrispondenza delle aree denudate e posizionamento di geostuoie), il livello di impatto post mitigazione è stimato 'minore'.

Ambito di impatto S4.b: le azioni progettuali che caratterizzano l'ambito di impatto sono costituite dallo Svincolo Curcuraci, ovvero dai rilevati RC01-RC02-RC03-RC04-RC05-RC06; la sensibilità risulta bassa in quanto si è in presenza di versanti a debole pendenza con assenza o debole attività morfodinamica con suoli poco evoluti. Il giudizio di impatto più elevato risulta di livello 'medio' ed è stato attribuito ai fattori di pressione che riguardano l'alterazione della coltre pedogenetica, mentre per i fattori di pressione che esprimono le condizioni idrologiche e morfologiche dell'area si ha un impatto 'trascurabile', ad eccezione del fattore SUC9 che risulta 'non significativo' in quanto le azioni progettuali e le mitigazioni previste dal progetto escludono l'innescio di fenomeni gravitativi. Infine i cambiamenti della morfologia, in considerazione dell'attuale conformazione dei versanti, comportano un impatto "minore".

Ambito di impatto S5: l'ambito S5 comprende il cantiere operativo S14, il portale imbocco galleria Balena Il lato Messina, la galleria Le Fosse lato ponte e il viadotto Pace. La sensibilità risulta alta per la presenza di versanti da moderata a forte pendenza, con suoli da poco a mediamente evoluti che si originano su un substrato costituito da sabbie e ghiaie. Le attività previste per la realizzazione del progetto sottraggono suolo, in parte utilizzato in fase ante operam a pascolo cespugliato e in parte a colture agricole arboree e/o ortaggi situati in destra e sinistra idrografica

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> FO	<i>Data</i> 20/06/2011

del torrente Pace. Inoltre la realizzazione delle gallerie in destra idrografica prevede la demolizione di due fabbricati, mentre in sinistra idrografica è presente una cava di sabbia e ghiaie. In considerazione del fatto che i suoli e le colture sono di limitata estensione ed inoltre non sono funzionali allo sviluppo economico della zona, i pesi attribuiti alla magnitudo sono bassi; tuttavia, a causa della sensibilità alta e della persistenza nel tempo della trasformazione indotta, il giudizio di impatto residuo risulta 'importante'.

Il fattore di pressione SUC5 è attribuibile, in tale ambito, in particolare al viadotto Pace, le cui pile, realizzate sui versanti (alvei incassati) costituiti da litotipi con caratteristiche meccaniche scadenti, potrebbero innescare fenomeni erosivi in corrispondenza degli scavi, a causa dell'esposizione del materiale alterato dei litotipi affioranti. Infatti, a tale fattore è stata attribuita una probabilità alta ed una magnitudo III, che associata alla reversibilità BT e alla sensibilità alta, considerando le mitigazioni previste (quali opere di protezione dei versanti a monte delle pile), ha fornito un giudizio di impatto di livello 'medio'.

Per il fattore di pressione SUC9, si sottolinea la presenza di particolari problematiche legate alle caratteristiche geomorfologiche dell'area (fenomeni di dissesto superficiale e crolli); la probabilità, quindi, che le fasi realizzative delle opere (in particolare il portale di imbocco della galleria Balena II e le pile del viadotto Pace) vadano ad alterare il già precario equilibrio è alta; associando questa probabilità ad una magnitudo III e considerando il processo reversibile nel medio termine, l'impatto a monte delle mitigazioni risulta 'importante'; tuttavia, considerate le previste mitigazioni (opere di protezione a monte delle pile del viadotto che, comunque, avranno una profondità maggiore rispetto ai piani di distacco delle frane esistenti e di quelle potenzialmente mobilizzabili, nonché, per l'imbocco della galleria, opere di contenimento e protezione ed eventuali opere di sostegno nel caso in cui durante le fasi di approfondimento si individuassero aree in precario equilibrio), il livello residuale del giudizio di impatto è risultato 'medio'.

Il fattore legato all'alterazione della morfologia dei versanti SUC8, invec, risulta solo parzialmente mitigabile e quindi di livello 'importante'.

Ambito di impatto S6.a: l'ambito di impatto S6.a comprende il portale imbocco galleria Le Fosse lato Messina e la galleria Serrazzo lato ponte. La sensibilità dell'area risulta alta per la presenza di versanti a moderata acclività, con substrato costituito principalmente da argille marnose siltose interessate da una notevole dinamica di versante, con suoli poco evoluti, utilizzati a pascolo cespugliato associato a colture arboree. Per quanto riguarda il giudizio di impatto, visto che le azioni progettuali e le dinamiche di versante sono paragonabili, valgono le stesse considerazioni fatte per l'ambito S5.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Ambito di impatto S6.b: l'ambito di impatto è costituito dallo svincolo Annunziata, ovvero Trincea TA01 e rilevati RA01-RA02-RA03-RA04, comprensivo del cantiere operativo SI5, e il ponte Annunziata.

La sensibilità attribuita a questa area è variabile da bassa, per la presenza di sedimenti alluvionali di origine principalmente fluviale sui quali si evolvono suoli poco evoluti, ad 'alta', vista la presenza di versanti che degradano verso la valle della fiumara, piuttosto acclivi e interessati, come vedremo, da fenomeni di dissesto piuttosto estesi. E' un'area caratterizzata da una particolare complessità geologica.

Per questioni cautelative si è attribuito all'area in esame valore di sensibilità 'alta'.

Nell'ambito degli studi di base del progetto definitivo, è stato eseguito uno studio geologico ed uno geomorfologico di dettaglio proprio nell'area dell'Annunziata, compresa tra il Forte Jachiddu e gli Istituti universitari dell'Annunziata. Da tali studi è stata ricostruita innanzitutto la successione stratigrafica, che prevede dall'alto verso il basso i seguenti elementi litologici: alluvioni recenti e attuali, depositi marini terrazzati, ghiaie e sabbie di Messina (qui appartengono in prevalenza alla facies marina), Calcareniti di S. Corrado, calcare evaporitico sbrecciato, formazione di S. Pier Niceto.

Tutta l'area studiata è risultata interessata da coperture, talora di notevole spessore, da imputarsi ad attività antropica. Altri depositi sono gli accumuli di materiale estratto dalla galleria già realizzata.

Sono presenti vaste zone edificate, spesso impostate su piane e su depositi alluvionali terrazzati, ma talora ricavate dalla mobilitazione e dall'escavazioni di versanti, come nel caso degli edifici universitari addossati alla formazione delle Ghiaie e sabbie di Messina.

I caratteri strutturali dominanti sono le faglie orientate N40, che appartengono al sistema della dorsale peloritana, immergenti verso SE con inclinazioni di circa 60-70°, costituenti faglie distensive. Un ulteriore sistema normale al precedente è stato riconosciuto nel rilievo collinare in destra della valle e nel fosso più a sud.

Lo studio geomorfologico si è incentrato sull'instabilità gravitativa principale, che coinvolge il versante in destra idrografica del Vallone Annunziata (a nord-est di Messina).

Sulla base delle evidenze geologico-geomorfologiche e geologico-tecniche raccolte nell'area in esame, è stato possibile formulare un modello geologico-evolutivo dell'evento franoso, secondo il quale un antico corpo di frana interessa un deposito terrazzato del vallone Annunziata; la superficie di rottura di questa frana risulta compatibile con un meccanismo di scorrimento rototraslazionale a principale componente traslazionale di volume stimabile pari a circa 1Mm³,

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

responsabile della genesi della scarpata sub-circolare sommitale in accentuata degradazione. Il corpo di frana poggia sul piano terrazzato fluviale posto a circa 160 m s.l.m..

In corrispondenza del settore settentrionale del versante in questione, sia la distribuzione delle forme del rilievo che i dati stratigrafici derivanti dai sondaggi dimostrano l'esistenza di una frana da scorrimento rototraslazionale a significativa componente rotazionale di volume stimabile pari a circa 0.2Mm³ che avrebbe coinvolto in parte il corpo di frana antica ed in parte i sottostanti termini argillosi e arenaceo-conglomeratici della successione serravalliano-tortoniana ascrivibile alla formazione di San Pier Niceto.

Internamente a quest'ultimo corpo di frana si rileva un ulteriore fenomeno franoso il cui meccanismo è riconducibile ad uno scorrimento-colata di volume stimabile pari a circa 0.02Mm³, che interrompe la continuità dei terrazzi di frana originatisi a seguito del precedente meccanismo e li isola in lembi correlabili per posizione e quota. Quest'ultimo evento di frana si associa ad una morfologia valliva a sviluppo prevalentemente longitudinale, delimitata da scarpate metriche.

La frana del Vallone Annunziata può pertanto essere classificata come una frana complessa, la cui modalità di evoluzione spazio-temporale è di tipo multiplo ed in riduzione, ovvero è caratterizzata da dinamiche di accelerazione/riattivazione che possono manifestarsi in successione temporale ma che, comunque, tendono ad interessare porzioni della pre-esistente massa di frana.

Nel modello geologico-evolutivo sopra descritto l'attività antropica connessa agli scavi di cava, avvenuti nel settore settentrionale del versante, avrebbe contribuito alla destabilizzazione delle masse di frana ad essi adiacenti e può essere, pertanto, ritenuta responsabile, se non di un loro innesco, almeno di una loro riattivazione/accelerazione.

In definitiva, il modello geologico-evolutivo ricostruito per il versante in frana, porta a ritenere che la realizzazione di opere di attraversamento e/o scavo in corrispondenza dello stesso non possano prescindere dal tener conto della presenza di un corpo di frana antica e di due altri corpi di frana ben più recenti.

Di questi corpi di frana il primo e più antico, pur essendo inattivo rispetto ad agenti naturali, può comunque essere riattivato antropicamente qualora interventi di scavo e/o modifica della morfologia di versante possano ripristinarne la libertà cinematica, portandolo contestualmente al di fuori delle condizioni di equilibrio; d'altro canto, i restanti due corpi di frana, essendo già attivi, possono essere portati in condizioni di maggiore disequilibrio da eventuali interventi antropici, che ne potrebbero causare la riattivazione e/o l'accelerazione del movimento.

Si ritiene, tuttavia, che le masse di frana presenti in corrispondenza del versante in questione non superino uno spessore di 30 m dal p.c. e che, in particolare, il corpo di frana da scorrimento-colata

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

attivo in continuità, non superi la decina di metri, trattandosi, pertanto, di un movimento relativamente superficiale.

A tale riguardo, si ritiene che gli interventi di stabilizzazione e contenimento specificatamente previsti dal progetto tecnico per il versante settentrionale attivo per frana, correttamente dimensionati e volti a limitare l'infiltrazione delle acque di precipitazione anche mediante opere di intercettazione e canalizzazione superficiale della corrivazione, possano essere efficaci a ridurre gli impatti relativi al fattore SUC9 da un livello iniziale 'importante' ad uno residuale 'medio'; altra importante mitigazione è, in riferimento al ponte Annunziata, quello di non realizzare i pilastri sui versanti nelle zone di corona, allo scopo di evitare un aumento di peso e quindi delle spinte agenti. Anche per gli altri fattori analizzati in quest'area si producono livelli di impatto di grado medio, importante, e per i fattori SUC 1 e 2 elevato.

Ambito di impatto F1.a: l'ambito di impatto include la trincea T02 e la galleria artificiale S.Agata lato Messina. La sensibilità risulta alta per la presenza di versanti da moderatamente a fortemente acclivi, caratterizzati da una modesta dinamica morfodinamica; il substrato è sabbioso ghiaioso con suoli generalmente poco evoluti. Il giudizio di impatto attribuito rispetto alle azioni progettuali previste dal progetto è 'elevato' per l'occupazione di suolo (SUC1), che risulta non mitigabile, e la conseguenza perdita di superfici (SUC2) attualmente ricoperte da una vegetazione erbacea ed arbustiva in evoluzione naturale associata a qualche seminativo e colture arboree. Durante le fasi realizzative le opere interferiranno molto probabilmente (P alta) con il drenaggio superficiale provocando una concentrazione dei flussi (SUC4), nonché il probabile innesco di fenomeni erosivi sia diffusi che concentrati (SUC5), specie con riferimento alle fasi di sbancamento propedeutiche alla realizzazione della galleria artificiale. In considerazione della natura geomeccanica dei litotipi affioranti si possono manifestare potenziali dissesti della coltre rimaneggiata (SUC9). Con riferimento alle mitigazioni previste dal progetto (in particolare, per la galleria artificiale S. Cecilia è prevista la sistemazione definitiva dei versanti mediante ancoraggi in barra più geocomposito antierosivo rinforzato con rete doppia torsione e reticolo di funi intasato con terreno vegetale e successiva idrosemina), finalizzate ad ostacolare i fenomeni sopra descritti, il giudizio di impatto è risultato 'medio'. Relativamente all'alterazione morfologica dei versanti, persistente nel tempo, l'impatto è stato valutato di livello 'importante'.

Ambito di impatto F1.b: le azioni progettuali previste per tale ambito sono il cantiere logistico SB2 e l'imbocco della galleria S.Cecilia lato ponte. Tale ambito è stato diviso dal precedente non solo per le azioni progettuali che includono il cantiere logistico SB2 ma anche per la sensibilità che risulta bassa per la presenza di aree pianeggianti e versanti a debole pendenza e con assenza o

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

debole attività morfodinamica, con suoli da poco a moderatamente evoluti. In base alle caratteristiche pedo-morfologiche e litologiche dell'area il giudizio di impatto residuale 'medio' si ha per l'occupazione di suolo e rimozione di colture (SUC1 e SUC2), mentre la conseguente perdita delle potenzialità produttive (SUC3) è risultata, a seguito della considerazione delle mitigazioni previste (cfr paragrafo 21), di livello 'minore'. Per gli altri fattori considerati si è ottenuto un giudizio trascurabile, ad eccezione del SUC8 che risulta anch'esso 'minore'.

Ambito di impatto F2.a: l'ambito di impatto comprende la galleria artificiale S.Cecilia lato Messina. Ricade su di un versante terrazzato con suoli mediamente evoluti su substrato costituito da sabbie e ghiaie. I suoli si presentano profondi con fenomeni di lisciviazione dell'argilla dagli orizzonti superficiali a quelli profondi. L'uso del suolo è rappresentato da formazioni erbacee ed arbustive in evoluzione naturale con la presenza di uliveti ed ortaggi.

In considerazione delle caratteristiche morfologiche e pedologiche dell'area, l'impatto residuale per i fattori SUC1 e SUC2 è risultato 'medio', in considerazione del fatto che il ritombamento dell'opera prevede che la stessa sia ricoperta dal terreno precedentemente accantonato; pertanto la pedogenesi avrà la possibilità di riorganizzare il suolo, con formazione di orizzonti adatti alla crescita delle piante. Nell'ambito di impatto considerato solo l'alterazione morfologica mostra un impatto residuo 'importante'.

Ambito di impatto F2.b: le azioni progettuali sono rappresentate dall'imbocco della galleria S.Cecilia lato Messina e il cantiere operativo SI6. In realtà si tratta di un'area con forte antropizzazione e i suoli risultano fortemente disturbati dall'azione dell'uomo e si ritrovano soltanto in corrispondenza di giardini ed orti ad uso strettamente familiare.

In considerazione di tali condizioni dello stato iniziale, il valore dell'impatto residuo è 'medio' per i fattori legati alla pedogenesi (SUC1 e SUC2), 'minore' per i fattori SUC3 e SUC8, mentre risulta trascurabile per i rimanenti fattori valutati.

Ambito di impatto 1: l'ambito di impatto comprende il cantiere logistico SB1 che ricade in un'area a sensibilità bassa, con suoli mediamente evoluti e fenomeni di idromorfia a pochi centimetri di profondità dall'attuale piano campagna. Si evidenzia che l'area è fortemente antropizzata e la maggior parte del suolo è stato già occupato e non vi sono superfici ampie attualmente utilizzate in agricoltura. Per tali motivi e vista la stabilità geomorfologia dell'area, gli impatti residui rientrano nelle classi 'minore', 'trascurabile' e 'non significativo'.

Ambito di impatto 2: l'ambito di impatto è relativo al sito di recupero ambientale e deposito ambientale SRA1. L'area interessata è caratterizzata da una sensibilità bassa in quanto presenta

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

una conformazione sub pianeggiante, con suoli poco evoluti. Per tali motivi gli impatti residui rientrano nelle classi 'minore' e 'trascurabile'.

Ambito di impatto 3: l'ambito di impatto corrisponde al sito di recupero e deposito ambientale SRA2, ubicato su un versante a moderata pendenza con substrato costituito da depositi ghiaioso sabbiosi con una sensibilità alta. La dinamica di versante è dovuta soprattutto all'azione dilavante delle acque meteoriche. Attualmente il sito è ricoperto da una vegetazione erbacea in evoluzione naturale, in associazione a formazioni arbustive, seminativi e seminativi arborati.

Le condizioni pedoambientali e morfologiche hanno determinato un impatto 'importante' per i fattori di pressione SUC 1 e SUC 6, e 'medio' per tutti gli altri fattori di pressione considerati.

Ambito di impatto 4: l'azione progettuale che rientra in questo ambito è il cantiere operativo SI4, situato nella zona di raccordo tra il fondovalle e i versanti acclivi con substrato sabbioso ghiaioso. La sensibilità risulta alta in conseguenza della dinamica di versante che si manifesta con dissesti localizzati e fenomeni erosivi diffusi ed incanalati. In considerazione delle mitigazioni previste dal progetto gli impatti residui risultano 'minori' per i fattori SUC 1 e SUC 2, 'non significativo' e 'trascurabile' negli altri casi.

Ambito di impatto 5: l'ambito di impatto comprende l'impianto di produzione inerti SC2 e il sito di deposito e recupero ambientale SRAS. La sensibilità risulta bassa in quanto si tratta di un'area a debole pendenza con una limitata attività morfodinamica. Le mitigazioni e i ripristini previsti dal progetto avranno un effetto positivo sull'ambiente morfologico e paesaggistico, pertanto gli impatti residui dovuti alla realizzazione delle opere rientrano nelle classi 'minore' e 'trascurabile'.

Ambito di impatto 6.a: è stata definita una sola area di impatto per i siti di deposito e recupero ambientale SRA4, SRA5 e SRA7. La sensibilità risulta bassa, in quanto i siti interessati occupano un'area a debole pendenza con una limitata attività morfodinamica (zona di Venetico). Inoltre la zona è fortemente degradata ed antropizzata. Le attività previste sono finalizzate al colmamento di alcune depressioni; le mitigazioni previste dal progetto avranno il ruolo di ricreare le condizioni antecedenti e riequilibrare l'assetto morfologico e paesaggistico, pertanto gli impatti residui dovuti alla realizzazione delle opere rientrano nelle classi 'minore' e 'trascurabile'.

Ambito di impatto 6.b: vi ricade il sito di deposito e recupero ambientale SRA6. La sensibilità assegnata è 'alta' in quanto è sede di un'area instabile classificata dal PAI come area a pericolosità 'media' P2. Inoltre la zona è fortemente degradata ed antropizzata. Le attività previste sono finalizzate al colmamento di una ex cava di argilla; le mitigazioni previste dal progetto avranno il ruolo di ricreare le condizioni antecedenti e riequilibrare l'assetto morfologico e

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

paesaggistico, pertanto gli impatti residui dovuti alla realizzazione delle opere rientrano nella classe 'media'.

In particolare il fattore SUC9 è ben mitigato dall'adozione di opere di protezione e sostegno delle alzate del deposito, da realizzarsi man mano che procede lo stoccaggio, e compattazione del materiale prima della messa a dimora.

In particolare, il sito rientra parzialmente, come già detto, in zona di dissesto; a tal proposito, un primo intervento di risanamento dell'area è già stato eseguito dall'Amministrazione Comunale; l'intervento prevedeva la risagomatura del versante mediante terre armate poste a gradoni successivi. La posa degli inerti per la realizzazione del deposito tenderà a completare questo lavoro di recupero dell'area, ponendo il tutto a completamento della risagomatura del versante.

Lungo lo sviluppo, saranno predisposte opere di protezione idraulica, per lo più mirate alla salvaguardia delle sponde laterali nei confronti della portata di pioggia.

A lavori completati sono previsti inoltre interventi di sistemazione ambientale, finalizzati al ripristino vegetazionale preesistente, oltre naturalmente a tutti gli interventi necessari a garantire la stabilità delle scarpate e la regimazione delle acque di superficie.

Relativamente al SUC7, si prevede che il potenziale inquinamento del suolo sia dovuto al dilavamento ad opera delle acque meteoriche di eventuali inquinanti presenti nel materiale stoccato (es. residui di cemento e di ferro).

Ambito di impatto 7: si tratta di un impianto di produzione inerti SC3 caratterizzato da una sensibilità alta per la presenza di versanti a moderata pendenza, con una modesta attività morfodinamica. In considerazione del fatto che l'area è caratterizzata da una attività antropica intensa e, viste le finalità previste dal progetto per il sito in esame, sono state considerati soltanto due fattori di pressioni, SUC 1 e SUC 7, legati all'occupazione di suolo e a potenziali sversamenti sul suolo di sostanze inquinanti. Gli impatti residui in considerazione delle mitigazioni previste dal progetto (cfr paragrafo 21) rientrano nella classe 'media'.

Ambito di impatto 8: si tratta di un impianto di produzione inerti simili al precedente, ma ubicato in un'area a bassa sensibilità, pertanto anche se le azioni progettuali sono simili gli impatti residui in questo ambito risultano 'trascurabili'.

Ambito di impatto 9: l'ambito di impatto comprende il sito di deposito e recupero ambientale SRA3. La sensibilità risulta bassa, in quanto i siti interessati ricadono su versanti incisi, a debole pendenza, con una limitata attività morfodinamica e con suoli aventi una scarsa potenzialità agronomica; pertanto, e in considerazione del progetto di mitigazione (cfr paragrafo 21), gli impatti residui risultano 'minori' per i fattori SUC1 e SUC 6, mentre risultano 'trascurabili' per gli altri.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Ambito di impatto 10: in questo ambito è perimetrato il cantiere logistico SB3. L'area è fortemente antropizzata in un'area di pianura prossima alla linea di costa. In considerazione del fatto che l'area è pianeggiata e fortemente antropizzata, priva di colture pedogenizzate, sono stati considerati il fattore SUC4 che è risultato 'non significativo' e i fattori SUC7 e SUC8 che hanno restituito livelli di impatto 'trascurabili'.

Ambito di impatto GF.a: questo ambito, perimetrato in relazione al solo fattore di 'subsidenza', corrispondente alla galleria ferroviaria S. Cecilia, a cui è assegnato un valore di sensibilità 'molto alta', risente di un impatto residuo di livello 'medio'; le infrastrutture ivi presenti potrebbero subire danni di livello massimo pari a 3: "le fessure richiedono cuciture e scuci della muratura, anche all'esterno sono necessari interventi sulla muratura, possibile blocco di porte e finestre. rottura di tubazioni, spesso l'impermeabilità non è garantita, tipica apertura delle lesioni 5 ÷ 15 mm, oppure molte lesioni ≤ mm (secondo il criterio di classificazione del danno edifici – Burland 1977).

Per tali edifici sono previste specifiche opere di mitigazione (si veda paragrafo specifico).

Ambito di impatto GF.b: questo ambito, perimetrato in relazione al solo fattore di 'subsidenza', corrispondente alla galleria ferroviaria S. Cecilia, a cui è assegnato un valore di sensibilità 'molto alta', risente di un impatto residuo di livello 'importante'; ovvero le infrastrutture ivi presenti potrebbero subire danni di livello massimo pari a 5: "Richiesti importanti lavori con parziale e totale demolizione e ricostruzione. Le travi perdono l'appoggio, i muri si inclinano fortemente e richiedono puntellatura. Pericolo di instabilità. Tipica apertura delle lesioni superiori a 25 mm, dipendente anche dal numero di lesioni." (secondo il criterio di classificazione del danno edifici – Burland 1977).

Per tali edifici sono previste specifiche opere di mitigazione (si veda paragrafo specifico).

Ambito di impatto SM.a: questo ambito, perimetrato in relazione al solo fattore di 'subsidenza', corrispondente alla stazione metropolitana Europa, a cui è assegnato un valore di sensibilità 'molto alta', risente di un impatto residuo di livello 'medio'; ovvero le infrastrutture ivi presenti potrebbero subire danni di livello massimo pari a 3: "le fessure richiedono cuciture e scuci della muratura, anche all'esterno sono necessari interventi sulla muratura, possibile blocco di porte e finestre. rottura di tubazioni, spesso l'impermeabilità non è garantita, tipica apertura delle lesioni 5 ÷ 15 mm, oppure molte lesioni ≤ 3 mm (secondo il criterio di classificazione del danno edifici – Burland 1977).

Per tali edifici sono previste specifiche opere di mitigazione (si veda paragrafo 21.1).

Ambito di impatto SM.b: questo ambito, perimetrato in relazione al solo fattore di 'subsidenza', corrispondente alla stazione metropolitana Papardo, a cui è assegnato un valore di sensibilità 'molto alta', risente di un impatto residuo di livello 'medio'; ovvero le infrastrutture ivi presenti

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

potrebbero subire danni di livello massimo pari a 3: “le fessure richiedono cucì e scuci della muratura, anche all’esterno sono necessari interventi sulla muratura, possibile blocco di porte e finestre. rottura di tubazioni, spesso l’impermeabilità non è garantita, tipica apertura delle lesioni 5 ÷ 15 mm, oppure molte lesioni ≤ 3 mm(secondo il criterio di classificazione del danno edifici – Burland 1977).

Per tali edifici sono previste specifiche opere di mitigazione (si veda paragrafo 21.1).

25 Sintesi dei giudizi di impatto ottenuti

Si riporta nel seguito un quadro di sintesi degli impatti rilevati in ordine decrescente di giudizio, associandoli ai relativi ambiti d’impatto, tralasciando quelli di livello ‘trascurabile’ e ‘non significativo’.

In Calabria gli impatti residui rilevati che mostrano giudizi di livello:

- **‘elevato’** sono:
 - o SUC1 ‘Occupazione di suolo’ negli ambiti di impatto S1, S3.a, S4, S5, S6, S7, S11.b;
 - o SUC2 ‘Rimozione di colture ed interruzione del ciclo produttivo pluriennale’, negli ambiti di impatto S1, S3.a, S4, S5, S6, S7, S11.b;
- **‘importante’** sono:
 - o SUC1 ‘Occupazione di suolo’ negli ambiti di impatto S8.b, S9, S10;
 - o SUC2 ‘Rimozione di colture ed interruzione del ciclo produttivo pluriennale’, negli ambiti di impatto S8.b, S9, S10;
 - o SUC3 ‘Perdita di orizzonti superficiali di maggiore fertilità’, negli ambiti di impatto S1, S3.a, S4, S5, S6, S7, S11.b;
 - o SUC8 ‘Alterazione della morfologia naturale dei versanti’, negli ambiti di impatto S4, S5, S6, S7, S11.b;
- **‘medio’** sono:
 - o SUC1 ‘Occupazione di suolo’ negli ambiti di impatto S2, S3.b, S8.a, S11.a, S11.c, 3;
 - o SUC2 ‘Rimozione di colture ed interruzione del ciclo produttivo pluriennale’, negli ambiti di impatto S2, S3.b, S8.a, S11.a, S11.c;
 - o SUC3 ‘Perdita di orizzonti superficiali di maggiore fertilità’, negli ambiti di impatto S8.b, S9, S10;
 - o SUC4 ‘Interferenza con il drenaggio superficiale e concentrazione dei deflussi’, negli

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> <i>AM0217_F0.doc</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20/06/2011</i>

- ambiti di impatto S1, S3.a, S4, S5, S6, S7, S11.b;
- o SUC5 'Interferenza con il drenaggio superficiale e aumento della capacità erosiva delle acque di ruscellamento, negli ambiti di impatto S1, S3.a, S4, S5, S6, S7, S11.b;
 - o SUC6 'Compromissione delle proprietà chimico fisiche del suolo', negli ambiti di impatto S11.b, 3;
 - o SUC7 'Potenziale sversamento sul suolo di sostanze e materiali inquinanti', negli ambiti di impatto S1, S3.a, S4, S5, S6, S7, S11.b;
 - o SUC8 'Alterazione della morfologia naturale dei versanti', nell'ambiti di impatto S10;
 - o SUC9 'Possibile innesco di fenomeni di dissesto superficiale e profondo', negli ambiti di impatto S4, S5, S6, S7
- **'minore'** sono:
- o SUC1 'Occupazione di suolo' negli ambiti di impatto 1, 2;
 - o SUC2 'Rimozione di colture ed interruzione del ciclo produttivo pluriennale', nell'ambito di impatto 1;
 - o SUC3 'Perdita di orizzonti superficiali di maggiore fertilità', negli ambiti di impatto S2, S3.b, S8.a, S11.a, S11.c;
 - o SUC4 'Interferenza con il drenaggio superficiale e concentrazione dei deflussi', negli ambiti di impatto S8.b, S9, S10, 3;
 - o SUC5 'Interferenza con il drenaggio superficiale e aumento della capacità erosiva delle acque di ruscellamento, negli ambiti di impatto S8.b, S9, S10;
 - o SUC7 'Potenziale sversamento sul suolo di sostanze e materiali inquinanti', negli ambiti di impatto S8.b, S9, S10, 3,
 - o SUC8 'Alterazione della morfologia naturale dei versanti', nell'ambiti di impatto S3.b, S8.a, S11.a, S11.c, 3;
 - o SUC9 'Possibile innesco di fenomeni di dissesto superficiale e profondo', negli ambiti di impatto S10, 3;
 - o SUC10 'Smaltimento e stoccaggio materiali e rifiuti', nell'ambito di impatto 3.

In Sicilia gli impatti residui rilevati che mostrano giudizi di livello:

- **'elevato'** sono:
- o SUC1 'Occupazione di suolo' negli ambiti di impatto SF.b, S2, S3, S4.a, S5, S6.a e b, F1.a;

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- SUC2 'Rimozione di colture ed interruzione del ciclo produttivo pluriennale', negli ambiti di impatto SF.b, S2, S3, S4.a, S5, S6.a e b;
- **'importante'** sono:
 - SUC1 'Occupazione di suolo' nell'ambito di impatto 3;
 - SUC3 'Perdita di orizzonti superficiali di maggiore fertilità', negli ambiti di impatto SF.b, S2, S3, S4.a, S5, S6.a e b, F1.a;
 - SUC6 'Compromissione delle proprietà chimico fisiche del suolo', nell'ambito di impatto SRA2;
 - SUC8 'Alterazione della morfologia naturale dei versanti', negli ambiti di impatto SF.b, S2, S3, S4.a, S5, S6.a e b, F1.a, F2.a;
 - SUC11 'Subsidenza per attività di scavo in sotterraneo', negli ambiti di impatto GF.b, GS.b;
- **'medio'** sono:
 - SUC1 'Occupazione di suolo' negli ambiti di impatto S4.b, F1.b, F2.a e b, 6.b, 7;
 - SUC2 'Rimozione di colture ed interruzione del ciclo produttivo pluriennale', negli ambiti di impatto S4.b, F2.b
 - SUC3 'Perdita di orizzonti superficiali di maggiore fertilità', negli ambiti di impatto F2.a, 3, 6.b;
 - SUC4 'Interferenza con il drenaggio superficiale e concentrazione dei deflussi', negli ambiti di impatto SF.b, S1, S2, S3, S4.a, S5, S6.a e b, F1.a, F2.a, 3, 6.b;
 - SUC5 'Interferenza con il drenaggio superficiale e aumento della capacità erosiva delle acque di ruscellamento, negli ambiti di impatto SF.b, S1, S2, S3, S4.a, S5, S6.a e b, F1.a, F2.a, 3, 6.b;
 - SUC6 'Compromissione delle proprietà chimico fisiche del suolo', nell'ambito di impatto SF.b, S6.b, 6.b;
 - SUC7 'Potenziale sversamento sul suolo di sostanze e materiali inquinanti', negli ambiti di impatto SF.b, S1, S2, S3, S4.a, S5, S6.b, F1.a, F2.a, 3, 6.b, 7;
 - SUC8 'Alterazione della morfologia naturale dei versanti', negli ambiti di impatto 3, 6.b;
 - SUC9 'Possibile innesco di fenomeni di dissesto superficiale e profondo', negli ambiti di impatto SF.b, S2, S3, S4.a, S5, S6.b, F1.a, F2.a, 3, 6.b;
 - SUC10 'Smaltimento e stoccaggio materiali e rifiuti', nell'ambito di impatto 3, 6.b;
 - SUC11 'Subsidenza per attività di scavo in sotterraneo', negli ambiti di impatto

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

GF.a, GS.a, SM.a, SM.b.

- **'minore'** sono:

- o SUC1 'Occupazione di suolo' negli ambiti di impatto SF.a, 1, 2, 4, 5, 6.a, 9;
- o SUC2 'Rimozione di colture ed interruzione del ciclo produttivo pluriennale', negli ambiti di impatto SF.a, 1, 4
- o SUC3 'Perdita di orizzonti superficiali di maggiore fertilità', negli ambiti di impatto S4.b, F1.b, F2.b;
- o SUC6 'Compromissione delle proprietà chimico fisiche del suolo', nell'ambito di impatto 2, 5, 6.a, 9;
- o SUC8 'Alterazione della morfologia naturale dei versanti', negli ambiti di impatto S4.b, F1.b, F2.b;

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AM0217_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

26 Proposte di compensazione degli impatti residuali

Si propone come compensazione degli impatti relativi alla perdita di suolo con particolare riferimenti agli orizzonti superficiali di maggiore fertilità, l'accantonamento del terreno vegetale e successivo riutilizzo dei suoli calabresi che presentano caratteristiche chimico fisiche elevate, in quanto dotati di una buona percentuale di materia organica e degli elementi tipici della fertilità. In particolare tali suoli si evolvono su materiale piroclastico proveniente dagli apparati vulcanici circostanti che gli conferiscono una elevata capacità d'uso.

L'estensione reale di tali suoli in Calabria è limitata e risultano localizzati principalmente nella fascia di territorio compresa tra la piana costiera di Cannitello e l'area del blocco di ancoraggio a Piaie (cantire CI1).

Tali suoli una volta accantonati potranno essere utilizzati al fine di creare un substrato fertile ed idoneo a ripristinare la vegetazione in zone prive di suolo.

In particolare si propone il riutilizzo per la riqualificazione della cava CC1.

La stessa compensazione non si propone per la Sicilia in quanto le aree oggetto di intervento sono caratterizzate da suoli alle prime fasi di evoluzione con scarsa espressione pedogenetica.