



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione Civile



Attuazione dell'Articolo 11 della Legge 24 giugno 2009, n.77

MICROZONAZIONE SISMICA

Relazione Illustrativa

MS Livello 1

Regione Sicilia

Comune di Furci Siculo



Convenzione in data 20/12/2011 tra il Dipartimento Regionale della Protezione Civile e l'Università degli Studi di Messina: *Indagini di Microzonazione sismica di Livello I in diversi Comuni della Regione Sicilia ai sensi dell'OPCM 3907/2010*

<p>Contraente: Regione Siciliana – Presidenza Dipartimento della Protezione Civile</p> 	<p>Soggetto realizzatore: Università degli Studi di Messina C.A.R.E.C.I. – Centro Attrazione Risorse Esterne e Creazione d'Impresa</p> 	<p>Data: Novembre 2012</p>
--	--	--------------------------------



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Sommario

1	INTRODUZIONE	5
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA	10
3	CENSIMENTO DATI	12
4	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	13
4.1	Analisi Morfologica e Altimetrica	14
4.2	Idrografia	16
4.3	Inquadramento geologico strutturale regionale	18
4.4	Assetto geologico strutturale dell'area esaminata	25
4.5	Stratigrafia dell'area esaminata	26
4.6	Analisi geomorfologica ed assetto dei versanti	33
4.7	Classificazione litologica dei terreni affioranti	36
5	SISMICITÀ E ZONE SISMOGENETICHE	43
5.1	Storia sismica e pericolosità dell'area	45
6	METODOLOGIA DI ACQUISIZIONE DELLE INDAGINI	51
7	ELABORATI CARTOGRAFICI	57
8	GEOGNOSTICA E GEOFISICA	66
8.1	Strumentazione utilizzata	66
8.2	Processing dei dati	67



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

8.3	Il Rumore sismico.....	68
8.4	Teoria sull'analisi del Rumore Sismico.....	70
8.5	Aree Interessate dalle indagini di MS.....	72
8.6	Rappresentazione dei valori di frequenza ottenuti	77
8.7	Modello geologico dell'area in studio e bedrock geofisico.....	78
8.8	Considerazioni sui risultati ottenuti.....	86
9	CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)	87
9.1	Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali.....	90
9.2	Zone suscettibili di instabilità.....	100
10	INDICAZIONI CONCLUSIVE	103
11	BIBLIOGRAFIA.....	105
12	ALLEGATI.....	113

Indice delle Figure

Figura 1 – Individuazione geografica dell'area	5
Figura 2 - Corografia dell'area.....	11
Figura 3 - Suddivisione del territorio in fasce altimetriche	15
Figura 4 - Carta delle pendenze e dei dissesti geomorfologici	35
Figura 5– Legenda della carta geologico tecnica della microzonazione sismica: substrato rigido o non rigido.....	37
Figura 6 - Legenda della carta geologico tecnica della microzonazione sismica: terreni di copertura.....	38



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Figura 7 - Carta geologico tecnica.....	42
Figura 8- Catalogo parametrico dei terremoti (Gruppo di lavoro CPTI, 1999): epicentri dei maggiori terremoti della Sicilia e Calabria nel periodo 1125-1990. I poligoni rappresentano le Zone Sismogenetiche riconosciute (Meletti et alii, 2000).....	43
Figura 9 - Storia sismica di Furci Siculo estratta dal Database Macrosismico Italiano (DBMI11, Locati et al., 2011); Is è l'intensità macrosismica risentita (MCS); Ax l'area epicentrale; Np è il numero di località in cui è disponibile il dato macrosimico; I0 è l'intensità macrosismica dell'epicentro (MCS); MW è la magnitudo momento dell'evento con accanto il grado d'incertezza della stima.	46
Figura 10 - Schema tettonico della Sicilia orientale e della Calabria meridionale. In leggenda i forti terremoti estratti dal catalogo CPTI (Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani) (CPTI Working Group 2004, 2011).	50
Figura 11 - Comune di Furci Siculo: definizione delle aree da indagare.	73
Figura 12 – Distribuzione delle indagini HVSR in relazione alle aree da indagare nel Comune di Furci Siculo.....	76
Figura 13 - Carta delle frequenze nel Comune di Furci Siculo	78
Figura 14 - Profilo A-A'	79
Figura 15 - Profilo B-B'	79
Figura 16 - Profilo C-C'	80
Figura 17 - Rappresentazione schematica di manifestazioni sorgentizie nelle successioni metamorfiche dei Monti Peloritani (da Ferrara, 1999 modificato).....	82
Figura 18 - Schema delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica.....	89
Figura 19 – Schema delle zone suscettibili di instabilità	90
Figura 20 – Schema delle zone suscettibili di instabilità	101



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Indice delle Tabelle

Tabella 1 - Superfici in mq delle rispettive fasce altimetriche.....	16
Tabella 2 - Trasposizione analitica degli elementi geomorfologici individuati.....	35
Tabella 3 - Trasposizione analitica della aree in dissesto individuate (PAI)	36
Tabella 4 - Storia sismica di Furci Siculo.....	46
Tabella 5 - Sorgenti del rumore sismico	69
Tabella 6 - Sigle dei siti di selezionati con relativa data di registrazione ed indicazione dell'uso del suolo.	74
Tabella 7 - Quadro riassuntivo dei siti di registrazione con esibizione dei dati di frequenza elaborati (per tutti i siti l'accoppiamento suolo/sensore è diretto ed orientato verso Nord; tutti i rilievi sono stati eseguiti in condizioni di bel tempo).	75
Tabella 8 - Risultati dei rilievi HVSR in relazione alla geologia ed all'altimetria	86
Tabella 9 - Compendio dei dati geognostici diretti disponibili per la Zona 2.....	96



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

1 INTRODUZIONE

Nell'ambito dell'attuazione dell'Art. 11 del Decreto Legge 28/04/2009 n. 39, convertito, con modificazioni, dalla Legge 24/06/2009 n. 77 - Interventi di prevenzione del rischio sismico – Finanziamenti per indagini di Microzonazione Sismica, il Dipartimento Regionale della Protezione Civile ha sottoscritto tre distinte convenzioni, identiche nella sostanza, con le Università Siciliane.

La finalità delle convenzioni è lo svolgimento delle INDAGINI DI MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 1 IN DIVERSI COMUNI DELLA REGIONE SICILIA, SECONDO LE SPECIFICHE E LE CONDIZIONI STABILITE DALL'OPCM N. 3907/2010

Le Università Siciliane, in questa prima fase di lavoro dovranno curare la micro zonazione sismica di 58 comuni individuati dal DRPC. Nello specifico l'Università degli Studi di Messina deve curare la micro zonazione sismica dei comuni elencati nell'Allegato A dell'ART. 1 della Convenzione.

La presente relazione illustrativa riguarda il territorio comunale di Furci Siculo in Provincia di Messina (Figura 1).

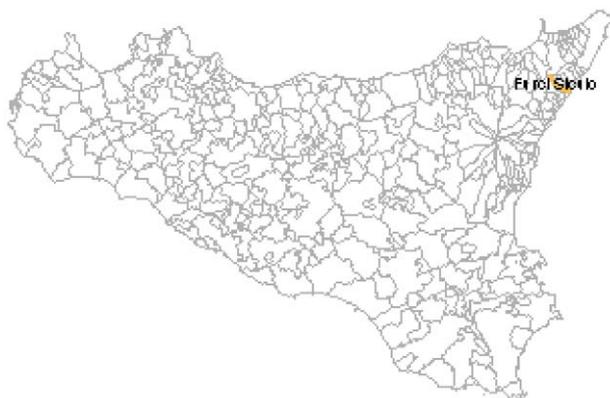


Figura 1 – Individuazione geografica dell'area



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Il programma delle attività di cui alla convenzione è riportato nell' ART. 2 - PROGRAMMA DELLE ATTIVITÀ ed articolato secondo quanto descritto nell' Allegato B nel quale, fra l'altro, sono riportati gli obiettivi da perseguire e gli elaborati finali che dovranno essere prodotti per ciascun Comune.

L'ALLEGATO B nello specifico recita:

"Studio geologico - tecnico ai fini della microzonazione sismica di livello 1 secondo le specifiche e le condizioni stabilite dall'OPCM 3907/2010" - PRIMO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO OGGETTO DELLA PRESENTE CONVENZIONE.

Finalità:

- Individuare le aree suscettibili di effetti locali in cui effettuare le successive indagini di microzonazione sismica;
- Definire il tipo di effetti attesi;
- Indicare, per ogni area, il livello di approfondimento necessario;
- Definire il modello geologico, in termini di caratteristiche litologiche e geometriche delle unità geologiche del sottosuolo che costituirà la base per la microzonazione sismica.

Elaborati da produrre per ciascun Comune oggetto di studio, al momento della consegna dei risultati:

- 1) *Carta delle indagini*: in questo elaborato, a scala almeno 1:10.000 (preferibilmente di maggiore dettaglio) dovranno essere chiaramente indicate le prove pregresse raccolte e le aree dove si ritiene importante o indispensabile che vengano effettuate ulteriori indagini (si segnalano in questo modo le aree in cui le incertezze sui risultati di questo livello di approfondimento sono maggiori). Tutte le prove dovranno essere classificate in base al tipo ed alla profondità raggiunta.
- 2) *Carta geologica - geomorfologica*: derivata dalla revisione a scala dettagliata (1:10.000 - 1:5.000) dei rilievi geologici e morfologici disponibili. In questa cartografia dovranno essere rappresentati gli elementi geologici e morfologici



PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile



Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

che possono modificare il moto sismico in superficie. Dovranno essere chiaramente perimetrate le coperture detritiche, le aree instabili e quelle potenzialmente soggette a dissesti. Questa cartografia dovrà essere corredata da sezioni geologiche significative, in numero adeguato, orientate sia trasversalmente sia longitudinalmente ai principali elementi geologici (strutture tettoniche e assi dei bacini) e dovrà riguardare un'area con estensione significativa per la realizzazione della carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica.

- 3) *Carta delle frequenze naturali dei terreni (f)*, a scala almeno 1:10.000 (preferibilmente di maggiore dettaglio), derivate da indagini speditive di sismica passiva (HVSR sulle vibrazioni ambientali) o, se disponibili, SSR da registrazioni di terremoti. In questa carta dovranno essere riportati tutti i punti di misura, con associato il risultato della prova (valore di f_0 del picco significativo a più bassa frequenza corrispondente alla frequenza di risonanza fondamentale e di altri picchi significativi a più alta frequenza o indicazione dell'assenza di picchi). Ove possibile, il territorio indagato sarà suddiviso in base a classi di frequenza allo scopo di distinguere aree caratterizzate da assenza di fenomeni di risonanza significativi (nessun massimo relativo significativo nelle funzioni HVSR o SSR nell'intervallo 0.1 - 20 Hz) o da presenza di fenomeni di risonanza.
- 4) *Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS)*: è il documento fondamentale di questo livello di approfondimento. In questa cartografia dovranno essere chiaramente indicate le aree in cui si ritiene necessario effettuare indagini e analisi di microzonazione sismica e i livelli di approfondimento ritenuti necessari. Nelle aree di pianura dovrà essere realizzata anche la carta dei depositi di sottosuolo che possono influenzare il moto in superficie (es.: isobate del tetto dei depositi grossolani tipo ghiaie di conoide, isobate del tetto dei corpi sabbiosi presenti nei primi 20 m di profondità, isobate del tetto della falda, isobate della base dei depositi continentali, isobate di discontinuità stratigrafiche importanti, ...).

Le microzone della carta saranno classificate in tre categorie:



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

- a) zone stabili, nelle quali non si ipotizzano effetti locali di alcuna natura (litotipi assimilabili al substrato rigido in affioramento con morfologia pianeggiante o poco acclive – pendii con inclinazione inferiore a circa 15°); in queste zone non sono quindi richiesti ulteriori approfondimenti;
 - b) zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, nelle quali sono attese amplificazioni del moto sismico, come effetto dell'assetto litostratigrafico e morfologico locale; nelle zone con variazioni stratigrafiche laterali poco significative (zone di pianura, valli ampie) sono ritenuti sufficienti approfondimenti di secondo livello; nelle zone in cui la stratigrafia presenta variazioni laterali significative e il modello geologico non è assimilabile ad un modello fisico monodimensionale, come valli strette, conche intramontane e fasce pedemontane o zone prossime a strutture tettoniche sepolte (in prima approssimazione: zone con coefficiente di forma $C > 0.25$ dove $C = H/L$, H = spessore della coltre alluvionale, L = semiampiezza della valle), sono richiesti approfondimenti di terzo livello;
 - c) zone suscettibili di instabilità, nelle quali gli effetti sismici attesi e predominanti, oltre i fenomeni di amplificazione, sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio (instabilità di versante in presenza di pendii instabili e potenzialmente instabili, liquefazioni, densificazioni, cedimenti differenziali).
- 5) *Relazione illustrativa* in cui dovranno essere descritti tutti gli elementi caratterizzanti i documenti sopra indicati e le aree in cui effettuare indagini, con indicazione del tipo di prove da realizzare. Poiché una delle finalità fondamentali di questo livello di approfondimento è la definizione del modello geologico del sottosuolo che costituirà la base per la microzonazione sismica, dovrà essere accuratamente descritta la stratigrafia e fornita una stima indicativa, su basi geologiche, della profondità dell'orizzonte ipotizzato essere il substrato rigido. La definizione del substrato rigido è uno degli obiettivi degli approfondimenti successivi.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Nella successiva tabella (*Tabella 2 della convenzione*) che segue viene riepilogato il quadro conoscitivo minimo che deve essere raggiunto per ciascun Comune, al termine delle attività previste dalla convenzione:

INDAGINI MINIME OBBLIGATORIE	<p>Raccolta dei dati pregressi ritenuti utili ai fini degli studi tra quelli resi disponibili da Amministrazioni pubbliche e/o private: es. rilievi geologici, geomorfologici, geologico – tecnici, indagini geofisiche, sondaggi e stratigrafie desunte da pozzi, etc. ;</p> <p>Rilevamenti geologici di controllo sul terreno;</p> <p>Eventuali nuove indagini: esecuzione di ulteriori indagini geofisiche e geologico - tecniche, qualora la raccolta dei dati pregressi non consenta la ricostruzione di un quadro conoscitivo sufficientemente attendibile rispetto agli obiettivi del livello 1;</p> <p>Misure passive del rumore ambientale, mediante tecnica a stazione singola.</p>
ANALISI ED ELABORAZIONI	<p>Sintesi dei dati e delle cartografie disponibili; Rilettura, sintesi dei dati.</p>
PRODOTTI FINALI OBBLIGATORI	<p>Carta delle indagini (sia esistenti che di nuova realizzazione);</p> <ul style="list-style-type: none"> • Carta geologica – geomorfologica, almeno a scala 1:5.000 – 1 :10.000, di un'area con estensione significativa per la realizzazione della carta delle Microzone; • Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica almeno a scala 1:5.000 – 1:10.000; • Carta delle Frequenze di un'area con estensione significativa per la realizzazione della carta delle Microzone; <p>Relazione tecnica illustrativa.</p>



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA

La presente relazione illustrativa è stata redatta per il territorio comunale di Furci Siculo in Provincia di Messina, settore ionico.

Il territorio comunale di Furci Siculo è ubicato nella parte nord-orientale dei Monti Peloritani, sul versante ionico della Provincia di Messina, occupa un'estensione di circa 18,29 Km² (Figura 2) e ricade, nella cartografia ufficiale in scala 1: 25.000 edita dall'I.G.M., nelle tavolette "S. Teresa di Riva" F° 262 I NE, "Limina" F° 262 I NO e "Mandanici" F° 253 II SO.

I limiti dell'area investigata corrispondono ad E con il Torrente Pagliara, ad W con il Torrente Savoca, a SE con il mar Ionio, a NW con i rilievi della catena Peloritana.

Amministrativamente è caratterizzato dal centro abitato di Furci, dove risiede la maggior parte della popolazione ed è sede Municipale, nonché dalle frazioni di Artale, Calcare e Grotte. Gli abitanti censiti sono circa 3307, ma nella stagione estiva le presenze aumentano considerevolmente.

La zona di studio comprende una porzione costiera a ridosso dell'abitato ed una porzione collinare e montana che raggiunge la massima elevazione a Pizzo Mualì (circa 1200 m s.l.m.). C'è una netta distinzione tra la fascia costiera caratterizzata da una morfologia sub-pianeggiante e l'entroterra caratterizzato, invece, da una morfologia con rilievi aspri e acclivi, situati all'estremità nord-occidentale.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

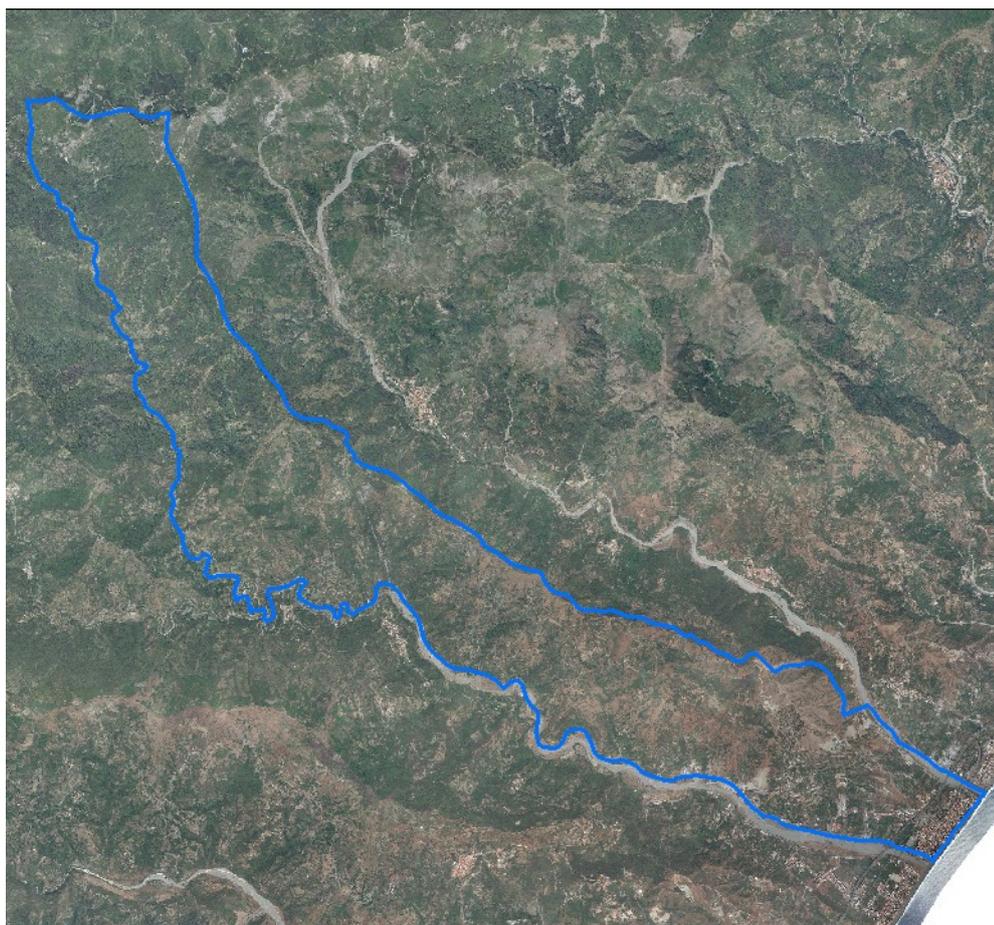


Figura 2 - Corografia dell'area



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

3 CENSIMENTO DATI

La microzonazione sismica (MS) è uno strumento di supporto per la governace del territorio nonché per la progettazione e la pianificazione delle emergenze di protezione civile pertanto, scopo della MS è individuare ad una scala sufficientemente grande (scala comunale) le condizioni locali che possono indurre a sensibili modifiche del moto sismico atteso e/o a deformazioni permanenti sul territorio, sulle costruzioni e alle infrastrutture. La qualità dello studio di MS è funzione del livello di approfondimento degli studi condotti nell'area oggetto di studio ed è fortemente condizionato dai budget messi a disposizione di chi redige lo studio.

Visto il forte impatto che la MS ha sulla pianificazione territoriale si è ritenuto opportuno dare priorità al censimento agli studi geologici prodotti a supporto dei Piani Regolatori Generali Comunali al fine di analizzare lo stato conoscitivo in termini di modelli geologici, geotecnici, geomorfologici (dissesti e alluvioni) e sismicità su cui si è pianificato lo sviluppo urbano del territorio. Solo nel caso in cui non è stato possibile acquisire la documentazione geologica a supporto del PRG si è proceduto al recupero di informazioni provenienti da altri studi geologici realizzati in occorrenza di lavori pubblici. Si è inoltre ritenuto opportuno censire ed acquisire i dati relativi ai dissesti geomorfologici prodotti dal PAI al fine di avere un quadro completo dello stato conoscitivo dei due strumenti di pianificazione (PRG e PAI) che hanno maggior impatto sulla governace del territorio.

Per questo studio di I livello è stato possibile acquisire la seguente documentazione tecnica:

- Relazione geologica esecutiva relativa al progetto di consolidamento di un versante in località Artale, da realizzare nel territorio di Furci Siculo, in Provincia di Messina (marzo 1999 - data del documento)
- Studio Geologico di supporto ai Lavori urgenti di bonifica del bacino del Torrente Fondacalasi e relativa arginatura a difesa del centro abitato della frazione Calcare (senza data)
- Adeguamento dello Studio Geologico di supporto al P.R.G. (04.09.2000 data protocollo Comune)
- Studio Geologico inerente le Prescrizioni Esecutive relative alle zone "P.E.E.P. e Commerciale - Residenziale" del P.R.G. (04.09.2000 data protocollo Comune)



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

- Studio Geologico per gli Interventi integrati per la protezione dei litorali in erosione nel Comune di Furci Siculo (18.03.2003 data protocollo Genio Civile)
- Relazione geologica sui dissesti idrogeologici avvenuti il 23 e 24 settembre 2009 nella frazione Artale del Comune di Furci Siculo (senza data)
- Indagini geognostiche a supporto dei lavori urgenti per il ripristino della sede stradale, conseguenti ai dissesti idrogeologici avvenuti il 23 e 24 settembre 2009, nella frazione Artale ((senza data)
- Relazione e banca dati dei dissesti geomorfologici del PAI.

4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Quanto riportato in questo capitolo è il risultato di un'attenta analisi e revisione degli elaborati tecnici acquisiti (tabella 2 della convenzione) dall'Amministrazione Comunale e della consultazione e sintesi di quanto disponibile nella bibliografia specializzata.

Particolare attenzione è stata rivolta all'esame delle caratteristiche morfologiche, altimetriche, litologiche e geomorfologiche dei versanti, elementi di estrema rilevanza per la definizione della "Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica".

Le analisi eseguite sono riportate nei sottoparagrafi di seguito elencati:

- Analisi Morfologica e Altimetrica
- Idrografia
- Inquadramento geologico strutturale regionale
- Assetto geologico strutturale e stratigrafico dell'area esaminata
- Analisi geomorfologica e assetto dei versanti
- Classificazione litologica dei terreni affioranti



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

4.1 Analisi Morfologica e Altimetrica

Il territorio del Comune di Furci Siculo, ricadente nella Provincia di Messina, ha una superficie complessiva di circa 18,29 Km² e confina a NW con il Comune di “Santa Lucia del Mela”, a W e SW con i Comuni di “Casalvecchio Siculo”, “Santa Teresa di Riva” e “Savoca”, a NE con i Comuni di “Pagliara” e Roccalumera” mentre a E è confinato dal Mar Ionio.

Il territorio in esame rientra nel settore nordorientale della Sicilia, caratterizzato dalla presenza del sistema montuoso dei Monti Peloritani. Il paesaggio dei Peloritani presenta una morfologia decisamente aspra con versanti scoscesi e accidentati, valli strette profondamente incise da torrenti e valloni dal bacino modesto e notevole pendenza, alternati a rilievi che raggiungono la quota massima di circa 1200 metri s.l.m., e modeste aree pianeggianti in corrispondenza della zona costiera e lungo i fondovalle alluvionali.

Dal punto di vista altimetrico e morfologico è possibile distinguere, nell’area oggetto di studio, due zone:

- la zona costiera (da 0 fino a circa 50 m s.l.m.) costituita esclusivamente da spiagge e da depositi alluvionali che si estendono per una lunghezza complessiva di circa 1.000 m in direzione NE-SW ed una larghezza media di circa 500 m; questa zona è caratterizzata da una morfologia sub-pianeggiante con un leggero declivio verso mare;
- la zona pedemontana (da 50 fino a circa 700 m s.l.m), che rappresenta la quasi totalità del Comune di Furci Siculo, che si contraddistingue per la presenza di una prima fascia di rilievi subcollinari, fino alla quota di circa 300 m, cui seguono, per la restante parte, i rilievi montuosi della dorsale peloritana caratterizzati da creste e valli fluviali orientate in direzione NW-SE.

La figura di seguito proposta (Figura 3) evidenzia le fasce altimetriche suddivise nei seguenti intervalli: 0-50 m; 50-100 m; 100-200 m; 200-600 m; 600-1200 m, come si evince da questa immagine solo una piccola porzione del territorio comunale è posta ad una quota superiore ai 700 m s.l.m.

Sempre in Figura 3 si riportano le aree di intervento trasmesse dall’Amministrazione Comunale (poligoni di colore fucsia), così come previsto dall’OPCM 3907/2010, da cui si evince che la quasi totalità dell’area oggetto di studio



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

ricade nella fascia compresa tra 0 e 50 m s.l.m.. Integrando le informazioni riportate in Figura 3 con quelle di Tabella 1 è possibile definire le seguenti percentuali di aree di intervento di studi di MS in funzione delle fasce altimetriche:

- 78 % tra 0 e 50 m
- 14 % tra 50 e 100 m
- 8 % tra 100 e 200 m

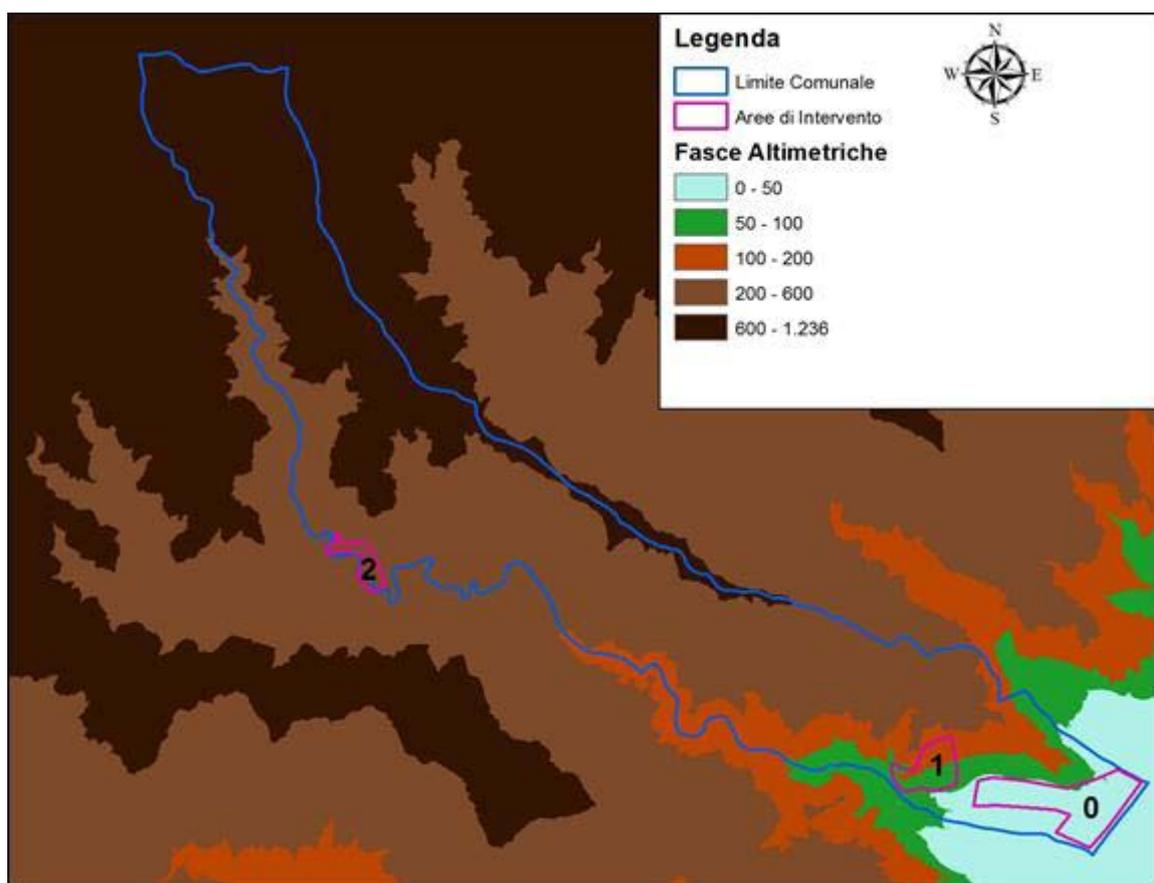


Figura 3 - Suddivisione del territorio in fasce altimetriche



PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile



Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Identificativo Numerico	Superficie (mq)	Fascia Altimetrica (m)
0	621088	0-50
1	238837	0-50; 50-100
2	117502	200-600

Tabella 1 - Superfici in mq delle rispettive fasce altimetriche

4.2 Idrografia

Nel quadro morfologico dei Monti Peloritani si sviluppano elementi idrografici particolari, tipici dell'arco Calabro Peloritano, denominati "fiumare" e caratterizzati da un regime idrologico tipicamente torrentizio, fortemente influenzato dalle precipitazioni stagionali.

Le fiumare hanno uno sviluppo complessivo che può essere suddiviso in due parti e precisamente:

- tratto montano-collinare: in questo settore i corsi d'acqua si contraddistinguono per una ridotta lunghezza ed elevata pendenza e, in particolare, nei tratti principali delle aste fluviali l'elevato trasporto solido assume caratteri di debris flow;

- tratto vallivo: caratterizzato da basse pendenze e ampi letti fluviali, spesso sovralluvionati, a testimonianza delle impetuosità delle portate di piena.

Dal punto di vista idrografico il Comune di Furci Siculo ricade per lo più all'interno dello spartiacque del Bacino Idrografico denominato "Bacino Idrografico del T.te Savoca (099)", mentre una piccola porzione orientale ricade all'interno dello spartiacque del Bacino Idrografico denominato "Bacino Idrografico del T.te Pagliara ed area tra T.te Pagliara e T.te Fiumedinisi" (PAI - Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico - ART.1 D.L. 180/98 convertito con Modifiche con la L.267/98 E ss.mm.ii.). L'estensione complessiva dei due bacini è di circa 86 Km² avente direzione di drenaggio NW-SE; il corso d'acqua principale è il Torrente Savoca, lungo il quale si sviluppa il limite amministrativo sud occidentale di Furci Siculo, mentre il



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Torrente Pagliara attraversa il settore sud orientale del territorio comunale per sfociare infine nel Mar Ionio.

Il reticolo idrografico secondario è costituito da una serie di torrenti e valloni, a regime tipicamente torrentizio, confluenti a pettine nelle fiumare stesse. In linea generale, il reticolo idrografico del territorio in studio, in dipendenza della natura dei terreni, della conformazione orografica della zona e della tettonica, è caratterizzato dalla presenza di bacini imbriferi con una rete drenante di tipo dentritico, localmente sub – parallelo, avente regime temporaneo con apporti quasi esclusivamente di tipo pluviale. In alcune zone il reticolo idrografico assume forme meno ramificate, fino a divenire alquanto rudimentale. Nel complesso, la densità di drenaggio è abbastanza elevata essendo la maggior parte dei litotipi affioranti nel territorio costituiti da rocce poco permeabili.



PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile



Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

4.3 Inquadramento geologico strutturale regionale

La condizione geostrutturale di una zona di modesta estensione, come il territorio del Comune di Furci Siculo, può essere correttamente definita solo in riferimento all'assetto generale di un territorio più vasto.

Nel caso particolare occorre riferirsi alle condizioni del settore nordorientale della Sicilia e, in particolare, alla zona del versante orientale dei monti Peloritani, nell'ambito della quale ricade il suddetto comune.

Cartografia geologica disponibile:

- FOGLIO 601 DELLA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA (1:50.000) E LE RELATIVE NOTE ILLUSTRATIVE;
- FOGLIO 613 DELLA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA (1:50.000) E LE RELATIVE NOTE ILLUSTRATIVE;
- CARTA GEOLOGICA DELLA PROVINCIA DI MESSINA (1:50.000);
- CARTA GEOLOGICO-MORFOLOGICA DELL'AREA DI TAORMINA (1:5.000);
- CARTA GEOLOGICA DEI MONTI DI TAORMINA (1:25.000);
- CARTA GEOLOGICA DEL GOLFO DI PATTI (1:50.000);
- SCHEMA GEOLOGICO DELLA SICILIA NORD ORIENTALE (1:200.000)

I primi dati geologici significativi relativi a questa zona derivano da rilevamenti effettuati alla fine dello scorso secolo da SEGUENZA (1869), da CORTESE (carta geologica del foglio n. 254, Messina, 1882) e da BALDACCI (1886).

Si tratta di lavori di base di notevole interesse in quanto rappresentano una sintesi delle precedenti conoscenze settoriali, Particolare importanza per la conoscenza della struttura geologica della Catena Peloritana rivestono la carta geologica alla scala 1:100.000 del Servizio Geologico d'Italia elaborata da BALDACCI (1886) e la relativa "Descrizione geologica dell'isola di Sicilia".

Il lavoro espone una descrizione piuttosto dettagliata delle formazioni geologiche esistenti, basata su una concezione statica dei terreni, ma lontana dalle concezioni successivamente maturate, soprattutto per merito delle intuizioni, delle interpretazioni e degli studi, successivamente elaborati da LUGEON ed ARGAND (1906) e da QUITZOW (1935).



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Questi autori anticipano, nelle linee generali, le attuali concezioni sull'assetto tettonico della Sicilia nordorientale, attribuendo le inversioni dell'ordine stratigrafico, osservato per talune successioni litologiche, a fenomeni di trasporto orogenico e avanzando la teoria dei grandi "carreggiamenti", successivamente ripresa e documentata, per altre zone della Sicilia, da FABIANI e TREVISAN (1940), BENEIO (1949, 1950), SCHMIDT DI FRIEDBERG (1959).

Un notevole contributo alla conoscenza degli aspetti petrografici e strutturali dei Peloritani deriva anche dagli studi eseguiti da ANDREATTA (1941).

Nel 1960 viene pubblicato da OGNIBEN lo "Schema geologico della Sicilia nordorientale" che rappresenta una sintesi dei dati stratigrafici, petrografici e tettonici precedenti e costituisce un fondamentale ed originale contributo alla conoscenza delle condizioni geostrutturali della regione.

In sintesi OGNIBEN riconosce l'esistenza di una successione geologica basale ("Complesso basale") cui si sovrappongono tettonicamente vari "complessi" di terreni costituiti da singole successioni, suddivise in una o più "falde di trasporto", a loro volta ricoperte da terreni postorogeni ("Complesso neoautoctono").

Lo schema proposto da OGNIBEN viene, negli anni successivi, avvalorato e parzialmente adeguato sia in base alle indagini di dettaglio eseguite dallo Stesso (1970, 1971) sia da numerosi altri studiosi tra i quali, per brevità, si citano TRUILLET (1968), DUEE (1969), ATZORI (1970, 1972), ATZORI et alii (1974), LENTINI e VEZZANI (1975, 1978), AMODIO MORELLI et alii (1976), GHISSETTI e VEZZANI (1978), BONARDI (1980), GIUNTA et alii (1980), NIGRO e SIDOTI (1993), CARBONE et alii (2007).

Per quanto riguarda specificatamente la zona considerata un quadro geostrutturale aggiornato viene rappresentato sulla "Carta geologica dei monti di Taormina" alla scala 1:25.000 (1994) curata da CARBONE et alii dell'Istituto di Geologia dell'Università di Catania e nella "Carta geologica della Provincia di Messina" alla scala 1:50.000 a cura di LENTINI et alii, (2.000).

Allo stato attuale delle conoscenze i lineamenti geostrutturali della Sicilia nordorientale possono essere sintetizzati nello schema descritto di seguito, tratto dai lavori a larga scala estesi a tutta la catena peloritana-nebroidea. Per semplicità non si fa riferimento ad altri significativi studi, non sempre concordanti con quanto di



PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile



Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

seguito descritto, non sempre sufficientemente estesi e dettagliati.

L'unità stratigrafica più bassa, nota con la denominazione di "Flysch Numidico", è costituita da una potente successione di argille brune con intervalli di quarzareniti. La formazione affiora in vasta zona, nel settore occidentale del territorio della provincia di Messina, ad O-SO del torrente Furiano, fino a Mistretta, Castel di Lucio e Tusa.

In sovrapposizione tettonica al Flysch Numidico si sovrappongono varie unità raggruppate nel "Complesso Sicilide

L'unità di base è costituita dalla Formazione delle "Argille scagliose", costituita da prevalenti argille varicolori caoticizzate inglobanti lenti litoidi eterogenee. Questi terreni affiorano nel bacino del torrente Furiano, in una fascia che si estende in modo frastagliato, da S. Fratello a Cesarò, nonché, in placche discontinue, nei territori di Capizzi, Caronia, Mistretta e Tusa.

Le argille scagliose passano superiormente ad un'alternanza calcareo-marnosa con calciliti biancastre e rari livelli calcarenitici riferibili alla "Formazione di Polizzi".

Segue un intervallo di "Argille varicolori" e quindi un'alternanza di marne, calcari marnosi e arenarie tufitiche appartenenti alla unità del "Flysch di Troina-Tusa", affiorante nelle zone di S. Teodoro, Mistretta e Tusa.

Il vasto territorio nebroideo compreso tra Acquedolci, Cesarò e S. Domenica di Vittoria, è costituito da un'altra unità alloctona in facies di flysch denominata "Flysch di M. Soro" e riferita ad un'età cretaceo-eocenica.

Nell'ambito di questa formazione vengono distinti vari intervalli (o "membri") di cui uno, inferiore, a composizione argilloso-calcareo, uno intermedio a composizione argilloso-arenacea e una parte sommitale prevalentemente quarzarenitica.

Il complesso dei terreni sicilidi si chiude con un'alternanza argilloso-arenaceo-conglomeratica denominata "Flysch di Reitano" le cui aree di affioramento sono localizzate nei Nebrodi occidentali e, nella zona a SSE del comprensorio di Taormina, sul fianco destro del fiume Alcantara, con la "Formazione di Piedimonte" costituita da una successione argilloso-arenacea oligocenica.

In sovrapposizione tettonica sui terreni del Complesso Sicilide, e in particolare sul Flysch di M. Soro, si accavalla, lungo l'allineamento S. Fratello-Sant'Agata di Militello-Roccella Valdemone-Taormina, un'altra successione di terreni alloctoni che,



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

nel loro insieme, formano il "Complesso Calabride", che si estende nel settore nebroideo orientale e nella catena peloritana.

Questo è formato da varie falde di ricoprimento costituite da terreni di origine metamorfica con placche discontinue di una copertura sedimentaria prevalentemente carbonatica.

La posizione strutturale delle falde è chiaramente indicativa di un'inversione dell'originaria successione stratigrafica in quanto le varie unità sono in atto accavallate in ordine di metamorfismo crescente.

In pratica, in ordine di sovrapposizione dal basso verso l'alto, si riscontrano le seguenti successioni litologiche.

In corrispondenza della fascia di sovrapposizione con i terreni sicilidi, e cioè lungo l'allineamento sopra indicato, vengono distinte tre unità strutturalmente molto simili denominate rispettivamente "Unità di Capo S. Andrea", "Unità di Longi-Taormina", "Unità di S. Marco D'Alunzio".

Si tratta di tre successioni costituite da un intervallo basale di metamorfiti di basso grado, a prevalenti semiscisti clorico-sericitici grigio-nerastri e filladi, e da una sovrastante successione sedimentaria, talora lacunosa e condensata, comprendente un livello di arenarie e conglomerati rossi e una serie carbonatica a calcari, dolomie, calcari marnosi e marne in facies di "scaglia".

Ancora piuttosto simile alle precedenti risulta la "Unità di Rocca Novara" affiorante nella zona di Novara di Sicilia, anch'essa costituita di metamorfiti di basso grado e da lembi residui di una copertura carbonatica.

Seguendo l'ordine di sovrapposizione tettonica si passa ad una unità a prevalenti filladi con discontinui lembi di calcari e calcari marnosi, denominata "Unità di Mandanici".

Il Complesso Calabride si chiude con la "Falda dell'Aspromonte", costituita da metamorfiti di medio-alto grado a prevalenti micascisti, gneiss biotitici e occhiadini con intrusioni aplitico-pegmatitiche.

Questa unità forma l'ossatura dei Peloritani orientali, da Messina a Castoreale, affiorando in modo discontinuo fino a Capo Calavà e a Capo d'Orlando.

Le Unità calabridi vengono ricoperte, in discordanza, dal "Flysch di Capo d'Orlando", di età compresa tra l'Oligocene ed il Miocene inferiore, formato da un



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

intervallo basale conglomeratico, in lenti talora piuttosto potenti, e da una successione di prevalenti arenarie grigio-giallastre con subordinati livelli o interstrati argillitico-siltosi.

Questa formazione risulta molto estesa nella fascia di passaggio tra i Peloritani e i Nebrodi, e si rinviene anche in placche discontinue sovrapposte alle metamorfite nel settore SE dei Peloritani fino alle aree di Limina e S. Alessio Siculo.

Dall'analisi dell'assetto strutturale del flysch emergono chiare evidenze indicative di un parziale coinvolgimento dello stesso nei movimenti tettonici che hanno coinvolto la successione delle unità metamorfiche.

In ricoprimento tettonico sul Flysch di Capo d'Orlando, e sulle unità calabridi, si rinvencono, più diffusamente sul versante tirrenico della dorsale peloritana, ad Est dell'allineamento Brolo-Floresta e fino a S. Lucia del Mela, numerose placche di argille caotiche variegata che nella letteratura specializzata vengono individuate con la denominazione di "Complesso Sud-Liguride" o "Argille Scagliose Antisicilidi".

Su questa unità poggiano in discordanza tettonica delle arenarie glauconitiche piuttosto smembrate note con la denominazione di "Calcareniti di Floresta", corrispondenti al "Complesso Post-sudliguride" di OGNIBEN (1960).

Le formazioni geologiche già descritte, tutte collegate alla dinamica dell'orogenesi alpina, vengono localmente ricoperte da una successione di terreni postorogeni autoctoni essenzialmente costituita da:

- una formazione basale conglomeratico-arenacea-sabbiosa o marnosa datata al Miocene superiore, affiorante lungo le fasce pedemontane del settore NE del territorio provinciale di Messina;
- livelli, piuttosto limitati, di depositi di facies evaporitica (Serie Gessoso-Solfifera) con lenti di calcari bianchi, spesso brecciati, gessi, gessareniti e livelletti di argille gessose, passanti verso l'alto a marne e calcari marnosi bianchi a foraminiferi (Trubi). Questi terreni si rinvencono in numerose placche piuttosto scompagnate dalla periferia di Messina (zona di Annunziata e Giostra e nell'area di Castanea-Gesso) fino a Villafranca Tirrena - Rometta, Venetico, Roccavaldina e Pace del Mela, ed altri piccoli affioramenti nella zona ad Ovest, fino a Patti;
- una successione di marne e argille azzurre passanti a facies sabbioso-calcarenitiche, di età plio-pleistocenica, presente lungo l'immediato entroterra



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

- costiero da Villafranca a Furnari (facies argilloso-sabbiose) nonchè, in placche isolate, in altre località, come a Naso e Rometta;
- la formazione pleistocenica delle “sabbie e ghiaie di Messina” costituita da depositi di sabbie, ghiaie e conglomerati di origine fluvio-deltizia, affiorante in placche con spessore fino ad oltre 200 metri, sulle propaggini collinari prospicienti la linea di costa, nella fasce costiere tra S. Alessio e Nizza di Sicilia e a Nord di Messina. Relativamente alla loro genesi le Ghiaie di Messina sono oggetto di differenti interpretazioni infatti secondo alcuni autori sono considerate trasgressive su tutti i termini sottostanti (LOMBARDO, 1980; GHISSETTI, 1981; ATZORI et alii, 1983) mentre, BARRIER (1987) considera questi corpi come una facies deltizia diacrona, regressiva a progradazione centripeta diretta verso il centro dello Stretto, in seguito al brusco sollevamento dei retrostanti terreni cristallini. In ogni caso tutti concordano nel definire le Ghiaie di Messina come una successione sedimentaria di ambiente transizionale dove è possibile distinguere una porzione basale tipicamente marina e una porzione superiore tipica degli ambienti transizionali costieri;
 - i depositi alluvionali di origine fluviale, terrazzati, recenti o attuali, a composizione sabbiosa ghiaiosa che, lungo le fasce costiere e i fondovalle dei corsi d'acqua principali, ricoprono le unità precedentemente descritte, con spessori talora piuttosto consistenti.

Gli studi più recenti tendono ad inquadrare la situazione strutturale della zona nell'ambito del quadro tettonico legato all'orogene appenninico-maghrebide (Africa settentrionale). In tale ottica nel settore NE della Sicilia s'individuerebbero due elementi strutturali principali tettonicamente sovrapposti e denominati: “Catena Kabilo-Calabride” e “Catena Appenninico-Maghrebide” (LENTINI et alii, 1995). La Catena Kabilo-Calabride comprende le falde di ricoprimento con basamento metamorfico, con le relative coperture mesocenozoiche e costituisce l'ossatura dei Peloritani. Essa si sovrappone, lungo un fronte compreso tra S. Agata di Militello e Taormina, alla Catena Appenninico-Maghrebide, prevalentemente costituita terreni sedimentari in parte riferibili al “Complesso Sicilide” di OGNIBEN, (Argille scagliose, Flysch di M. Soro, FLysch Numidico).



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

In riferimento agli schemi strutturali sopra citati, in letteratura si rinvengono numerosi altri lavori tendenti a definire le caratteristiche tettoniche, litologiche e stratigrafiche delle varie unità o a proporre modelli cinematici o tettonico-strutturali spesso in netto contrasto tra di loro.

I temi trattati nei suddetti lavori, pur se interessanti dal punto di vista del perfezionamento del modello geologico strutturale regionale, risultano poco rilevanti ai fini dell'analisi della geologia di ambito comunale, in relazione agli scopi degli odierni studi.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

4.4 Assetto geologico strutturale dell'area esaminata

Le caratteristiche geologiche e stratigrafiche del territorio comunale di Furci Siculo sono state individuate attraverso l'analisi dei dati derivabili dalla documentazione fornita dall'Amministrazione Comunale, descritta in dettaglio nel capitolo 3 delle presenti note, integrati con quelli disponibili nella bibliografia consultata.

Questo ricade nell'ambito del settore orientale dei Monti Peloritani che, dal punto di vista geologico strutturale, costituisce il lembo meridionale dell'Arco Calabro Peloritano che raccorda la Catena Appenninica Meridionale alla Catena Siculo-Maghrebide.

In quest'areale i terreni affioranti, di natura quasi esclusivamente metamorfica, sono rappresentati dalle Unità Kabilo - Calabridi strutturalmente più elevate, i cui rapporti di giacitura si sono determinati a seguito di complesse azioni tettoniche (a "falde di ricoprimento") derivate dalle grandi dislocazioni avvenute nel corso dell'orogenesi alpina-appenninica e, successivamente, dai movimenti epirogenetici che hanno portato al sollevamento della dorsale settentrionale della Sicilia.

Formazioni continentali, di epoca Quaternaria, ricoprono in modo discontinuo le Unità tettoniche, nelle porzioni prospicienti la costa e nell'alveo dei torrenti.

Nel dettaglio si riconoscono le seguenti tre unità tettoniche ricoperte, in corrispondenza dei dorsali collinari costieri, dai terreni postorogeni recenti a composizione prevalentemente sabbioso ghiaioso conglomeratica (Formazione di Messina e depositi alluvionali):

- Unità di S. Marco d'Alunzio;
- Unità di Mandanici;
- Unità dell'Aspromonte;

Le prime due sono costituite da successioni litologiche molto simili, con un prevalente intervallo basale di epimetamorfiti e una sovrastante serie di terreni carbonatici in placche discontinue e piuttosto scompagnate.

Tuttavia l'Unità di Mandanici si differenzia dall'Unità di S. Marco sia in quanto le metamorfiti basali vengono ascritte ad una facies a più elevato metamorfismo, sia per la presenza di una copertura sedimentaria molto più limitata e ridotta.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

L'Unità dell'Aspromonte si distingue nettamente dalle altre due per l'elevato grado di metamorfismo degli intervalli litologici presenti.

Nell'ambito del quadro tettonico-strutturale va segnalata l'esistenza di modeste dislocazioni per faglia diretta, a sviluppo essenzialmente locale e molto limitato, probabilmente legate ai movimenti di assestamento, in fase epirogenetica, dei volumi più superficiali dell'ammasso roccioso, e di un fitto reticolo di diffusa microfessurazione, derivato dal susseguirsi degli stress tettonici.

4.5 Stratigrafia dell'area esaminata

Nel dettaglio la successione stratigrafico-strutturale è costituita da:

- *Coltre eluvio-detritica superficiale*, con le seguenti distinzioni:
 - Coni di deiezione;
 - Frane recenti, aree interessate da dissesti morfologici in atto;
 - Depositi detritici di versante;
- *Alluvioni attuali e Depositi di spiaggia* (Olocene);
- *Alluvioni terrazzate recenti* (Pleistocene superiore);
- *Depositi fluvio-deltizi: Sabbie e ghiaie di Messina* (Pleistocene medio);
- *Metamorfiti dell'Unità dell'Aspromonte*: Micascisti e gneiss (Paleozoico);
- *Metamorfiti dell'Unità di Mandanici*: Filladi (Paleozoico)
- *Unità di S. Marco d'Alunzio*, costituita da:
 - Successione carbonatica a prevalenti calcari dolomitici e calcari grigi (Lias medio);
 - Arenarie rosse in facies di "Verrucano" (Lias inferiore)
 - Metamorfiti con prevalenti semiscisti cloritico-sericitici grigio-nerastri (Paleozoico).

Inoltre sono stati evidenziati i seguenti elementi:

- contatti tettonici generici (probabili linee di frattura, lineazioni morfologiche desunte da aerofoto-interpretazione);
- faglie;
- linee di ricoprimento tettonico;



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

- direzioni e inclinazioni degli strati o delle superfici principali di discontinuità delle metamorfiti.

Seguendo l'ordine di sovrapposizione litologica, dal basso verso l'alto, le caratteristiche delle singole unità sopra elencate sono le seguenti:

Unità di S. Marco d'Alunzio

Si tratta dell'Unità tettonica strutturalmente più bassa affiorante nel territorio in esame ed è costituita da prevalenti metamorfiti di basso grado che affiorano in due modeste aree localizzate, una in corrispondenza delle propaggini collinari del nucleo urbano di Grotte, circa 2 Km ad W del centro urbano di Furci, e l'altra sul fianco sinistro del torrente Savoca, circa 4 Km ad W del centro urbano. Sono presenti tre litotipi ben differenziati.

Il litotipo prevalente è rappresentato da semiscisti cloritico-sericitici grigi, con vene e noduli di quarzo, intervalli di metareniti (metarcose e metagrovacche) e lenti di semimetamorfiti grafitiche.

L'ammasso si presenta intensamente fratturato e incline allo sgretolamento ed alla genesi di un detrito costituito da pezzame appiattito e scaglie, untuosi al tatto, che si frammentano secondo superfici di scistosità lisce e lucenti. Nella descrizione dello studio comunale sono segnalati volumi che con un discreto grado di cementazione in grado di rendere meno friabile e più consistente l'ammasso.

In sovrapposizione alle facies metamorfiche, nell'area a Sud di Grotte, in località Calcare, si rinviene una modesta placca di arenarie in facies di "Verrucano". Si tratta di un'alternanza di quarzareniti, ben cementate dal tipico colore violaceo-rossastro, in banchi metrici, entro cui si alternano strati decimetrici di argilliti di analoga pigmentazione.

La sequenza è sormontata da un ammasso di calcari algali grigi e calcari dolomitici che presentano indizi di stratificazione inclinata e una rete di piccole fratture spesso completamente riempite da materiale ben cementato da diventare vere e proprie venature.

Unità di Mandanici



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Si tratta di metamorfiti di basso grado a prevalenti filladi muscovitiche e sericitiche con lenti e noduli di quarzo, differenziabili, rispetto al basamento dell'unità sopra descritta, per un più elevato grado di metamorfismo.

L'ammasso si presenta eterogeneo, ad elevata scistosità, intensamente tettonizzato e contraddistinto da un fitto sistema di pieghe e convoluzioni. Si suddividono in scaglie irregolari, con caratteristica lucentezza delle superfici di scistosità. In affioramento assumono colorazione grigiastra con differente sfumatura in funzione della composizione mineralogica, dal grigio – verde (filladi a clorite) fino a grigio scuro (filladi-grafitiche). La scistosità è sempre apprezzabile ad occhio nudo e si presenta sia di tipo planare sia ondulato spesso con termini variamente arricciati e pieghettati. Nei livelli più alterati e milonitizzati le filladi mostrano una tessitura a piccole scaglie talora argillificata. Nello studio geologico del PRG sono segnalati processi di alterazione superficiale che si sono spinti a profondità variabili determinando un allentamento della porzione superficiale.

La formazione ricopre la maggior parte del territorio comunale di Furci Siculo, estendendosi da Grotte fino alle pendici più alte della dorsale peloritana: è ben esposta lungo i fianchi del torrente Savoca e nelle incisioni torrentizie più marcate che affluiscono della parte medio sommitale dell'asta fluviale, dove l'erosione lineare ed areale hanno messo a nudo tale substrato.

Unità dell'Aspromonte

Segue, in sovrapposizione tettonica, una sequenza di termini litologici da medio ad alto grado metamorfico, che si estende in corrispondenza delle parti sommitali dei rilievi montani che delimitano l'alto bacino del torrente Savoca.

Si tratta di litotipi a prevalente composizione quarzoso-feldspatica (quarzo, feldspati, plagioclasti, muscovite) in facies di paragneiss biotitici passanti a micascisti, gneiss occhiadini con frequenti lenti, filoni concordanti o venature aplitico-pegmatitiche, e calcari cristallini (marmi impuri) a grana media e struttura massiva.

Globalmente l'insieme roccioso si mostra dotato di consistenza e scarsa friabilità, pur se interessato da dislocazioni per faglia e da un consistente reticolo di discontinuità per fessurazioni.

Ai bordi degli affioramenti, al contatto con le sottostanti metamorfiti dell'Unità



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

di Mandanici, sono presenti notevoli fasce di degradazione e scompaginazione delle rocce dovute essenzialmente allo stress del trasporto tettonico.

Formazioni postorogene

In corrispondenza del settore pedemontano costiero della dorsale morfologica esistente nell'entroterra del territorio comunale è presente una successione di terreni detritico-alluvionali addossati al substrato prevalentemente metamorfico.

In ordine di sovrapposizione si distinguono le seguenti unità litologiche:

Sabbie e Ghiaie di Messina (Pleistocene medio)

Si tratta di depositi di derivazione fluvio-deltizia, attribuiti ad un'età Pleistocenica, costituiti da prevalenti sabbie e ghiaie con ciottoli di origine metamorfica, con evidenti segni di stratificazione vergenti verso la linea di costa, con un'inclinazione di 10° - 30°.

I materiali poco cementati, si presentano piuttosto addensati, tali che i fronti degli scavi di sbancamento esistenti in corrispondenza di alcune cave per estrazione di inerti rimangono subverticali per consistenti periodi. Ovviamente per effetto dell'azione di degradazione operata dagli agenti esogeni i materiali più superficiali si allentano e si dispongono secondo l'angolo di natural declivio, assumendo un aspetto detritico incoerente con tessitura simile a quella dei depositi alluvionali più recenti.

La potenza di questa formazione può essere stimata, nell'area esaminata, in svariate decine di metri.

Depositi alluvionali recenti e terrazzati

Lungo le fasce laterali degli alvei dei principali corsi d'acqua si riscontra la presenza di aree a morfologia pianeggiante, formate da depositi di materiali incoerenti alluvionali a granulometria ghiaioso-sabbiosa, con ciottoli eterogenei arrotondati, immersi in una matrice limosa giallo ocra.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Si tratta di antichi depositi fluviali ormai sottratti all'azione del rimaneggiamento delle acque fluenti in alveo ed attualmente sede di impianti agrumicoli.

I depositi alluvionali terrazzati più estesi si trovano lungo i fianchi del tratto terminale del torrente Savoca e in corrispondenza del centro urbano di Furci.

La potenza si presenta estremamente, e tipicamente, variabile e sulla base di considerazioni altimetriche può essere stimata anche superiore ai 50 m.

Alluvioni attuali e depositi di spiaggia

Gli alvei delle fiumare e delle principali aste fluviali sono ricoperti da depositi di materiali alluvionali incoerenti, a composizione eterogenea, legati all'azione dinamica di erosione-trasporto-deposizione della acque fluenti e pertanto sottoposti alla continua azione di rimaneggiamento della corrente.

La composizione litologica deriva da quella delle formazioni affioranti nei bacini di alimentazione, con prevalenti elementi, pertanto, di origine metamorfica, e più rari ciottoli calcarei.

La copertura alluvionale assume notevole spessore nel tratto terminale dell'alveo del torrente Savoca, dove può raggiungere valori massimi di circa 25-30 m.

Lungo la linea di costa i suddetti materiali passano a depositi di spiaggia costituiti da ghiaie e sabbie con ciottoli a composizione analoga a quella delle alluvioni ma caratterizzati da elementi più arrotondati, per effetto della continua azione di rimescolamento operata dal moto ondoso.

I depositi alluvionali, costituiti litologicamente da materiali incoerenti, di natura cristallina e con elevato grado di arrotondamento, a granulometria eterogenea da ghiaie a sabbie grossolane, caratterizzate da una morfologia sub-pianeggiante spesso terrazzata. Sono anche presenti intercalazioni di lenti sabbioso-limose con fenomeni di stratificazione incrociata.

La genesi di questi depositi è dovuta al disfacimento e alla disgregazione delle rocce affioranti a monte che, in occorrenza dei periodi di piena, sono stati trasportati e depositati nei tratti vallivi in maniera selettiva in funzione delle portate idriche. Superficialmente si rinviene una copertura di top soil agrario con sede di attività agricola.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Questi depositi occupano un ampio settore che inizia al contatto con i depositi Pleistocenici e/o Tortoniani dove il pendio diventa più dolce ed arrivano a lambire la fascia costiera.

Coltri detritiche

Tutte le unità litologiche descritte vengono ricoperte da una diffusa, anche se discontinua, coltre di suolo agrario e di materiali detritici derivanti dalla degradazione del substrato o da movimenti gravitativi, o dall'azione di erosione-trasporto-deposizione operata dalle acque meteoriche.

Localmente le coltri detritiche assumono una rilevante consistenza areale con spessori discontinui a volte notevoli e rivestono particolare importanza anche dal punto di vista della stabilità dei versanti.

Sulla base delle caratteristiche tessiturali e della loro genesi vengono distinte le seguenti tipologie:

Coni di deiezione

Sono costituiti da depositi di materiali detritici incoerenti ubicati nel tratto terminale di alcuni torrenti caratterizzati da reticolo idrografico molto giovanile.

Si tratta di materiali provenienti dalla intensa azione erosiva sui versanti dei bacini dei suddetti torrenti e sono costituiti da frammenti litici a spigoli vivi (data la brevità del trasporto subito) immersi in una matrice sabbioso-brecciosa.

I conoidi più significativi segnalati sulla cartografia geologica disponibile, sono ubicati nei pressi dell'abitato di Grotte e sul fianco Sud del Costone Litanìa, alla periferia Ovest di Furci.

Depositi detritici di versante

Numerose aree sono ricoperte da accumuli di materiali detritici formati da una mescolanza caotica di pietrame e massi, di varie dimensioni, immersi in una matrice terrosa a composizione limo-sabbiosa.

Si tratta di materiali incoerenti formati da elementi spigolosi con differente granulometria derivanti da antichi movimenti franosi o da fenomeni di erosione di versanti ad elevata acclività, in corrispondenza di intervalli litologici degradati.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Tali movimenti hanno assunto maggiore rilevanza nelle zone con stratificazioni o discontinuità metamorfiche a franapoggio o nelle fasce di valle dei contatti tra differenti unità litologiche. Nel territorio considerato, consistenti coltri detritiche si rinvengono nel settore più montano del bacino del torrente Savoca, caratterizzato da morfologia più aspra, in corrispondenza dei contatti tra l'Unità dell'Aspromonte, costituita da formazioni rocciose più rigide, ma intensamente tettonizzate, e la sottostante Unità di Mandanici.

Un'estesa area detritica costituita da materiali derivanti dall'erosione della formazione delle "sabbie e ghiaie di Messina" si rinviene anche sul versante meridionale del Costone Litania, ad W del cimitero comunale.

Lo spessore del detrito in dipendenza dell'entità dei movimenti franosi dai quali si è formato, si presenta estremamente variabile e raggiunge valori massimi valutati in oltre 10 metri, in alcune aree di maggiore accumulo, come nella zona a W del centro urbano.

I materiali detritici mostrano condizioni di stabilità variabile in funzione delle condizioni geomorfologiche locali. Le parti più interne delle aree coperte da questi materiali mostrano discrete condizioni di stabilità. Lungo le fasce perimetrali di valle degli accumuli ed in quelle soggette ad erosione si rilevano frequenti movimenti di assestamento.

Le coperture detritiche sono costituite da accumuli di materiali incoerenti formati da elementi spigolosi con differente granulometria immersi in una matrice sabbioso-limosa. Derivano dal disfacimento ad opera degli agenti esogeni delle formazioni affioranti e presentano generalmente uno spessore ridotto, si rinvengono in maniera frammentata generalmente in corrispondenza dei contatti tra le Unità di San Marco d'Alunzio e di Mandanici e fra questa e l'Unità dell'Aspromonte o alla base delle scarpate.

Corpi di frane recenti e storiche



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Sulla carta geologica allegata al PRG vengono evidenziate le aree interessate da movimenti franosi recenti, e da dissesti morfologici attivi.

La maggiore incidenza di superfici in dissesto è rilevabile sulle formazioni metamorfiche.

4.6 Analisi geomorfologica ed assetto dei versanti

L'analisi geomorfologica dei versanti e del territorio, più in generale, permette la ricostruzione morfodinamica ed il riconoscimento delle azioni morfogenetiche, per l'individuazione di tutti i fattori essenziali allo sviluppo dello studio di MS secondo i criteri dettati dagli ICMS.

L'evoluzione morfologica progredisce in funzione della naturale opera di erosione dei rilievi che, successivamente si depositano nelle depressioni. La velocità del processo è modulata dall' "energia del rilievo", dove la conformazione orografica e lito-strutturale esalta le azioni gravitative, dai fattori climatici ed uso del suolo.

Fattori stabilizzanti quali forestazioni, opere di sistemazione dei pendii e di regolazione del deflusso idraulico lungo gli alvei interessati da erosione contribuiscono, al contrario, a rallentare le azioni morfodinamiche.

In generale la fisiografia è condizionata dalle caratteristiche litologiche dei terreni affioranti che determinano la risposta geomorfologia agli agenti morfoevolutivi: è infatti possibile osservare che il territorio qui esaminato si presenta accidentato nei settori di affioramento delle rocce cristalline, ondulato in corrispondenza degli affioramenti quaternari e terziari, pianeggiante nelle aree occupate dai depositi alluvionali.

In corrispondenza dei depositi fluvio-deltizi (Ghiaie di Messina), che costituiscono i tratti terminali dei contrafforti della dorsale Peloritana, e raggiungono quote fino ai 200 m s.l.m., le azioni morfodinamiche hanno prodotto forme aspre, dove si rilevano frequenti ripide scarpate, anche di origine antropica.

La fascia costiera, è interessata dalla presenza di un'uniforme copertura di depositi recenti su cui ricade il centro abitato principale di Furci Siculo.

La frazione di Artale, al contrario, si trova nel settore collinare del territorio comunale, contrassegnato dalle maggiori acclività degli affioramenti dei terreni



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

cristallini cui le costruzioni si sono adattate. Il risultato è quello di edificazioni distribuite irregolarmente perché costrette a colonizzare le infrequenti e modeste superfici pianeggianti tra le ripide scarpate.

Dall'esame degli elaborati dello studio geologico di PRG, e della cartografia del PAI Sicilia e di quanto disponibile in bibliografia è stato possibile derivare, per tutto il territorio comunale di Furci Siculo, le principali evidenze geomorfologiche, riportate nell'allegata carta geologico-tecnica.

Mediante la classificazione e la ridisposizione di tali dati è stato realizzato un modello territoriale quantitativo (Figura 4) in cui le aree, caratterizzate dai vari livelli di instabilità, sono sovrapposte alla distribuzione clivometrica.

La procedura seguita può essere così schematizzata:

1. Analisi della cartografia acquisita (Studio Geologico di PRG, PAI, CARG);
2. Acquisizione dei dati coerenti con gli standard ICMS;
3. Elaborazione numerica e digitale per l'individuazione e classificazione di:
 - a. Scarpate morfologiche tra 10 e 20 m e superiori ai 20 m
 - b. Creste
 - c. Picchi isolati
 - d. Orlo di terrazzi fluviali tra 10 e 20 m e superiori ai 20 m
 - e. Perimetrazione dei dissesti
4. Classificazione e popolamento degli elementi individuati secondo gli standard 2.0_Betall

Di seguito viene restituito il risultato sotto forma di elaborato cartografico (Figura 4) e di tabelle riepilogative quantitative degli elementi geomorfologici individuati.

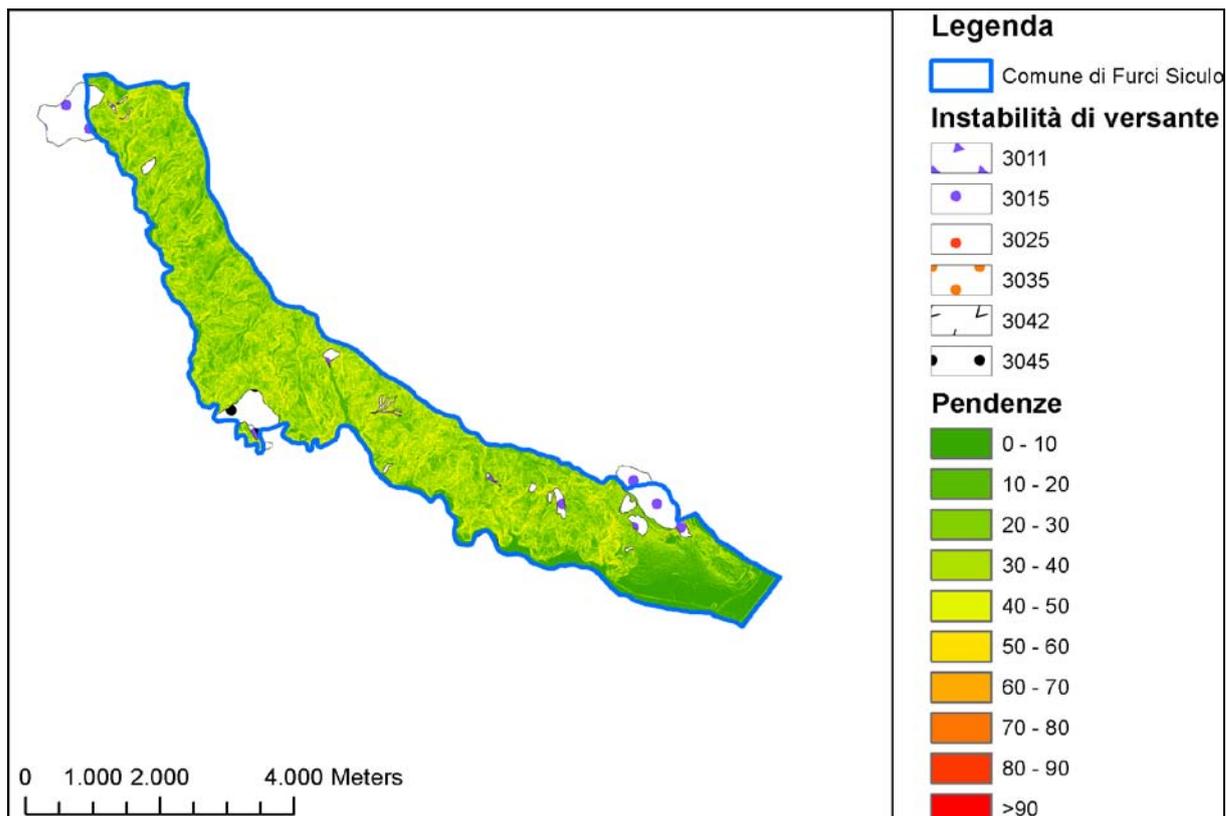


Figura 4 - Carta delle pendenze e dei dissesti geomorfologici

Descrizione	Numero
Orlo di scarpata morfologica (10-20m)	59
Orlo di scarpata morfologica (>20m)	4
Cresta	5
Picchi isolati	14

Tabella 2 - Trasposizione analitica degli elementi geomorfologici individuati

Per l'area comunale di Furci Siculo sono stati censiti 18 dissesti: gli eventi più frequenti risultano varie instabilità provocate da processi di erosione accelerata (10) seguiti da frane di crollo e/o ribaltamento.



PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile



Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

La tabella 3 esibisce i dati raccolti raggruppati per tipologia di dissesto.

Tipo dissesto	N° totale	Superficie Totale (mq)
Crollo e/o ribaltamento	4	20480
Scorrimento	1	41868
Area a franosità diffusa	3	95808
Dissesti conseguenti ad erosione accelerata	10	710076

Tabella 3 - Trasposizione analitica della aree in dissesto individuate (PAI)

I dissesti censiti sono stati cartografati, classificati (per tipologia e per stato di attività) e sono riportati, ove previsto, negli elaborati cartografici prodotti dal presente studio.

4.7 Classificazione litologica dei terreni affioranti

Per quanto concerne la realizzazione della carta Geologico – Tecnica le indicazioni riportate negli ICMS prevedono la classificazione preliminare delle formazioni geologiche, attenendosi ai criteri dell'Unified Soil Classification System (ASTM, 1985), in due categorie:

- Substrato geologico
- Terreni di copertura

Nelle figure di seguito proposte (tratte da Microzonazione Sismica – standard di rappresentazione e archiviazione informatica, Figura 5, Figura 6) sono riportate tutte le sottocategorie, definite negli ICMS, in cui sia il substrato geologico rigido e non rigido sia i terreni di copertura, sono ulteriormente suddivisi in funzione delle loro essenziali caratteristiche geomeccaniche e geotecniche.

Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

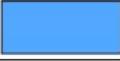
Substrato geologico rigido o non rigido		
	LP	Lapideo
	GR	Granulare cementato
	CO	Coesivo sovraconsolidato
	AL	Alternanza di litotipi
	NR	Substrato geologico non rigido
	SF	Substrato geologico rigido molto fratturato
	LPS	Lapideo, stratificato
	GRS	Granulare cementato, stratificato
	COS	Coesivo sovraconsolidato, stratificato
	ALS	Alternanza di litotipi, stratificato
	NRS	Substrato geologico non rigido, stratificato

Figura 5– Legenda della carta geologico tecnica della microzonazione sismica: substrato rigido o non rigido.

Terreni di copertura		
	RI	Terreni contenenti resti di attività antropica
	GW	Ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbie
	GP	Ghiaie pulite con granulometria poco assortita, miscela di ghiaia e sabbia
	GM	Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo
	GC	Ghiaie argillose, miscela di ghiaia, sabbia e argilla
	SW	Sabbie pulite e ben assortite, sabbie ghiaiose
	SP	Sabbie pulite con granulometria poco assortita
	SM	Sabbie limose, miscela di sabbia e limo
	SC	Sabbie argillose, miscela di sabbia e argilla
	OL	Limi organici, argille limose organiche di bassa plasticità
	OH	Argille organiche di media-alta plasticità, limi organici
	MH	Limi inorganici, sabbie fini, Limi micacei o diatomitici
	ML	Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità
	CL	Argille inorganiche di media-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre
	CH	Argille inorganiche di alta plasticità, argille grasse
	PT	Torbe ed altre terre fortemente organiche

Figura 6 - Legenda della carta geologico tecnica della microzonazione sismica: terreni di copertura

Secondo tali indicazioni i terreni riconosciuti nel comprensorio comunale di Furci Siculo sono stati classificati nel modo seguente.

A) Substrato geologico di tipo “Lapideo” (LP) - sono state ascritte a tale classe le seguenti Unità di cui si riporta in sintesi una breve descrizione:

- *Unità dell'Aspromonte* - Successione di metamorfiti di medio alto grado in cui può essere distinta una facies, prevalente, a gneiss occhiadini ed una seconda, subordinata, di micascisti; si rinvengono inoltre intercalazioni di calcari cristallini. L'insieme appare interessato da vari gradi di fratturazione che si intensifica nei volumi affioranti.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

- *Unità di Mandanici* - Facies metamorfica di basso grado a filladi e filladi quarzifere prevalenti; rocce di derivazione pelitica, pelitica-arenacea a struttura grano-lepidoblastica con vari livelli di intercalazioni carbonatiche e più rari scisti verdi riferibili a livelli tufacei basici. La formazione si presenta intensamente fratturata.
- *Unità di San Marco d'Alunzio* - Facies di semimetamorfiti sericitico-cloritiche con vene di quarzo, semimetamorfiti grafitiche; si tratta, dal punto di vista genetico, di litotipi a consistenza lapidea ma, come sottolineato in precedenza, con un grado di fratturazione, talmente intenso e diffuso, da rendere gli ammassi piuttosto disarticolati, soprattutto nei volumi più epidermici.

L'analisi geomorfologica documenta la frequenza dei dissesti in queste formazioni riconducibili alle residue condizioni tensionali.

B) Substrato geologico di tipo “Lapideo Stratificato” (LPS) - sono state ascritte a tale classe le seguenti Unità di cui si riporta in sintesi una breve descrizione:

- *Unità di San Marco d'Alunzio* - Litofacies sedimentaria costituita da calcari algali grigi e calcari dolomitici passanti a calcari encrinetici e calcari a brachiopodi ed ammoniti rossastri in banchi di spessore variabile: strutturalmente molto compatti e tenaci presentano marcati indizi di stratificazione inclinata ed una rete di fratture mediamente di piccole dimensioni ma a varia estensione ed orientazione, spesso riempite da materiale cementato e intensamente venati e spatizzati,. Spessore massimo 100 m.

C) Substrato geologico di tipo “Granulare cementato” (GR) - sono state ascritte a tale classe le seguenti Unità di cui si riporta in sintesi una breve descrizione:

- *Unità San Marco d'Alunzio* - Litofacies arenaceo-conglomeratica: arenarie rossastre ben cementate in facies di “Verrucano”.
Si tratta di un deposito di arenarie quarzose ad elementi cristallini in matrice rossastra ben cementata, visibile in un unico affioramento, di limitata estensione, a sud dell'abitato di Grotte dove è possibile stimarne la potenza in circa 30 m



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

D) Terreni di copertura classificati come “Ghiaie pulite con granulometria poco assortita, miscela di ghiaia e sabbia” (GP) - sono state ascritte a tale classe le seguenti Unità di cui si riporta in sintesi una breve descrizione:

- Ghiaie di Messina - Sabbie, ghiaie e conglomerati fluvio - deltizi ad elementi prevalentemente cristallini, nei livelli basali sono localmente presenti sabbie giallastre a stratificazione incrociata;
- Terrazzi fluviali e Alluvioni recenti - sabbie giallo ocra, con intercalazioni ghiaiose poligeniche di ciottoli eterometrici arrotondati e appiattiti.
- Alluvioni attuali - materiali da sciolti a poco coerenti, di natura cristallina e con elevato grado di arrotondamento, a granulometria eterogenea da ghiaie a sabbie grossolane a giacitura lenticolare e/o stratificazione incrociata;

E) Terreni di copertura classificati come “Ghiaie pulite con granulometria poco assortita, miscela di ghiaia e sabbia” (GP) - sono state ascritte a tale classe le seguenti Unità di cui si riporta in sintesi una breve descrizione

- Depositi di spiaggia – depositi sciolti di ghiaie prevalenti e sabbie di colore tendente al grigiastro con trovanti ciottolosi e scarsissima matrice di sabbia finissima.

Le condizioni di eterogeneità dei depositi appartenenti alla formazione di Messina, sebbene in possesso di ben documentata varietà granulometrica, presentano condizioni di addensamento altrettanto variabili che, al contrario, nell'attuale livello di studio sono note in modo qualitativo. Infatti il mantenimento, per lunghi periodi di tempo, delle condizioni di stabilità, nei pendii più acclivi od in alcune pareti di scavo realizzate in questi terreni, presuppone requisiti di consolidamento che potrebbero non essere coerenti con quelle deducibili per gli equiparati terreni alluvionali più recenti.

Pertanto il sistema utilizzato per l'odierna classificazione delle coperture, presenti nel territorio comunale, è stato ispirato dal principio di praticità che rende più speditivo il raggruppamento preliminare dei terreni studiati. In questa sede si segnala utilmente tale criterio con lo scopo di affidarne le verifiche di funzionalità alle indagini delle fasi successive.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

La precedente classificazione è compendiate nella seguente tabella e restituita nell'allegata Carta geologico-tecnica (Figura 7)

Categorie	Sottocategorie	Litotipi
Substrato	Lapideo (LP)	Metamorfiti dell'Unità di S. Marco D'Alunzio
		Metamorfiti dell'Unità di Mandanici
		Metamorfiti dell' Unità dell'Aspromonte
		Facies Calcarea dell'Unità di S. Marco d'Alunzio
	Granulare Cementato (GR)	Facies Arenacea dell'Unità di S. Marco d'Alunzio
Terreni di copertura	Ghiaie pulite poco assortite, miscela di ghiaia, sabbia (GP)	Sabbie e Ghiaie di Messina
		Alluvioni recenti e Terrazzi marini
		Alluvioni attuali
	Ghiaie pulite poco assortite, miscela di ghiaia, sabbia (GP)	Depositi di spiaggia



PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile



Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

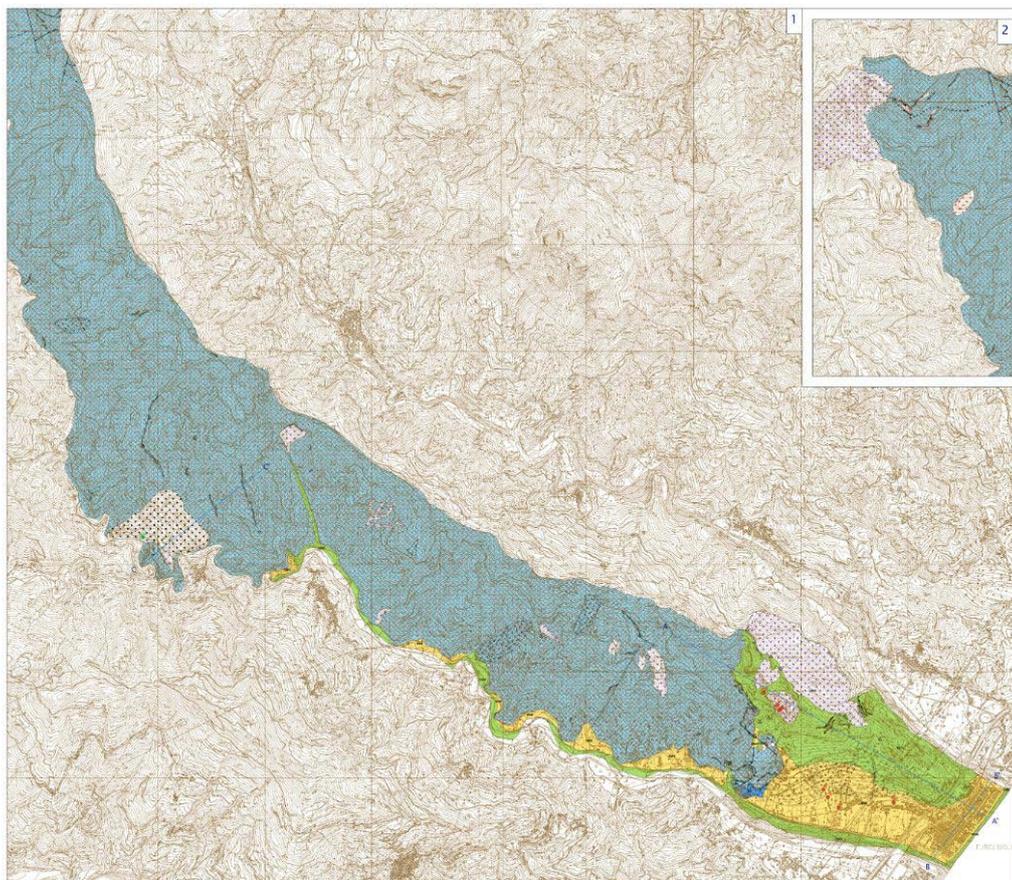


Figura 7 - Carta geologico tecnica

5 SISMICITÀ E ZONE SISMOGENETICHE

L'area della Catena dei Peloritani ricade entro un esteso comparto del territorio italiano in cui si localizza la più alta pericolosità della nazione essendo stata colpita nel passato da molti terremoti distruttivi (magnitudo $M = 6.4-7.3$).

L'influenza dei terremoti capaci di dare un contributo significativo alla pericolosità sismica del settore in studio, ricadono pertanto in un ambito più esteso di quello regionale e sono riferibili a zone sismogenetiche situate nella Sicilia Orientale e Settentrionale e la Calabria. In questo contesto sono state individuate diverse zone sismogenetiche (ZS) caratterizzate da sismicità omogenea (MELETTI et alii, 2000a) (Figura 8).

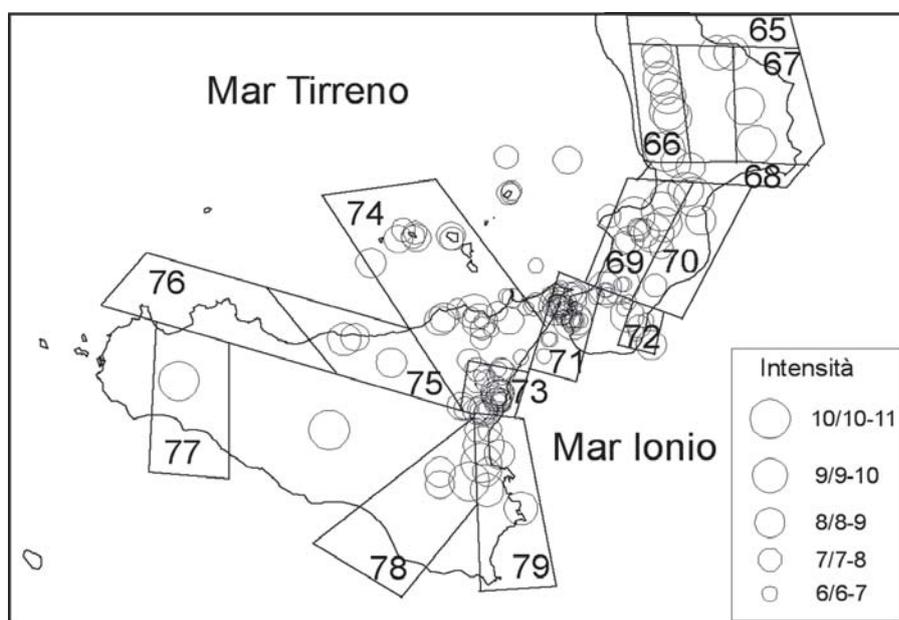


Figura 8- Catalogo parametrico dei terremoti (Gruppo di lavoro CPTI, 1999): epicentri dei maggiori terremoti della Sicilia e Calabria nel periodo 1125-1990. I poligoni rappresentano le Zone Sismogenetiche riconosciute (Meletti et alii, 2000)



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

In Sicilia orientale la sismicità è distribuita soprattutto lungo la costa ionica, con eventi che hanno raggiunto $M \approx 7.0$ (AZZARO & BARBANO, 2000) caratterizzati da lunghi periodi di ritorno. Le strutture più importanti, alla cui attività possono essere ascritti i terremoti più forti occorsi in quest'area (1169, $I_{max} = X$ MCS; 1693, $I_{max} = XI$) sono rappresentate da una cintura di faglie dirette che si estende per 370 km dalla Scarpata Ibleo-Maltese, nel settore sud orientale della Sicilia (ZS 79 Figura 8), fino alla Valle del Crati nella Calabria tirrenica (ZS 69 Figura 8). Tale sistema è stato geodinamicamente interpretato come una zona di rift, denominata appunto rift siculo-calabro (MONACO et alii, 1997; MONACO & TORTORICI, 2000) che espleta una costante deformazione estensionale lungo l'asse orientato WNW-ESE con velocità, stimata da misure VLBI (Very Long Baseline Interferometry), di circa 4,9 mm/a (WARD, 1994).

La ZS 73 delimita il distretto vulcanico etneo che si contraddistingue per un'attività sismica caratterizzata da frequenti terremoti di bassa magnitudo e più rari eventi di maggiore intensità (1911, $I_{max} = X$ MCS) ma con profondità ipocentrale superficiale (Figura 10) (MONACO et alii, 1995, 1997; GRESTA et alii, 1997). Le conseguenze dei più rari sismi ad elevata intensità, pertanto, non producono effetti distruttivi ma sono appena avvertiti al di fuori dell'area stessa.

Al confine tra i Nebrodi e i Peloritani occidentali l'attività sismica (SZ 74) è individuabile lungo il versante tirrenico, in particolare lungo l'allineamento Patti-Vulcano-Salina (AZZARO et alii, 2000).

Questa sismicità è associabile alle strutture trascorrenti destre NO-SE presenti nell'area (terremoto di Patti del 1978, BARBANO et alii, 1979). Altre strutture presenti nell'area sono quelle connesse ai terremoti di Naso, i quali potrebbero essere causati dall'attivazione di faglie normali orientate NE-SO responsabili del sollevamento della Catena. Le strutture peri-tirreniche (circa E-O) presenti in mare potrebbero costituire la sorgente del terremoto del 1823 ($M = 5.9$) (AZZARO et alii, 2000).

La ZS 71 comprende il territorio comunale oggetto di questo studio. Questo settore come i precedenti ZS 79 e ZS 69 è interessato dal passaggio del rift siculo-calabro nelle porzioni di mare prospicienti le coste. In particolare vari Autori hanno teorizzato la presenza di un segmento di faglia diretta lungo circa 40 km, denominato faglia di Taormina, che correndo parallelamente alla costa compresa tra Giardini



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Naxos a sud e Gabria a nord, deforma verticalmente l'area sin dal tardo Quaternario con un'alternanza di periodi intersismici e di repentini forti eventi cosismici.

Tuttavia in questo settore l'unico terremoto storico che può dare informazioni di carattere sismogenetico è il terremoto del 28 dicembre 1908 ($M \approx 7.1$; $I_{max} = XI$, MCS) (GHISSETTI & GRESTA, 1990), ampiamente descritto da BARATTA (1910).

Trattandosi di un terremoto del primo decennio del secolo scorso i dati strumentali non sono molto precisi ed al contempo nelle cronache sono assenti precisi riferimenti alle evidenze di fagliazione superficiale. Per cui collocazione spaziale, geometria e dimensione del volume sismogenetico sono stati ricostruiti in modo diverso dai vari Autori che hanno proposto vari modelli al riguardo (GHISSETTI, 1992; VALENSISE & PANTOSTI, 1992, 2001).

5.1 Storia sismica e pericolosità dell'area

La storia sismica di un sito costituisce elenco cronologico degli effetti causati dai terremoti vicini e lontani espressi in intensità macrosismica, e rappresenta la base essenziale per considerare i possibili impatti del terremoto con il territorio nel tempo.

Attraverso la ricostruzione della storia sismica, pertanto, si può riuscire a valutare la pericolosità al sito mediante l'utilizzo di metodi analitici di recente sviluppo (MAGRI et alii, 1994).

Per la ricostruzione delle storie sismiche del territorio in studio si può fare riferimento ai dati disponibili in letteratura, quali il database GNDT DOM4.1 (MONACHESI & STUCCHI, 1997), il Catalogo dei Forti Terremoti Italiani 150 (BOSCHI et alii, 1997, 2000), il Database Macrosismico Italiano (DBMI11, LOCATI et alii, 2011). La revisione delle fonti storiche utilizzate in questi ultimi cataloghi ha permesso l'aggiornamento delle analisi eseguite di migliorare e/o di aggiungere nuovi dati che si rivelano particolarmente preziosi nella valutazione dei terremoti più forti che hanno provocato i maggiori danni.

Per quanto riguarda la storia sismica del territorio comunale di Furci Siculo si può fare utilmente riferimento al Database Macrosismico Italiano (DBMI11, LOCATI et alii, 2011) disponibile sul sito INGV (Tabella 4; Figura 9).



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Effetti	In occasione del terremoto del:				
I[MCS]	Data	Ax	Np	Io	Mw
EE	1908 12 28 04:2	Calabria meridionale-Messina	800	11	7.10 ±0.15
3	1947 05 11 06:3	Calabria centrale	254	8	5.70 ±0.13
5	1975 01 16 00:0	Stretto di Messina	346	7-8	5.20 ±0.09
4-5	1990 12 13 00:2	Sicilia sud-orientale	304	7	5.64 ±0.09
4	1999 02 14 11:4	Patti	101		4.69 ±0.09

Tabella 4 - Storia sismica di Furci Siculo

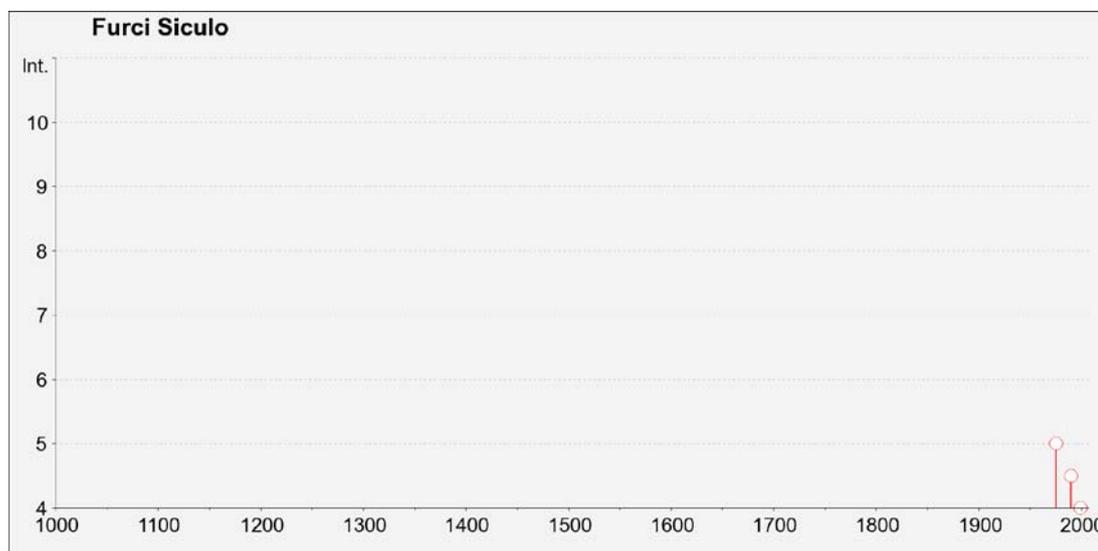


Figura 9 - Storia sismica di Furci Siculo estratta dal Database Macrosismico Italiano (DBMI11, Locati et al., 2011); Is è l'intensità macrosismica risentita (MCS); Ax l'area epicentrale; Np è il numero di località in cui è disponibile il dato macrosimico; Io è l'intensità macrosismica dell'epicentro (MCS); MW è la magnitudo momento dell'evento con accanto il grado d'incertezza della stima.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Il catalogo di sito così ricostruito può essere usato per il calcolo del periodo di ritorno medio delle intensità calcolate mediante il metodo di MAGRI et alii (1994). A questo scopo la procedura prevede l'utilizzo di una funzione di distribuzione discreta che, per ogni terremoto, descrive la probabilità che gli effetti macrosismici siano più grandi o uguali a ciascun valore d'intensità della scala adottata. La probabilità è calcolata a partire dai valori osservati al sito. Per ogni classe d'intensità, trattata indipendentemente dalle altre, si calcola inoltre la soglia di completezza.

D'altro canto, l'analisi delle storie sismiche mette in evidenza che i terremoti di magnitudo più elevata che hanno colpito le località in studio sono stati i medesimi (1783, 1908): i siti più vicini alle sorgenti di tali eventi sono stati distrutti totalmente, gli altri, più lontani, solo gravemente danneggiati.

Confrontando inoltre le storie sismiche dei principali centri abitati dell'area con i dati relativi ad alcune località della Sicilia sud-orientale (BARBANO & RIGANO, 2001), risulta che le città di Messina e di Reggio di Calabria presentano pericolosità sismica maggiore, data la notevole frequenza di eventi di media intensità.

Infatti, l'analisi della sismicità di località quali Lentini e Siracusa ad esempio, compiuta utilizzando il metodo MAGRI et alii (1994), ha condotto ai seguenti risultati: effetti di intensità VII hanno un periodo di ritorno medio di 70 anni e quelli di intensità VIII di 115 anni.

La maggior parte delle località analizzate hanno periodi di ritorno confrontabili con quelli di Catania per valori di intensità IX e X (BARBANO & RIGANO, 2001). Le stime di pericolosità eseguite in ambito GNDT (MELETTI et alii, 2000b) evidenziano, invece, valori di pericolosità più alti per l'area dello Stretto di Messina rispetto a quelli ottenuti per l'area catanese.

Infine, i periodi di ritorno medi ottenuti per le località in studio tramite il metodo MAGRI et alii (1994) sono più brevi rispetto ai valori ricavati da SLEJKO et alii (1998) utilizzando il metodo Cornell, con il quale per esempio risulta che la massima intensità attesa nella zona dello Stretto di Messina e nella Calabria meridionale (intensità IX) corrisponde ad un periodo di ritorno di 475 anni. Queste diverse valutazioni possono essere spiegate considerando che il metodo di Cornell assume zone sismogenetiche estese caratterizzate da tasso di sismicità omogeneo.



PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile



Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

I principali risultati di questo studio possono essere così sintetizzati: I cataloghi di sito mostrano che solo il terremoto del 1908 ha provocato effetti distruttivi nelle località oggetto di studio, mentre invece sono molto frequenti i terremoti che hanno provocato danni gravi.

Oltre a questo approccio di analisi statistica dei dati ricavati dai database e dai cataloghi, una approfondita analisi della storia sismica e della pericolosità del sito in oggetto di studio, ha richiesto l'esame di vari altri lavori di morfotettonica costiera e geofisica marina, effettuati da vari Autori nell'ultimo decennio, che hanno contribuito ad incrementare l'accuratezza e la completezza del quadro in esame.

La serie di terrazzi marini affioranti tra Capo Taormina e Capo Peloro ha permesso di definire un tasso di deformazione verticale dell'area compreso tra 1,7 mm/a e 1,1mm/a (CATALANO & DE GUIDI, 2003; ANTONIOLI et alii, 2006) suggerendo la presenza di una faglia diretta, denominata faglia di Taormina, localizzata nell'area antistante le coste comprese tra Giardini Naxos e Briga e responsabile delle deformazioni dell'area in esame (Figura 10).

Tale struttura che corre parallelamente alla costa con orientazione NNE-SSW, sarebbe ancor più importante se inquadrata all'interno del contesto geodinamico del Rift Siculo-Calabro (MONACO & TORTORICI, 2000; CATALANO et alii, 2008), in quanto rappresenterebbe un' importante elemento di continuità della cintura di faglie che dalla Sicilia sud-orientale corre fino alla Calabria tirrenica (Figura 10).

Lungo quest'area, inoltre, sono stati segnalati numerosi indicatori morfologici e biologici (solchi di battente, fasce di balanidi e dendropoma, rim algali etc.) dislocati da importanti eventi cosismici. Analisi radiometriche ^{14}C e stratigrafiche hanno consentito di individuare cronologicamente 3 eventi sismici che hanno dislocato le aree costiere oggetto di studio sin da circa 5000 anni fa, testimoniando l'attività della faglia di Taormina anche durante l'Olocene (STEWART et alii 1997; RUST and KERSHAW, 2000; DE GUIDI et alii 2003; SPAMPINATO et alii 2012). La coesistenza di evidenze di deformazione verticale lenta e costante con deformazioni rapide e repentine ha indotto vari autori ad ipotizzare che la faglia di Taormina espleti una continua deformazione verticale, sin dal tardo Quaternario, attraverso periodi di lento e costante sollevamento intersismico intervallati da importanti eventi cosismici capaci di dislocare repentinamente intere porzioni di aree costiere.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Diversi autori analizzando il catalogo CPTI (Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani) (CPTI Working Group 2004, 2011) hanno evidenziato come questo settore del Rift Siculo–Calabro, al contrario delle porzioni meridionali e settentrionali che hanno registrato in epoca storica forti eventi sismici, non presenta avere le stesse caratteristiche e gli eventi sismici di cui si registra cronaca sono scarsi se non inesistenti per quanto riguarda sismi a $M \geq 7$. Tale analisi, incrociata con le evidenze morfotettoniche che testimoniano per l'area diversi eventi sismici negli ultimi 5000 a, è stata interpretata ipotizzando che la faglia di Taormina si trovi in quella in fase di quiescenza sismica (Figura 10) (NERI et alii, 2006).

Se questa teoria trovasse conferma quest'area rappresenterebbe la più estesa di tutto il territorio italiano in quiescenza sismica, costituendo proprio in considerazione di ciò un sito ad alta pericolosità che potrebbe essere interessato da forti eventi in futuro (STEWART et alii 1997).

Una recente campagna oceanografica (TAORMINA 2006) condotta lungo le coste dello Ionio comprese tra la Sicilia nord – orientale e la Calabria meridionale non ha evidenziato la presenza di nessuna struttura assimilabile alla faglia di Taormina (ARGNANI et alii 2009), tuttavia va considerato che tale campagna non ha raggiunto le parti più prospicienti le coste, potendosi arrestare per motivi di sicurezza della nave a circa 1000 m da esse.

Queste considerazioni implicano che l'esistenza e la localizzazione della faglia di Taormina resta un problema aperto che inficia in maniera rilevante le stime di pericolosità sismica dell'area in esame. La sola analisi statistica degli eventi sismici occorsi nell'area, infatti, tenderebbe a sottostimare la pericolosità di una zona che potrebbe essere soggetta a quiescenza sismica ancor più se contestualizzata geodinamicamente all'interno di un sistema di cintura di faglie dirette che in zone prospicienti hanno manifestato forte attività sismica.

Ulteriori indagini sismo stratigrafiche e morfobatimetriche potrebbero fornire importanti riscontri utili a confermare o negare definitivamente l'esistenza della faglia di Taormina, definendo meglio il quadro di pericolosità sismica per l'area di Furci siculo e dei comuni limitrofi.

Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

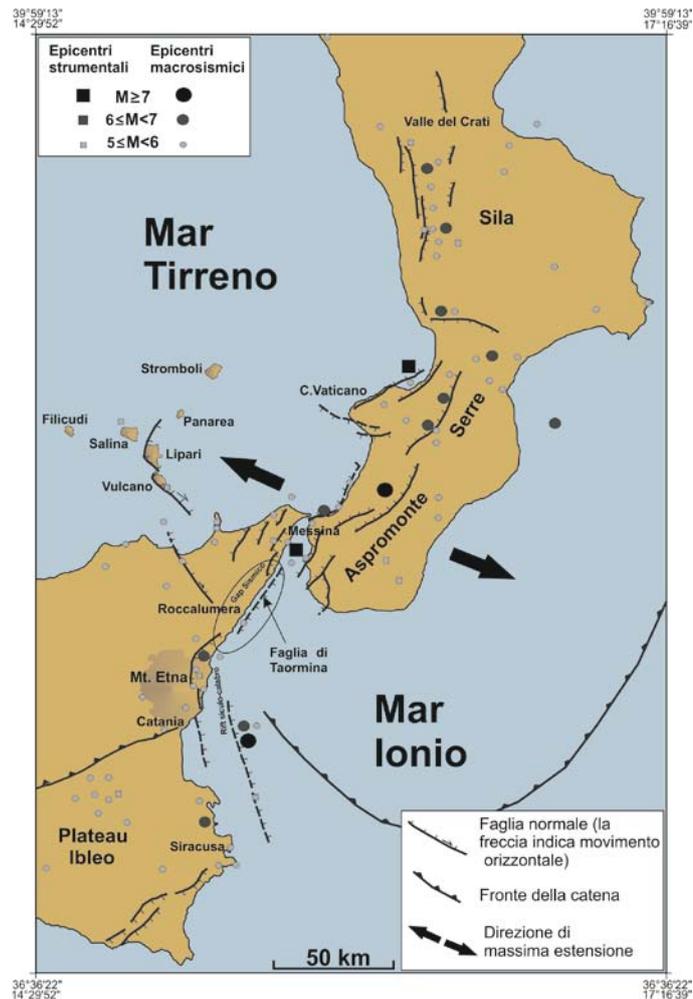


Figura 10 - Schema tettonico della Sicilia orientale e della Calabria meridionale. In leggenda i forti terremoti estratti dal catalogo CPTI (Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani) (CPTI Working Group 2004, 2011).



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

6 METODOLOGIA DI ACQUISIZIONE DELLE INDAGINI

In merito all'acquisizione informatica delle indagini fornite dal Comune di Furci Siculo si è proceduto al caricamento delle stesse all'interno delle più recenti strutture dati fornite dalla Protezione Civile, rappresentate cioè dai database MS Access Cdl_tabelle.mdb e Indagini.mdb, nella versione 2.0 beta II.

Nello specifico, il Comune in oggetto ha provveduto a fornire i seguenti elaborati tecnici:

Nome documento	Descrizione	Data
Studio Geologico Definitivo	Lavori urgenti di bonifica del bacino del Torrente Fondacalasi e relativa arginatura a difesa del centro abitato della frazione Calcare (Progetto Definitivo)	Non disponibile
Studio Geologico	Interventi integrati per la protezione dei litorali in erosione nel Comune di Furci Siculo (Progetto Esecutivo)	18/03/2005 (Genio Civile)
Studio Geologico	Prescrizioni Esecutive relative alle zone "P.E.E.P. e Commerciale - Residenziale" del P.R.G.	04/09/2000
Studio Geologico	Relazione geologica esecutiva relativa al progetto di consolidamento di un versante in località Artale, da realizzare nel territorio di Furci Siculo, in Provincia di Messina	Non disponibile

Tutte le relazioni prevedevano l'esecuzione di indagini geognostiche, geofisiche e di laboratorio così distribuite:



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Descrizione documento	Ind. Geofisica	Ind. Geognostica	Prove di Laboratorio
Lavori urgenti di bonifica del bacino del Torrente Fondacalasi e relativa arginatura a difesa del centro abitato della frazione Calcare (Progetto Definitivo)	sismica a rifrazione	Sondaggio a carotaggio continuo, penetrometrica dinamica SPT	-
Interventi integrati per la protezione dei litorali in erosione nel Comune di Furci Siculo (Progetto Esecutivo)	sismica a rifrazione	-	-
Prescrizioni Esecutive relative alle zone "P.E.E.P. e Commerciale - Residenziale" del P.R.G.	Down-hole	Sondaggio a carotaggio continuo	-
Relazione geologica esecutiva relativa al progetto di consolidamento di un versante in località Artale, da realizzare nel territorio di Furci Siculo, in Provincia di Messina		Sondaggio a carotaggio continuo con prelievo di campioni	Analisi su campione, taglio diretto

Si è inoltre provveduto a realizzare una nuova campagna indagini caratterizzata da 25 misure di microtremore a stazione singola.

Sulla base delle indagini di nuova realizzazione e di quelle presenti nella documentazione geologica fornita si è proceduto pertanto al popolamento delle tabelle presenti nel database *Cdl_tabelle.mdb* ed alla contemporanea localizzazione delle indagini all'interno delle features puntuale e lineare presenti nel GeoDB *Indagini.mdb*. L'editing delle indagini è stato effettuato a partire dalla localizzazione presente nella documentazione sotto forma di elaborato cartografico ed al confronto con le basi cartografiche fornite dalla Regione Siciliana (CTRN alle scale 1:10.000 e 1:2.000; ortofoto 2008).



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

L'attività di popolamento del database *Cdl_tabelle.mdb* ha portato all'inserimento delle seguenti indagini e relativi parametri, raggruppati per classe e tipologia di indagine, e distinti fra indagini puntuali e indagini lineari:



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Indagini Puntuali			
Classe Indagine	Tipo Indagine	Parametro	Numero
GF	DH	CP	40
GF	DH	E	40
GF	DH	G	40
GF	DH	VP	40
GF	DH	VS	40
GG	S	L	21
GG	SC	CAM	5
GG	SS	L	3
GL	SM	PV	2
GL	TD	C	2
GL	TD	F1	2
GS	SPT	F1	7
GS	SPT	PT	7
GF	HVSR	FR	25
Indagini Lineari			
Classe Indagine	Tipo Indagine	Parametro	Numero
GF	SR	-	29

Per il comune in oggetto si è quindi provveduto al caricamento di 65 siti di indagine, fra puntuali e lineari, caratterizzati da un totale di 60 indagini e 164 parametri.

Durante le attività di popolamento del database *Cdl_tabelle.mdb* si è provveduto inoltre, per le tipologie di dati che prevedevano un intervento interpretativo, a definire ed attuare alcune convenzioni. Le convenzioni utilizzate vengono riportate di seguito e descritte per singola tabella.

Tabella Sito Puntuale

Si è provveduto a popolare il campo *note_sito* con la dicitura dell'oggetto della relativa relazione geologica. I valori di quota del campo *quota_sml* sono stati prelevati direttamente dal DTM fornito dalla Regione Siciliana tramite servizio WMS e, quando il dato non era ancora disponibile, dalla CTRN alla scala 1:10.000 sempre fornita dalla Regione. Le coordinate inserite nei campi *coord_x* e *coord_y* sono state prelevate mediante strumenti software dalla base cartografica CTRN alla scala 1:10.000 della Regione Siciliana. Per quanto concerne gli indirizzi del campo



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

indirizzo questi sono stati estrapolati confrontando l'ubicazione del sito di indagine presente in relazione con lo stradario, prendendo in considerazione la via più vicina. Nei casi in cui non fossero presenti tratti stradali per un determinato sito si è provveduto ad indicare il nome della località o di un manufatto nelle immediate vicinanze (es. “nei pressi dello svincolo autostradale”). Il valore del campo *data_sito* è stato ottenuto impostando il valore predefinito “now()” che fornisce automaticamente la data del sistema al momento dell’inserimento del dato.

Tabella Indagini Puntuali

Il campo *id_indpuex*, quando non è stato possibile popolarlo secondo quanto previsto dalle specifiche, è stato valorizzato con una codifica che ne semplificasse la lettura e che riconducesse facilmente alla tipologia di indagine (es. S1SPT3: indagine SPT n. 3 del sondaggio 1). Non sempre nella documentazione analizzata è stato possibile risalire alla data dell’indagine, vuoi perché non presente, vuoi perché illeggibile; in particolare vengono spesso riportati i risultati di indagini delle quali si conosce soltanto l’anno di esecuzione. In tali casi si è provveduto ad inserire nel campo *data_ind* il primo giorno del primo mese dell’anno di riferimento (es. indagine eseguita nel 2001, *data_ind*: 01/01/2001).

Il campo *note_ind* è stato inoltre utilizzato per illustrare la presenza di particolari situazioni, come ad esempio se in un’indagine geofisica di tipo down-hole, non sono presenti i valori dei singoli parametri richiesti dalle specifiche, si è provveduto all’inserimento della sola indagine senza parametri specificando la motivazione nel campo *note_ind*.

Tabella Parametri Puntuali

La valorizzazione del campo *attend_mis* è stata eseguita inserendo sempre il valore “1” quando in relazione il relativo dato è risultato leggibile e frutto di una misurazione strumentale. Per quanto concerne invece l’inserimento della stratigrafia dei sondaggi e, quindi, durante le fasi di popolamento del parametro “L”, il campo *attend_mis* è sempre stato valorizzato con “2”, a causa della difficoltà di interpretazione e/o dello scarso allineamento fra la descrizione fornita nella relazione geologica e la *tabella di classificazione terreni e substrato* presente nelle specifiche



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

di archiviazione (versione 2.0 beta II). Anche per questa tabella il campo *note_par* è stato utilizzato per descrivere situazioni particolari.

Tabella Sito Lineare

Si è provveduto a popolare il campo *note_sito* con la dicitura dell'oggetto della relativa relazione geologica. I valori di quota del campo *Aquota* e *Bquota* sono stati prelevati direttamente dal DTM fornito dalla Regione Siciliana tramite servizio WMS e, quando il dato non era ancora disponibile, dalla CTRN alla scala 1:10.000 sempre fornita dalla Regione. Le coordinate inserite nei campi *Acoord_x*, *Acoord_y*, *Bcoord_x* e *Bcoord_y* sono state estrapolate mediante strumenti software dalla base cartografica CTRN alla scala 1:10.000 della Regione Siciliana. Il valore del campo *data_sito* è stato ottenuto impostando il valore predefinito "now()" che fornisce automaticamente la data del sistema al momento dell'inserimento del dato.

Tabella Indagini Lineari

Il campo *id_indpuex*, quando non è stato possibile popolarlo secondo quanto previsto dalle specifiche, è stato valorizzato con una codifica che ne semplificasse la lettura e che riconducesse facilmente alla tipologia di indagine. Non sempre nella documentazione analizzata è stato possibile risalire alla data dell'indagine, vuoi perché non presente, vuoi perché illeggibile; in particolare vengono spesso riportati i risultati di indagini delle quali si conosce soltanto l'anno di esecuzione. In tali casi si è provveduto ad inserire nel campo *data_ind* il primo giorno del primo mese dell'anno di riferimento (es. indagine eseguita nel 2001, *data_ind*: 01/01/2001).

Tabella Parametri Lineari e Tabella Curve

Le tabelle non sono state popolate nel primo caso perchè, per le indagini inserite, le specifiche non prevedono il caricamento di parametri e nel secondo a causa dell'assenza di dati tabellari nella documentazione fornita dal Comune di Furci Siculo.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

7 ELABORATI CARTOGRAFICI

Sulla base di quanto precedentemente esposto, integrato con le informazioni di carattere geologico - tecnico (indagini geognostiche, prove di laboratorio, indagini geofisiche) acquisite durante la fase di censimento dati è stato possibile suddividere le diverse unità stratigrafiche secondo i criteri geologico - tecnici definiti nell'ICMS ai fini della Microzonazione Sismica. E' opportuno precisare che il livello conoscitivo derivante dall'analisi degli studi geologico tecnici condotti nell'area risultano fortemente condizionati sia nel numero sia nella distribuzione areale dei dati necessari per condurre uno studio di Microzonazione Sismica. È pertanto necessario prevedere per la successiva fase un approfondimento sia in termini di rilevamento geologico - tecnico sia in termini di indagini geognostiche e di laboratorio, per colmare le lacune conoscitive relative alla caratterizzazione geomeccanica degli ammassi rocciosi e dei terreni e di conseguenza aggiornare la carta geologico - tecnica.

In accordo con le specifiche riportate negli ICMS le unità litostratigrafiche affioranti nell'area sono state suddivise nelle due classi previste e precisamente:

- terreni di copertura – all'interno di questa categoria sono state inserite le unità geologiche di copertura aggregate in funzione della litologia, dello stato di addensamento o consistenza e dell'ambiente genetico e deposizionale. Pertanto nella tabella di seguito proposta si riportano le unità litostratigrafiche e la relativa classificazione a standard ICMS e 2.0 Beta II:



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Unità Litostratigrafica	Tipo_gt	Stato	Gen
Alluvioni Attuali - materiale sciolto, incoerente, a granulometria eterogenea ghiaioso-sabbiosa con ciottoli rotondeggianti a giacitura lenticolare o a stratificazione incrociata	GW - Ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbie	14	tf
Sabbie e Ghiaie di Messina - successione ghiaioso-sabbiosa ben addensata e localmente cementata, ad elementi prevalentemente cristallini, clinostratificati	GP - Ghiaie pulite con granulometria poco assortita, miscela di ghiaia e sabbia	13	dl
Depositi di Spiaggia – ghiaie e sabbie con ciottoli rotondeggianti	GP - Ghiaie pulite con granulometria poco assortita, miscela di ghiaia e sabbia	14	sp
Alluvioni Recenti - sabbie in matrice più fine di colore prevalentemente grigiastro, spesso a giacitura lenticolare	SM - Sabbie limose, miscela di sabbia e limo	14	tf
Terrazzi Fluviali - sabbie e ghiaie abbastanza arrotondate ed in matrice limosa di colore giallo ocra	SM - Sabbie limose, miscela di sabbia e limo	13	tf

- substrato geologico rigido o non rigido – all'interno di questa categoria sono state inserite le unità geologiche del substrato aggregate in funzione della litologia, dello stato di coesione. Pertanto nella tabella di seguito proposta si riportano le unità litostratigrafiche e la relativa classificazione a standard ICMS e 2.0 Beta II:



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Unità Litostratigrafica	Tipo_gt	Stat o
Unità dell'Aspromonte – metamorfiti quarzoso-feldspatiche di medio-alto grado. "Gneiss"	LP – Lapideo	22
Unità di Mandanici – metamorfiti di basso grado, a struttura scistosa, intensamente fratturate e strizzate	LP – Lapideo	22
Unità di San Marco d'Alunzio – calcari algali e calcari dolomitici. Litotipi lapidei strutturalmente molto compatti e tenaci	LP – Lapideo	21
Unità di San Marco d'Alunzio – semimetamorfiti sericitico-cloritiche con vene di quarzo, semimetamorfiti grafitiche, quarziti, metacorse e/o metagrovacche di derivazione pelitico-arenacea	LP – Lapideo	22
Unità di San Marco d'Alunzio – arenarie rosse in facies di "Verrucano". Arenarie quarzose rossastre ben cementate	GR - Granulare cementato	22

Da un punto di vista squisitamente informatico gli elaborati cartografici per gli studi di Livello 1 previsti dalla più recente versione delle specifiche di rappresentazione e archiviazione informatica (2.0 beta II, al momento della stesura della presente relazione), unitamente a quanto indicato nella convenzione fra il Dipartimento Regionale di Protezione Civile e la scrivente Università degli Studi, puntano ad illustrare l'attuale stato della conoscenza mediante la produzione della Carta delle indagini, della Carta geologico-tecnica, della Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (livello 1) e della Carta delle frequenze.

Gli elaborati prodotti contengono la raccolta di tutte le informazioni fornite dal Comune di Furci Siculo, integrate con la bibliografia scientifica di maggior rilievo, ed includono inoltre informazioni di recente acquisizione frutto delle indagini geofisiche realizzate ex novo, nonché dati provenienti da rielaborazioni informatiche effettuate su quanto già acquisito. Per una migliore comprensione di come si è operato per ottenere gli output cartografici finali oggetto della convenzione si procederà a



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

descriverli uno per uno, ponendo l'accento non sulle modalità di archiviazione e rappresentazione, basate sulla scrupolosa analisi della documentazione tecnica fornita dalla Commissione tecnica per la microzonazione sismica, ma bensì sugli aspetti relativi alle modalità di aggregazione e rielaborazione dei dati di origine.

Carta delle Indagini

Questo elaborato è il frutto della rappresentazione cartografica a standard 2.0 beta II dei siti puntuali e lineari di indagine già caricati all'interno della banca dati *Cdl_tabelle.mdb*. Le scelte effettuate dal gruppo di lavoro riguardano unicamente due aspetti non dettagliati nella documentazione tecnica di riferimento e sono relativi alla scelta della colorazione della base cartografica ed alla impostazione degli elementi inseriti in legenda. In particolare la base cartografica è stata impostata sostituendo al colore nero il colore marrone (RGB 115, 70, 0) al fine di agevolare notevolmente la lettura sia dei simboli che delle relative etichette associate, mentre per la legenda si è scelto di inserire tutti i simboli relativi alle indagini, così come forniti dalla succitata Commissione tecnica, in modo tale da semplificare e velocizzare le attività di allestimento per la stampa.

All'interno della carta in oggetto sono state inoltre inserite le indagini HVSR di nuova realizzazione.

Carta geologico - tecnica

L'elaborato in questione costituisce l'aggregazione delle informazioni di natura geologica effettuate dal gruppo di lavoro a partire dalla geologia e geomorfologia di base, integrata con le indagini geognostiche già implementate nella banca dati.

Per quanto concerne la rappresentazione delle unità geologico tecniche, suddivise in "Terreni di copertura" e "Substrato geologico rigido", archiviate all'interno della feature *Geotec*, si è proceduto mediante collezione, analisi, aggregazione e sintesi dei rilievi geologici provenienti da varie fonti, quali i rilievi geologici effettuati per il PRG comunale, la letteratura scientifica più recente e verifiche speditive di campagna. Per le unità geologiche così individuate, l'archiviazione informatica e la relativa rappresentazione cartografica è passata attraverso l'assegnazione dei codici sulla tipologia, sullo stato e sull'ambiente genetico-deposizionale, effettuata



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

confrontando e normalizzando i dati di letteratura con i risultati delle indagini geofisiche, geognostiche e di laboratorio. La fase di aggregazione dei dati è stata invece effettuata aggregando affioramenti adiacenti con il medesimo codice *Tipo_gt*, ma differenziandoli sulla base dei campi *Stato* e *Gen*. In questo modo è stato possibile cartografare le seguenti unità geologico - tecniche:



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Terreni di copertura						
Tipo_gt	Descrizione	Stato	Descrizione	Gen	Descrizione	Numero
GW	Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo	14	Sciolto	tf	Terrazzo fluviale	4
GP	Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo	13	Poco addensato	dl	Piana deltizia	1
GP	Sabbie pulite e ben assortite, ghiaiose	14	Sciolto	sp	Spiaggia	1
SM	Sabbie pulite e ben assortite, ghiaiose	13	Poco addensato	tf	Terrazzo fluviale	1
SM	Sabbie pulite e ben assortite, ghiaiose	14	Sciolto	tf	Terrazzo fluviale	7
Substrato rigido / non rigido						
Tipo_gt	Descrizione	Stato	Descrizione	Gen	Descrizione	Numero
GR	Granulare cementato	22	Coesivo molto consistente	-	-	1
LP	Lapideo	21	Coesivo estremamente consistente	-	-	2
LP	Lapideo	22	Coesivo molto consistente	-	-	3

Le medesime modalità di intervento sono state effettuate per gli elementi tettonico strutturali, frutto cioè della sintesi ed adeguamento a standard di diverse fonti. Un aspetto da sottolineare è la presenza, nell'area indagata, di diversi sovrascorrimenti che, in mancanza di un'adeguata simbologia, sono stati classificati come "Faglia inversa non attiva (certa)". Per quanto riguarda invece le forme di superficie ed in particolare per gli orli di scarpata, per la loro individuazione si è operato mediante procedure informatiche che, nel dettaglio, hanno previsto la realizzazione un elaborato digitale che mostrasse, a partire dai valori delle singole celle del DTM, i dislivelli di quota in un intorno di circa 5m. Filtrando i risultati ottenuti per un range di valori compreso fra "10 – 20m" e > "20m" si è poi provveduto ad una verifica speditiva mediante DTM (2m), CTRN (agg. 2008) e Ortofoto (2008) ed infine



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

all'editing delle geometrie relative agli orli di scarpata, suddivisi nelle due classi previste dalle specifiche di riferimento. Anche per l'individuazione delle creste si è ricorso ad una elaborazione numerica mediante GIS, sempre affiancata alle analisi di dettaglio della CTRN e delle Ortofoto, mediante la quale si è provveduto all'individuazione di tutti i bacini idrografici dell'area a partire dal DTM ed alla successiva selezione delle geometrie di interesse. Di seguito la sintesi delle strutture tettoniche e delle forme di superficie cartografate, archiviate all'interno della feature *Elineari*:

Faglia non attiva / frattura vulcanica cosismica		
Tipo_el	Descrizione	Numero
7011	Faglia diretta – tratto accertato	5
7012	Faglia diretta – tratto inferito	2
7021	Faglia inversa – tratto accertato	5
7022	Faglia inversa – tratto inferito	2
Altri elementi lineari		
Tipo_el	Descrizione	Numero
5041	Orlo di scarpata morfologica (10-20m)	59
5042	Orlo di scarpata morfologica (>20m)	4
5060	Cresta	5

Per quanto concerne l'identificazione dei picchi isolati, che come previsto dalle specifiche di riferimento rientrano all'interno della feature Epuntuali, si è proceduto attraverso la selezione dei punti quotati e delle curve di livello della CTRN 1:10.000 e successivamente all'identificazione dei punti quota che ricadevano all'interno del contesto morfologico "picco isolato". Di seguito si riporta la tabella riepilogativa degli elementi morfologici puntuali riconosciuti.

Elementi morfologici puntuali		
Tipo_ep	Descrizione	Numero
6010	Picco Isolato	14

Gli elementi morfologici relativi alle forme di superficie e sepolte sono state ricavate attraverso l'analisi e l'integrazione di diverse fonti dati, quali la base



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

cartografica CTRN scala 1:10.000, le carte geomorfologiche consegnate dal Comune di e le carte geomorfologiche presenti in letteratura. Gli elementi così individuati sono stati cartografati e archiviati nella feature *Forme* secondo la seguente classificazione:

Forme di superficie e sepolte		
Tipo_f	Descrizione	Numero
4010	Conoide alluvionale	2
4020	Falda detritica	9

Le stesse fonti dati, ulteriormente integrate con gli elementi di dissesto geomorfologico presenti nel PAI, sono state utilizzate per l'individuazione, la definizione e l'archiviazione delle zone suscettibili di instabilità. In particolare la metodologia di rappresentazione cartografica, nelle aree in cui si verificava la sovrapposizione di dissesti presenti in diverse fonti dati, ha puntato alla perimetrazione dell'area di ingombro complessiva. Di seguito gli elementi di instabilità, archiviati all'interno della feature *Instab*:

Instabilità di versante		
Tipo_i	Descrizione	Numero
3011	Crollo o ribaltamento – attiva	4
3015	Non definito – attiva	13
3025	Non definito – quiescente	1
3035	Non definito – inattiva	1
3042	Non definito - scorrimento	1
3045	Non definito – non definita	1

Infine, per quanto riguarda l'archiviazione e rappresentazione cartografica degli elementi geologici e idrogeologici, questi sono stati acquisiti dai rilievi geologici effettuati per la redazione del PRG comunale (per le giaciture degli strati) e dal database delle indagini *Cdl_tabelle.mdb* (per l'ubicazione dei sondaggi). Occorre sottolineare che gli elementi relativi alla “profondità della falda in aree con sabbie e/o ghiaie”, sono stati ubicati a partire dall'elaborato “Carta Idrogeologica” del PRG fornito dal Comune di Furci Siculo e, a causa della mancanza di dati strumentali certi relativi alla profondità della falda, il campo *Valore* è stato popolato in funzione del



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

valore della isopiezometrica presente nell'elaborato originario che, come dichiarato in legenda, fornisce un valore medio annuale. In particolare, quando l'ubicazione del pozzo si trovava fra due isopiezometriche si scelto di assegnare il valore di profondità della falda relativo all'isopiezometrica meno profonda.

Di seguito la sintesi degli elementi geologici e idrogeologici archiviati nella feature *Geodr*:

Elementi geologici e idrogeologici		
Tipo_gi	Descrizione	Numero
11	Giacitura strati	1
21	Profondità (m) substrato rigido raggiunto da sondaggio o pozzo	1
22	Profondità (m) sondaggio o pozzo che non ha raggiunto il substrato	8

Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (livello 1)

La realizzazione dell'elaborato da un punto di vista informatico ha previsto la semplice rappresentazione delle informazioni precedentemente elaborate e descritte nel capitolo dedicato alla descrizione della metodologia di individuazione delle microzone omogenee. A causa della scelta di rappresentare una più vasta porzione di territorio, anziché limitarsi alle sole aree di prescrizione individuate dal Comune di , rispetto a quanto previsto dalla specifiche si è provveduto ad inserire il layer di tali aree, in modo da agevolare l'individuazione delle aree di interesse.

Carta delle frequenze

L'elaborato in questione è stato realizzato a partire dall'interpolazione dei valori di frequenza di risonanza sia delle indagini già realizzate dal Comune, sia a partire da quelle di nuova realizzazione, si rimanda al capitolo dedicato per i dettagli sulla metodologia applicata.

Poiché le specifiche non prevedono degli standard di rappresentazione per la carta in oggetto si è provveduto a realizzare un layout dedicato all'inserimento nella presente relazione.



PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile



Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

8 GEOGNOSTICA E GEOFISICA

L'analisi geognostico – geofisica è stata basata su due set di dati: il primo costituito da tutti i dati disponibili e potenzialmente utilizzabili per gli scopi del presente studio, derivati dagli studi commissionati dall'Amministrazione Comunale di Furci Siculo a professionisti e ditte specializzate, allo scopo di supportare il progetto di redazione del P.R.G., le P.E. (Piano Particolareggiato di zone di espansione per il soddisfacimento del fabbisogno residenziale pubblico e privato) e studi geologici di salvaguardia del territorio comunale. Il secondo gruppo di dati è basato su misure di vibrazione del sottosuolo, eseguite, specificatamente per questo I Livello di Microzonazione Sismica, mediante uso del TROMINO®.

8.1 Strumentazione utilizzata

Per le registrazioni dei dati di campagna è stato usato un tromometro (misuratore di vibrazioni) digitale di ultima generazione concettualmente derivato da quello concepito nel 1870 da Timoteo Bertelli.

Tale strumentazione, commercializzata con la denominazione TROMINO®, è prodotta e brevettata da Micromed S.p.a. e possiede i vantaggi di essere estremamente compatta, leggera e dotata di una grande semplicità di utilizzo: Queste caratteristiche ne permettono il posizionamento e l'attivazione della registrazione quasi ovunque in pochi minuti.

La versione utilizzata per le acquisizioni di questa indagine è dotata di tre canali velocimetrici elettrodinamici, ad alta risoluzione, disposti secondo tre direzioni tra di loro ortogonali e smorzati criticamente.

Il segnale del microtremore, rilevato dai velocimetri, è inviato ad un convertitore integrato A/D a 24 bit, equivalenti a 128 Hz, e registrato in una scheda di memoria interna da 1 Gb: in questo modo sono stati evitati cavi di connessione potenzialmente in grado di introdurre rumori meccanici od elettronici nel processo di acquisizione.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Il costruttore dichiara un'operatività del sistema nell'intervallo di frequenze 0,1 - 1024 Hz su tutti i canali, che può estendersi fino a 32 kHz limitando le registrazioni a due canali, garantendo la visibilità di microtremori fino a ± 1.5 mm/s con un'accuratezza, al di sopra di 0,1 Hz, maggiore di 10^{-4} .

8.2 Processing dei dati

Il processing dei dati acquisiti in campagna è stato effettuato con il software GRILLA realizzato dalla stessa Micromed S.p.a., che costituisce il logico completamento della strumentazione realizzata.

L'attuale versione del software permette l'equalizzazione dei dati acquisiti solo a 128 e 512 Hz, semplici considerazioni analitiche indicano che una frequenza di campionamento a 128 Hz è ampiamente sufficiente alla ricostruzione dei segnali imputabili alle frequenze di interesse stratigrafico (< di 40 Hz), mentre l'adozione della frequenza di campionamento a 512 Hz è stata prevista per lo studio di vibrazioni fino a 100 Hz derivate dalle attività antropiche, in accordo alle norme UNI 9916 e DIN 4150, pertanto l'utilizzo di campionamenti a frequenze diverse deve necessariamente essere ricondotto a quelle di base utilizzando una apposita funzione del database di Grilla (*File>Desampling*).

Il software consente la scelta delle finestre temporali (in numero e durata) in seguito all'analisi dei grafici della variazione temporale ed azimutale dello spettro H/V e che devono essere selezionate secondo criteri di stabilità delle frequenze d'interesse eliminando eventuali transienti.

Le serie temporali registrate, nelle tre componenti del moto, vengono analizzate secondo procedure spettrali di vario tipo (tipicamente FFT) fino alla produzione delle curve H/V, dove la componente H è restituita come media di due componenti spettrali orizzontali ortogonali.

Il software permette inoltre l'applicazione del test di significatività H/V proposto da SESAME (Site EffectS Assessment using AMbient Excitations) nel 2005.

Si tratta di due gruppi di condizioni: 3 il primo gruppo e 6 il secondo. I primi tre criteri valutano la durata della registrazione e la durata delle finestre di analisi verificando la loro adeguatezza alla frequenza analizzata; i successivi sei criteri sono



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

di significatività della distribuzione statistica e valutano la convergenza del picco individuato ad una gaussiana e la deviazione standard della frequenza ed ampiezza del picco: in pratica indicano semplicemente se la forma del picco possiede una struttura ben definita.

E' utile osservare che la rigida applicazione di questi criteri non è desiderabile per diverse situazioni specifiche: per esempio, in siti dove affiora il bedrock o dove i contrasti di velocità sono molto deboli, per esempio a causa della graduale transizione di velocità verso il basso, i criteri SESAME non vengono superati. Questo non implica necessariamente la mancata o l'errata acquisizione di risonanze importanti: si tratta nel primo caso di un sito privo di amplificazione e questa è comunque un'informazione stratigrafica, mentre, nel secondo caso, che il picco, o i picchi, di frequenza non sono chiaramente definibili, ed anche questa, se ben interpretata, può costituire un'interpretazione stratigrafica.

Ulteriore, e relativamente comune, caso di non superamento dei criteri SESAME è costituito da quei siti in cui sono presenti inversioni di velocità causate da strati lenti (Low Velocity Layer), non rilevabili in superficie, cavità e/o strutture artificiali superficiali od a piccola profondità (pavimentazioni, lastricati, fondazioni asimmetriche, paratie, platee di fondazione). In queste situazioni sono state riscontrate pesanti alterazioni della componente spettrale orizzontale che non interessano quella verticale (CASTELLARO e MULARGIA 2009) che producono rapporti H/V con ampiezza inferiori a 1 (non rispetto del criterio 3 del secondo gruppo SESAME) per larghi intervalli di frequenze, ostacolando l'individuazione dell'autofrequenza del sito. E' comunque possibile rilevare ugualmente l'autofrequenza dall'analisi degli spettri delle singole componenti.

8.3 Il Rumore sismico

Le vibrazioni sismiche ambientali (o rumore sismico) sono onde sismiche di bassa energia con ampiezze dell'ordine di 10^{-4} - 10^{-2} mm (OKADA, 2003). In riferimento al contenuto in frequenza, il rumore sismico può essere classificato come microtremore se contiene alte frequenze (> di 0.5 Hz) e microsisma per basse frequenze (< di 0.5 Hz).



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Per quanto riguarda l'origine del rumore sismico, è noto (GUTENBERG, 1958; ASTEN, 1978, 1984) che le sorgenti dei microsismi sono molteplici (Tabella 5): le perturbazioni atmosferiche sugli oceani, che si propagano come onde superficiali sui continenti, l'impatto di fulmini sul terreno, i movimenti isostatici, i fenomeni di microfratturazione crostale, mentre le sorgenti dei microtremori sono essenzialmente le attività antropiche come il traffico veicolare e le attività industriali.

Sorgenti microsismiche	Gutenberg (1958)	Asten (1978, 1984)
Onde oceaniche contro le coste	0.05 - 1 Hz	0.5 - 1.2 Hz
Perturbazioni meteorologiche a grande scala	0.1 - 0.25 Hz	0.16 - 0.5 Hz
Cicloni oceanici	0.3 - 1 Hz	0.5 - 3 Hz
Condizioni meteorologiche locali	1.4 - 5 Hz	
Tremore vulcanico	2 - 10 Hz	
Attività antropiche e veicolari	1 - 100 Hz	1.4 - 30 Hz

Tabella 5 - Sorgenti del rumore sismico

E' opinione diffusa, anche se non unanime, che il rumore sismico ambientale si propaga come onde superficiali, in ogni caso queste rivestono un ruolo fondamentale perché possiedono una velocità prossima a quella delle onde S (LACHET & BARD, 1994).

Inoltre il rumore sismico, in virtù della sua ubiquità, della sua natura stocastica e del contenuto in frequenze di interesse ingegneristico, si dimostra utile per la stima degli effetti di sito (BEN - MENAHEM & SINGH, 1981;). E' stata, infatti, ampiamente riconosciuta, da tempo, la dipendenza dell'andamento dello spettro del rumore di fondo dalle condizioni topografiche e litostratigrafiche locali.

Nel moto di propagazione dello scuotimento sismico entro il bedrock le onde sismiche subiscono il fenomeno dell'attenuazione geometrica che sostanzialmente ne lascia inalterato il contenuto spettrale. Nel percorso di emersione verso la superficie terrestre lo spettro delle onde sismiche può però modificarsi, più o meno intensamente, in dipendenza delle caratteristiche fisiche dei terreni attraversati e che sovrastano il bedrock. Gli effetti possibili sono di amplificazione e/o di attenuazione



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

selettiva del contenuto in frequenza, in questo caso la colonna di sedimenti sovrapposta al bedrock agisce come un filtro, o di nessuna variazione del contenuto spettrale, caso generalmente riferibile al bedrock affiorante.

8.4 Teoria sull'analisi del Rumore Sismico

I primi tentativi di ricavare dati stratigrafici dall'analisi del rumore sismico risalgono agli anni '60 del secolo scorso. Dai primi lavori di KANAI (1954, 1957) e DOUZE (1964), che classificarono i tremori ambientali come onde di volume, si svilupparono studi basati sull'assunto che lo spettro del rumore sismico è correlabile, nel dominio della frequenza, a quello di eventi sismici avvenuti nella stessa area (KANAI & TANAKA 1961).

Sotto questa ipotesi i microtremori sono onde S che incidono verticalmente e lo spettro del moto, che abbandona l'interfaccia bedrock/suolo, è bianco. Lo spettro del microtremore, pertanto, è rappresentativo della funzione di amplificazione sismica dei depositi incoerenti sovrapposti al bedrock. Sebbene esiste un'innegabile, anche se grossolana, correlazione tra caratteristiche geologiche del sito e frequenza del picco massimo degli spettri, che indurrebbe a interpretarla come la frequenza di risonanza del moto fondamentale, questa pratica ha trovato riscontro, solo per frequenze di picco basse ($f_0 < 1$ Hz), in diversi siti del Giappone (spiegando quindi il motivo della diffusione in quel paese), a Città del Messico (LERMO et alii, 1988) e Los Angeles (YAMANAKA et alii 1993). Per tali motivi si tende a considerare tale tecnica poco affidabile.

Il perfezionamento del metodo avviene con l'utilizzo dei rapporti spettrali, calcolando cioè i rapporti degli spettri di Fourier delle stesse componenti registrate simultaneamente su siti di terreni incoerenti e su un sito roccioso vicino. In questo caso si presuppone che il moto, registrato su roccia sia rappresentativo di quello che arriva sull'interfaccia roccia/terreno, sotto il sito di terreni incoerenti. I risultati ottenuti si mostrano apprezzabili ed in accordo con quelli ottenuti da registrazioni di terremoti solo a basse frequenze dove l'origine del rumore è la stessa per tutti i siti indagati (YAMANAKA et alii, 1993). Risultati controversi sono stati invece ottenuti a frequenze più alte (GUTIERREZ and SINGH, 1992).



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Negli anni '70 del secolo scorso NOGOSHI & IGARASHI (1971) e SHIONO (1979) nell'ambito di studi sul significato fisico del rapporto tra le componenti orizzontali e verticali (H/V) del rumore ambientale mostrarono la sua relazione diretta con la curva di ellitticità delle onde di Rayleigh e conclusero che il picco massimo di ampiezza si verifica alla frequenza di risonanza fondamentale della copertura sovrastante il bedrock.

Successivamente NAKAMURA (1989), osservando empiricamente che la componente verticale del rumore sismico non è influenzata dalla presenza degli strati superficiali, propone di utilizzare il rapporto H/V come stimatore affidabile della funzione di trasferimento delle onde S per un dato sito. L'ipotesi avanzata è che i microtremori siano originati da sorgenti molto locali, che non eccitano il tetto del bedrock, e che siano onde di Rayleigh che si propagano in un solo strato su un semispazio.

In lavori più recenti si è avuta parziale giustificazione dei risultati ottenuti da Nakamura con considerazioni teoriche (FIELD et alii, 1992; FIELD & JACOB, 1993; LERMO & CHAVEZ-GARCIA, 1994; LACHET & BARD, 1995; FAH et alii, 2001) le cui conclusioni dimostrano come la frequenza del picco massimo del rapporto H/V è correlabile con l'ellitticità, in superficie, del modo fondamentale delle onde di Rayleigh: alla frequenza di risonanza l'ellisse dello spostamento di Rayleigh cambia segno ed il rapporto H/V tende teoricamente all'infinito.

La maggiore attendibilità dei risultati è stata però verificata in condizioni geologiche semplici e con forti contrasti di velocità (DELGATO et alii, 2000). I migliori risultati, per la predizione degli effetti di sito con le misure del rapporto H/V, del rumore sismico, riguardano solo la frequenza di risonanza del modo fondamentale dello strato di sedimenti, quando non ci sono effetti laterali 2D o 3D.

Successivamente in America e poi in Europa la tecnica H/V ha trovato importanti applicazioni in ambito sismico. Con la realizzazione di un progetto denominato SESAME (2005) (Site EffectS Assessment using AMbient Excitations), che si è occupato di stabilire delle linee guida per la corretta esecuzione delle misure di microtremore ambientale in stazione singola ed array, si è certificata l'affidabilità delle misure spettrali per la ricostruzione sismica del sottosuolo.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Permangono comunque incertezze sulla completa affidabilità del metodo di Nakamura a causa dei bassi livelli di ampiezza coinvolti che in assenza di forti contrasti di velocità contribuiscono a rendere poco definibili i picchi della funzione H/V.

8.5 Aree Interessate dalle indagini di MS

La dislocazione delle porzioni di territorio comunale da sottoporre agli studi di MS è stata fornita, in un documento appositamente predisposto, dall'Amministrazione Comunale di Furci Siculo che, nell'ambito dei risultati del progetto di P.R.G., ha individuato una serie di siti destinati a future espansioni del tessuto urbano (Figura 11) Si tratta di due areali: il primo, corrispondente al centro urbano principale e ricade nell'area costiera del territorio comunale, il secondo che costituito dalla piccola frazione di Artale si localizza nell'alta valle del Torrente Pagliara. Nel complesso le due aree ricoprono una superficie di 0,977 kmq.

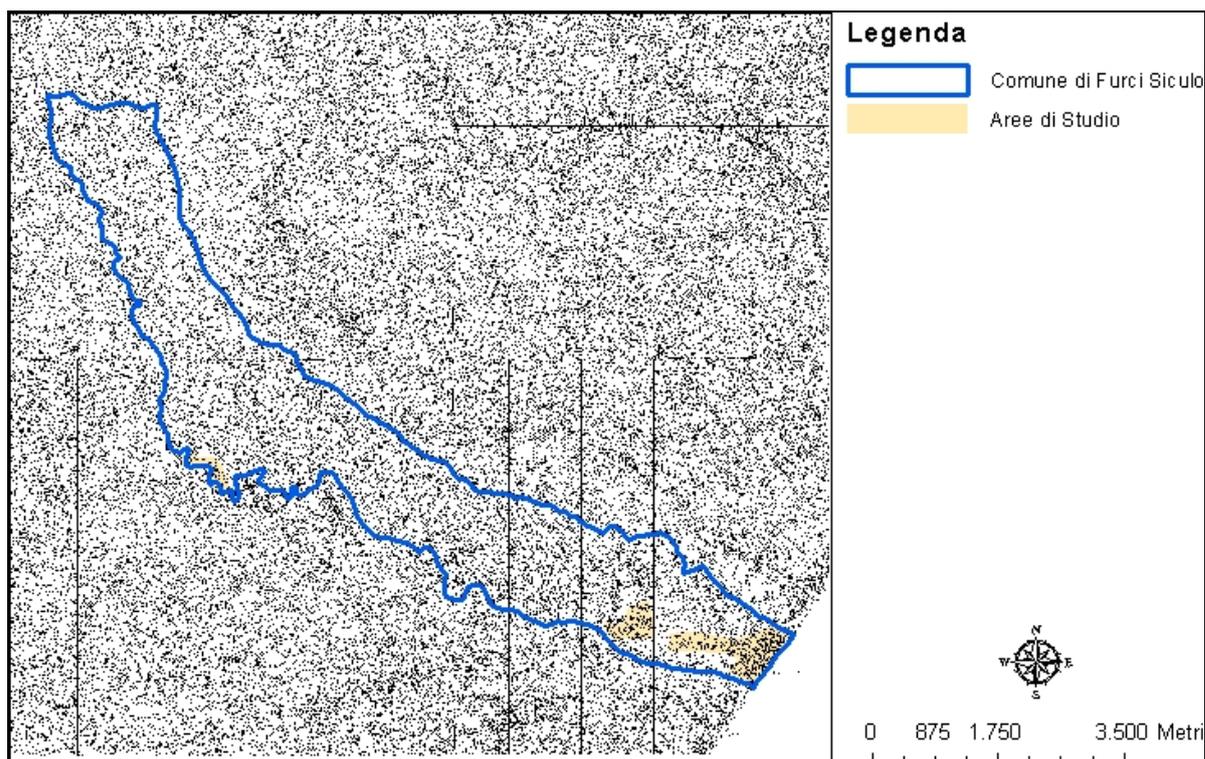


Figura 11 - Comune di Furci Siculo: definizione delle aree da indagare.

L'area indagata è stato coperta con 25 punti di registrazione che sono riassunti nelle tabelle seguenti (Tabella 6, Tabella 7): sigla identificativa, coordinate geografiche, quota dei siti di registrazione e risultati ottenuti.

IDENTIFICATIVO	DATA	SITO DI REGISTRAZIONE
HVSR - FCS 1 - 2012	03/09/2012	SPIAGGIA
HVSR - FCS 2 - 2012	03/09/2012	SPIAGGIA
HVSR - FCS 3 - 2012	03/09/2012	CENTRO ABITATO
HVSR - FCS 4 - 2012	03/09/2012	CENTRO ABITATO
HVSR - FCS 5 - 2012	05/09/2012	CENTRO ABITATO
HVSR - FCS 6 - 2012	05/09/2012	PRESSI AGRUMETO ABBANDONATO

Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

IDENTIFICATIVO	DATA	SITO DI REGISTRAZIONE
HVSR - FCS 7 - 2012	05/09/2012	AGRUMETO
HVSR - FCS 8 - 2012	05/09/2012	AGRUMETO VICINO CENTRO ABITATO
HVSR - FCS 9 - 2012	05/09/2012	RIPARO LATO STRADA
HVSR - FCS 10 - 2012	05/09/2012	SPIAGGIA
HVSR - FCS 11 - 2012	05/09/2012	SPIAGGIA
HVSR - FCS 12 - 2012	05/09/2012	CENTRO ABITATO
HVSR - FCS 13 - 2012	05/09/2012	AGRUMETO ABBANDONATO
HVSR - FCS 14 - 2012	05/09/2012	AGRUMETO
HVSR - FCS 16 - 2012	07/09/2012	AGRUMETO ED ORTO COLTIVATI
HVSR - FCS 17 - 2012	07/09/2012	ANTISTANTE IL LUNGOMARE
HVSR - FCS 18 - 2012	07/09/2012	SPIAGGIA
HVSR - FCS 19 - 2012	07/09/2012	SPIAGGIA
HVSR - FCS 20 - 2012	07/09/2012	AGRUMETO ABBANDONATO
HVSR - FCS 15 - 2012	14/09/2012	ORTO
HVSR - FCS 21 - 2012	14/09/2012	VIGNETO
HVSR - FCS 22 - 2012	14/09/2012	AGRUMETO ED ORTO COLTIVATI
HVSR - FCS 23 - 2012	28/09/2012	STRADELLA IN TERRA BATTUTA
HVSR - FCS 24 - 2012	28/09/2012	PIAZZOLA FIANCO LATO STRADA
HVSR - FCS 25 - 2012	28/09/2012	PIAZZOLA FIANCO LATO STRADA

Tabella 6 - Sghe dei siti di selezionati con relativa data di registrazione ed indicazione dell'uso del suolo.

IDENTIFICATIVO	ID_SPU	LATITUDINE	LONGITUDINE	QUOTA s.l.m.	f ₀	H/V	f ₁	H/V	f ₂	H/V
HVSR - FCS 1 - 2012	083027P10	37° 57' 27,974" N	15° 22' 47,647" E	2.0	0.44	1.76	1.2	1.70	4.2	1.6
HVSR - FCS 2 - 2012	083027P11	37° 57' 35,044" N	15° 22' 55,491" E	2.0	0.53	1.89	1.25	1.80	18.5	1.7
HVSR - FCS 3 - 2012	083027P12	37° 57' 46,589" N	15° 22' 53,501" E	16.6	0.5	1.58	1.95	1.60		
HVSR - FCS 4 - 2012	083027P13	37° 57' 47,265" N	15° 22' 34,225" E	32.0	0.75	1.74	1.2	1.65		
HVSR - FCS 5 - 2012	083027P14	37° 57' 33,778" N	15° 22' 40,076" E	8.0	0.65	1.6	1.25	2.00		
HVSR - FCS 6 - 2012	083027P15	37° 57' 49,601" N	15° 21' 39,031" E	65.0	3.09	3.28				
HVSR - FCS 7 - 2012	083027P16	37° 58' 3,143" N	15° 21' 41,993" E	145.0	4.3	1.95				
HVSR - FCS 8 - 2012	083027P17	37° 57' 57,678" N	15° 21' 46,452" E	109.0	2.66	4.11				
HVSR - FCS 9 - 2012	083027P18	37° 57' 49,492" N	15° 21' 28,347" E	70.0	26	1.6				
HVSR - FCS 10 - 2012	083027P19	37° 57' 48,370" N	15° 23' 8,077" E	2.0	0.55	1.7	3.81	2.24	15	1.75
HVSR - FCS 11 - 2012	083027P20	37° 57' 41,827" N	15° 23' 2,201" E	2.0	0.5	1.8	1.8	1.75	19.58	1.86
HVSR - FCS 12 - 2012	083027P21	37° 57' 52,831" N	15° 23' 1,477" E	15.0	0.56	1.77	1.8	1.55		



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

IDENTIFICATIVO	ID_SPU	LATITUDINE	LONGITUDINE	QUOTA s.l.m.	f ₀	H/V	f ₁	H/V	f ₂	H/V
HVSR - FCS 13 - 2012	083027P22	37° 57' 42,365" N	15° 22' 16,758" E	27.0	1.31	2.16	4.5	1.55		
HVSR - FCS 14 - 2012	083027P23	37° 57' 54,002" N	15° 22' 19,926" E	62.0	1.4	2	3	1.95		
HVSR - FCS 16 - 2012	083027P25	37° 57' 47,769" N	15° 21' 55,280" E	48.0	1.35	2.1	4.3	1.75		
HVSR - FCS 17 - 2012	083027P26	37° 57' 40,965" N	15° 22' 9,288" E	31.0	1.15	1.75	4.5	1.70		
HVSR - FCS 18 - 2012	083027P27	37° 57' 52,661" N	15° 22' 9,617" E	52.0	1.94	2.19	4.3	1.60	6.5	1.65
HVSR - FCS 19 - 2012	083027P28	37° 57' 48,568" N	15° 22' 27,895" E	35.0	0.7	1.89	2.6	1.80		
HVSR - FCS 20 - 2012	083027P29	37° 57' 42,077" N	15° 22' 31,007" E	17.0	1.5	1.85				
HVSR - FCS 15 - 2012	083027P24	37° 59' 7,377" N	15° 17' 26,823" E	370.0	5	2	25.5	2.40		
HVSR - FCS 21 - 2012	083027P30	37° 59' 10,123" N	15° 17' 44,568" E	420.0	1.56	1.93				
HVSR - FCS 22 - 2012	083027P31	37° 57' 39,672" N	15° 22' 46,626" E	9.0	0.55	2.19	1.6	2.00		
HVSR - FCS 23 - 2012	083027P32	37° 58' 56,582" N	15° 17' 44,107" E	320.0	3.13	2.63	20	2.30		
HVSR - FCS 24 - 2012	083027P33	37° 59' 3,217" N	15° 17' 42,453" E	370.0	6	1.75				
HVSR - FCS 25 - 2012	083027P34	37° 59' 2,400" N	15° 17' 51,588" E	340.0	na	na				

Tabella 7 - Quadro riassuntivo dei siti di registrazione con esibizione dei dati di frequenza elaborati (per tutti i siti l'accoppiamento suolo/sensore è diretto ed orientato verso Nord; tutti i rilievi sono stati eseguiti in condizioni di bel tempo).

Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

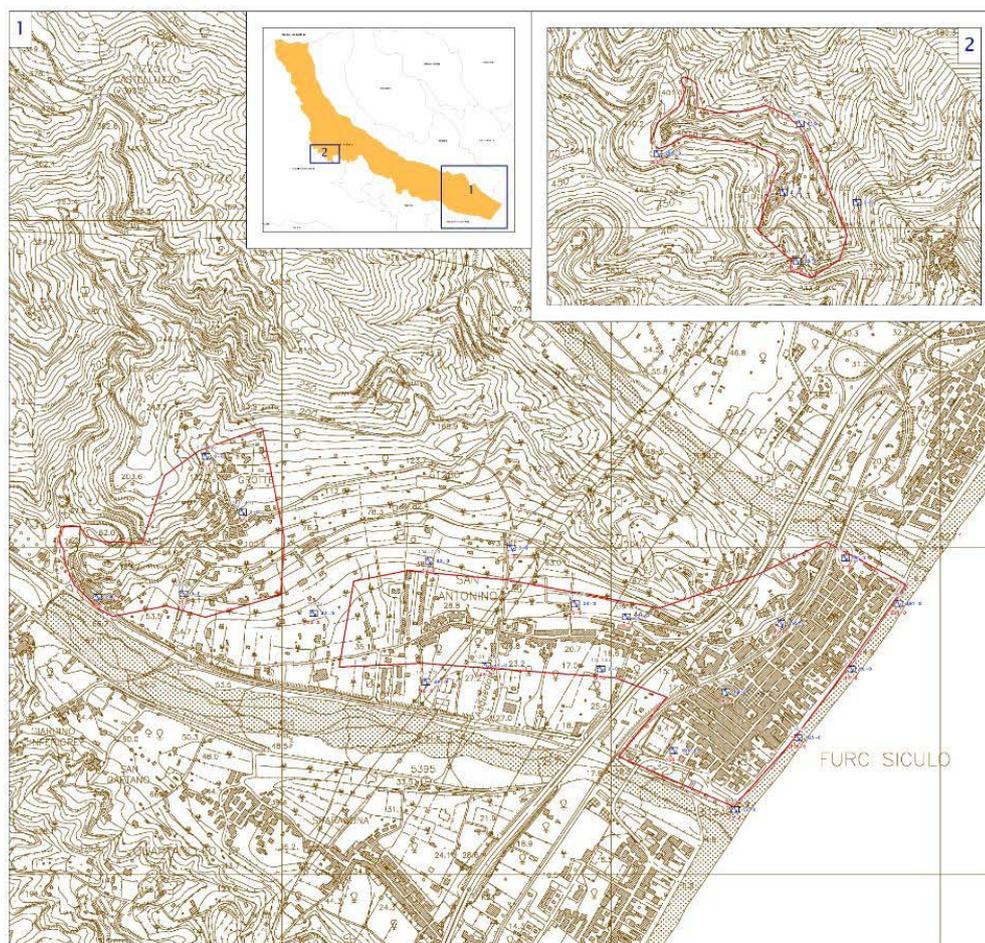


Figura 12 – Distribuzione delle indagini HVSR in relazione alle aree da indagare nel Comune di Furci Siculo



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

8.6 Rappresentazione dei valori di frequenza ottenuti

I valori di frequenza ottenuti dal processing dei dati acquisiti (Tabella 7; Tabella 8), sono stati esibiti nel relativo elaborato (Carta delle frequenze) a fianco del simbolo, che individua il sito di registrazione, con i seguenti criteri (Figura 13):

- in alto il valore della frequenza fondamentale e della relativa amplificazione;
- a destra il valore della seconda frequenza e della relativa amplificazione;
- in basso il valore della terza frequenza e della relativa amplificazione.

Il primo gruppo (es: 1,5/2) in alto, indicherà il valore dell'autofrequenza, insieme a quello della corrispondente amplificazione, in legenda sono specificate le relative attribuzioni.

Nei siti, dove è stato rilevato un unico picco di frequenza è, ovviamente, visibile un'unica etichetta.

Nel caso di siti privi di amplificazioni (bedrock affiorante), l'etichetta riportata sarà semplicemente la sigla n.a. (nessuna amplificazione).

Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

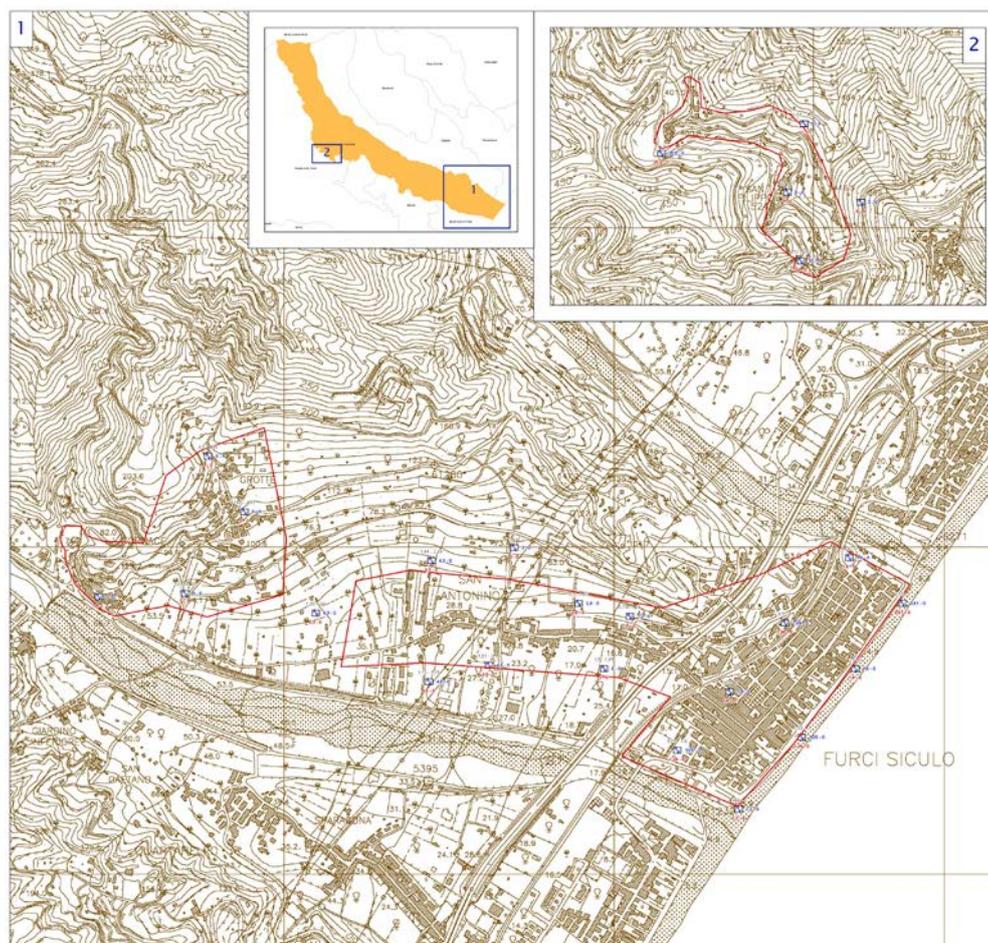


Figura 13 - Carta delle frequenze nel Comune di Furci Siculo

8.7 Modello geologico dell'area in studio e bedrock geofisico

In relazione alla classificazione, illustrata al paragrafo 7 del capitolo 4 delle presenti note, è possibile derivare una rappresentazione schematica preliminare, della distribuzione dei gruppi litologici in profondità, da impiegare come base per la programmazione delle indagini, indirizzate alla precisazione dei rapporti giaciturali ed



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

alle definizioni quantitative delle caratteristiche geotecniche, proprie dei livelli di studio successivi.

Tale rappresentazione è stata compendiate nelle sezioni che corredano la Carta geologico – tecnica (Figura 14, Figura 15, Figura 16).



Figura 14 - Profilo A-A'

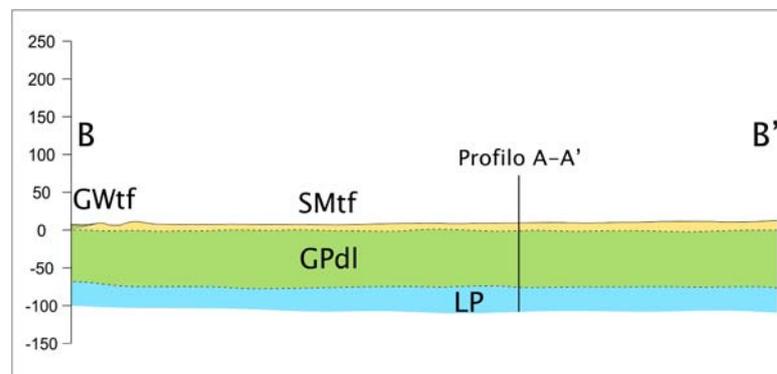


Figura 15 - Profilo B-B'



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

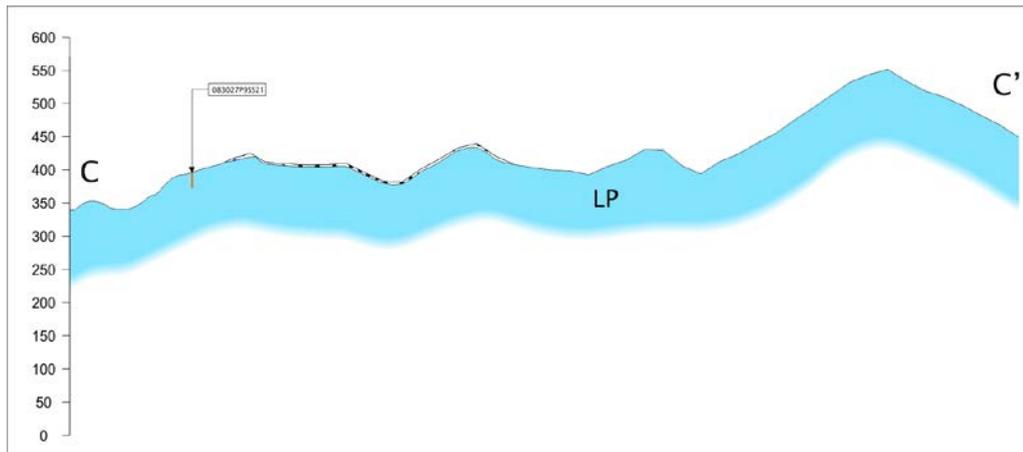


Figura 16 - Profilo C-C'

Le formazioni del substrato si presentano molto disarticolate, a seguito dello stress tettonico subito, ed intensamente degradate per effetto delle azioni delle acque dilavanti.

Il risultato è ravvisabile nella produzione di una quasi continua coltre detritica che, nelle aree a minore acclività, tende ad accumularsi fino a raggiungere potenze anche superiori alla decina di metri. Nelle aree a maggior acclività, dove prevalgono i costoni e le pareti subverticali, di conseguenza lo spessore dei detriti si assottiglia (Foto 1).



PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile



Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa



Foto 1 - Affioramento di Filladi in corrispondenza della stazione HVSr - FCS 7 (a nord dell'abitato di Grotte) - Il corpo litoide principale dell'affioramento è sormontato dalla coltre di detrito parzialmente stabilizzata. Sono ben visibili i piani di scistosità intersecati dal reticolo delle fratture.

Questo schema strutturale degli ammassi, che costituiscono il substrato geologico, trova riscontro anche nel modello di circolazione idrodinamica delle acque meteoriche che si infiltrano prima entro la copertura detritica e subito dopo nella parte superficiale alterata e decompressa dei terreni del substrato dove, pertanto, la permeabilità è più alta, mentre l'ammasso roccioso sottostante, più integro sebbene deformato, presenta permeabilità bassa e sostiene il moto suborizzontale dei volumi infiltrati generando le diffuse manifestazioni sorgentizie rilevabili nell'area (Figura 17).

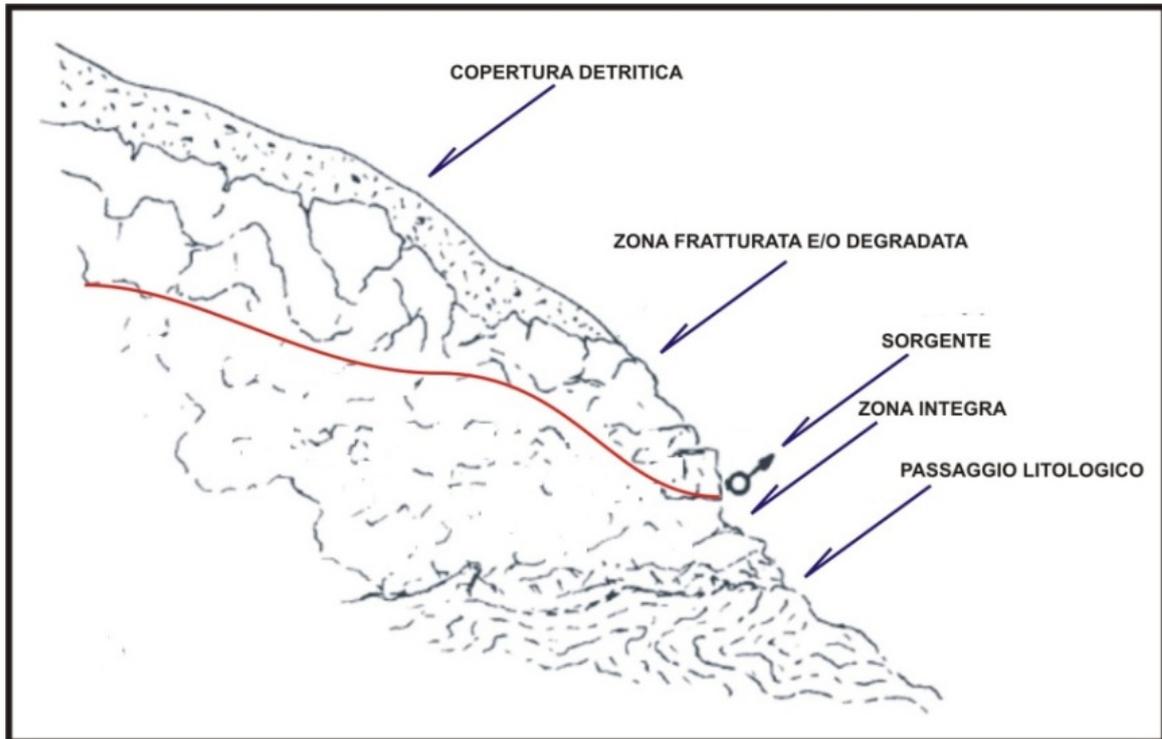


Figura 17 - Rappresentazione schematica di manifestazioni sorgentizie nelle successioni metamorfiche dei Monti Peloritani (da Ferrara, 1999 modificato).

Nelle formazioni delle coperture, sebbene riferibili ad intervalli isocroni differenti ed a diversi ambienti di deposizione, è ravvisabile, una sostanziale continuità litologica e granulometrica, che varia dai limi alle sabbie, fino alle ghiaie, con clasti che superano le diverse decine di centimetri.

La distribuzione dei clasti, anche in presenza di depositi ben stratificati (Foto 2), si mostra frequentemente disomogenea fino a caotica.

Le caratteristiche che, dal punto di vista fisico meccanico, possono essere considerate discriminative delle coperture, sono rappresentate dal grado di cementazione e/o dall'addensamento. Si tratta comunque di stati di aggregazione che variano in modo irregolare, sia verticalmente sia orizzontalmente, suggerendo pertanto di considerare l'insieme come un unico complesso fortemente anisotropo.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa



Foto 2 - Affioramento della formazione di Messina nei pressi della frazione Rocchenere. Si osserva una struttura stratificata di depositi prevalentemente sabbiosi a fronte di una irregolare distribuzione granulometrica.

Si evince, sulla base delle precedenti considerazioni, che il modello del sottosuolo complessivamente deducibile, ai fini del proseguo degli studi e degli obiettivi di Microzonazione Sismica del Comune di Furci Siculo, è assimilabile ad un substrato di terreni rigidi, modellato dalla morfogenesi, sormontato da una copertura di depositi clastici da incoerenti a parzialmente diagenizzati, fortemente eterogenei.



PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile



Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Il substrato è costituito principalmente dalle metamorfite dell'Unità di Mandanici, e, da esigui affioramenti di terreni appartenenti all'Unità dell'Aspromonte e di San Marco d'Alunzio presenti quasi esclusivamente nel settore orientale pedemontano, del territorio comunale.

Questi costituiscono una dorsale, che si immerge al di sotto delle coperture detritiche pericostiere con una direzione circa NW - SE, profondamente scavata dall'azione fluviale della fiumara nel suo versante meridionale .

Le coperture, pressoché continue al di sotto dell'isoipsa 200, sono costituite dai sedimenti della Formazione di Messina e dalla successione dei depositi alluvionali del torrente Savoca.



Foto 3 - Vista del territorio comunale di Furci Siculo da un sito dell'alto versante del T. Savoca. Sulla sinistra i terreni cristallini evidenziano un addolcimento delle pendenze, in corrispondenza delle coperture detritiche prima di immergersi al di sotto dei depositi costieri (sullo sfondo).



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Sulla base della relazione che lega i valori delle autofrequenze fondamentali alla profondità del bedrock sismico (AKI, 1964; WATHELET et alii, 2004) per questo modello di sottosuolo è da prevedere, nell'area in esame, l'assenza di siti privi di amplificazione. Le condizioni geomeccaniche superficiali degli ammassi rocciosi del substrato geologico sono tali, infatti, da non raggiungere i requisiti necessari per essere assimilabili al bedrock geofisico ($V_s > 800$ m/s). I risultati derivati dal processing dei dati HVSr restituiscono una buona conferma di questa previsione come è possibile osservare nella sottostante tabella 8 dove le autofrequenze ottenute sono state associate alla litologia superficiale ed ordinate in senso altimetrico crescente.

IDENTIFICATIVO	LITOLOGIA	QUOTA s.l.m.	f_0	MOPS
HVSr - FCS 1 - 2012	Depositi di spiaggia	0	0.44	ZONA 3
HVSr - FCS 2 - 2012	Depositi di spiaggia	0	0.53	
HVSr - FCS 10 - 2012	Depositi di spiaggia	0	0.55	
HVSr - FCS 11 - 2012	Depositi di spiaggia	0	0.5	
HVSr - FCS 5 - 2012	Alluvioni recenti	10	0.65	ZONA 2
HVSr - FCS 12 - 2012	Alluvioni recenti	13	0.56	
HVSr - FCS 22 - 2012	Alluvioni recenti	13	0.55	
HVSr - FCS 20 - 2012	Alluvioni recenti	17	1.5	
HVSr - FCS 3 - 2012	Alluvioni recenti	20	0.5	
HVSr - FCS 13 - 2012	Alluvioni recenti	26	1.31	
HVSr - FCS 17 - 2012	Alluvioni recenti	29	1.15	
HVSr - FCS 4 - 2012	Alluvioni recenti	33	0.75	
HVSr - FCS 19 - 2012	Detrito di falda	35	0.7	
HVSr - FCS 16 - 2012	Detrito di falda	46	1.35	
HVSr - FCS 18 - 2012	Detrito di falda	51	1.94	
HVSr - FCS 6 - 2012	Detrito di falda	64	3.09	
HVSr - FCS 14 - 2012	Detrito di falda	65	1.4	
HVSr - FCS 9 - 2012	Calcarei U.S.M.A.	74	26	



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

IDENTIFICATIVO	LITOLOGIA	QUOTA s.l.m.	f ₀	MOPS
HVSR - FCS 8 - 2012	Detrito di falda	109	2.66	ZONA 2
HVSR - FCS 7 - 2012	Filladi U.M.	144	4.3	ZONA 0
HVSR - FCS 23 - 2012	Filladi U.M.	339	3.13	
HVSR - FCS 25 - 2012	Filladi U.M.	343	na	
HVSR - FCS 24 - 2012	Filladi U.M.	365	6	
HVSR - FCS 15 - 2012	Filladi U.M.	368	5	
HVSR - FCS 21 - 2012	Filladi U.M.	424	1.56	

Tabella 8 - Risultati dei rilievi HVSR in relazione alla geologia ed all'altimetria

Si riconoscono valori di frequenza, in corrispondenza dei terreni del substrato che confermano, anche in assenza di misure della velocità di propagazione delle onde di taglio nella copertura detritica, le stime dello spessore che a questa compete.

E' utile segnalare la stabilità dei valori di frequenza ottenuti per i depositi di spiaggia, nei diversi siti di registrazione, che dimostra la sostanziale omogenità di questo litotipo e, pur nei limiti della sopracitata assenza di misure della velocità delle propagazione delle onde di taglio, di una relativa grande ed uniforme profondità del bedrock geofisico. Altrettanto interessante appare la circostanza che nei depositi alluvionali pericostieri, segnatamente quelli a quote inferiori a 20 m s.l.m., sono osservabili valori di frequenza simili a quelli ottenuti per i depositi di spiaggia sia in stabilità sia in valore assoluto. Se ne deve dedurre, nel complesso, una morfologia del bedrock profondo abbastanza uniforme, almeno fino alla periferia occidentale dell'abitato di Furci Siculo, con probabile uniforme continuità litologica con i depositi di arenile.

8.8 Considerazioni sui risultati ottenuti

Sulla base dei dati complessivamente acquisiti è stato possibile definire un modello geologico tecnico qualitativo del sottosuolo del Comune di Furci Siculo, che è stato confrontato con i dati derivati dall'elaborazione di originali registrazioni di rumore sismico, mediante la tecnica di Nakamura.



PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile



Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

I risultati ottenuti indicano che la tecnica impiegata, segnatamente per il contesto geologico del territorio comunale, permette l'acquisizione, in modo agevole ed in tempi relativamente brevi, di dati potenzialmente in grado di trasportare ad un ambito quantitativo il modello elaborato, condizione questa essenziale per gli obiettivi degli studi di MS di livello superiore.

A questo scopo è però necessario la disponibilità di dati geognostici integrativi, rispetto anche a quelli preesistenti, in grado di valutare con maggiore affidabilità sia le caratteristiche delle coperture (litologia e rigidità sismica) sia la definizione dell'assetto litostratigrafico con maggior risoluzione soprattutto negli areali indiziati di assetti litostratigrafici complessi (strutture 2D e 3D).

Sarà pertanto necessario approntare un programma di indagini geofisiche e geognostiche orientato dai risultati fin qui conseguiti e dalle indicazioni derivabili dal rilievo geologico - geomorfologico.

9 CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)

Sulla base di quanto previsto dall'ICMS le aree comunali, interessate dalle indagini, sono state suddivise in tre classi di suscettibilità:

- a) zone stabili, nelle quali non si ipotizzano effetti locali di alcuna natura (litotipi assimilabili al substrato rigido in affioramento con morfologia pianeggiante o poco acclive – pendii con inclinazione inferiore a circa 15°); in queste zone non sono quindi richiesti ulteriori approfondimenti;
- b) zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, nelle quali sono attese amplificazioni del moto sismico, come effetto dell'assetto litostratigrafico e morfologico locale; nelle zone con variazioni stratigrafiche laterali poco significative (zone di pianura, valli ampie) sono ritenuti sufficienti approfondimenti di secondo livello; nelle zone in cui la stratigrafia presenta variazioni laterali significative e il modello geologico non è assimilabile ad un



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

modello fisico monodimensionale, come valli strette, conche intramontane e fasce pedemontane o zone prossime a strutture tettoniche sepolte (in prima approssimazione: zone con coefficiente di forma $C > 0.25$ dove $C = H/L$, H = spessore della coltre alluvionale, L = semiampiezza della valle), sono richiesti approfondimenti di terzo livello;

- c) zone suscettibili di instabilità, nelle quali gli effetti sismici attesi e predominanti, oltre i fenomeni di amplificazione, sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio (instabilità di versante in presenza di pendii instabili e potenzialmente sinistabili, liquefazioni, densificazioni, cedimenti differenziali).

Nell'area di Furci Siculo non sono presenti Zone stabili, quindi di seguito vengono individuate quelle appartenenti alle altre due categorie.

La carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (da qui in poi MOPS) realizzata per il Comune di Furci Siculo ha un'estensione di circa 4 Km² e comprende una zona di estensione più ampia rispetto alla superficie delle aree di espansione urbana comunicate dall'Amministrazione Comunale.

Nonostante nell'area oggetto di studio affiorino estesamente terreni di natura litoide (metamorfiti, calcari e conglomerati cementati) costituenti il bedrock geologico questi non costituiscono in ogni caso zone stabili per le seguenti ragioni:

- condizioni topografiche: pendii con inclinazioni superiori ai 15° e dislivelli superiori a 30 m
- la presenza di uno strato di alterazione (comune sia alle metamorfiti sia ai conglomerati) che generalmente interessa i primi metri delle formazioni il cui spessore, con i dati ad oggi disponibili, può raggiungere valori significativi (superiori ai 5 m)

Per quanto concerne i terreni di copertura questi sono stati classificati come zone stabili suscettibili di amplificazioni locali a partire dalle indicazioni degli ICMS e, quindi, sulla base di fattori topografici e morfologici locali (pendii > 15°, dislivello > 30 m, bordi di terrazzo > 10 m), nonché fattori di carattere lito-stratigrafico ($V_s < 800$ m/s, spessori < 5m)



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Nell'area di interesse sono state individuate 4 zone suscettibili di amplificazione (Figura 18) e 18 zone suscettibili di instabilità (Figura 19) che verranno di seguito descritte.

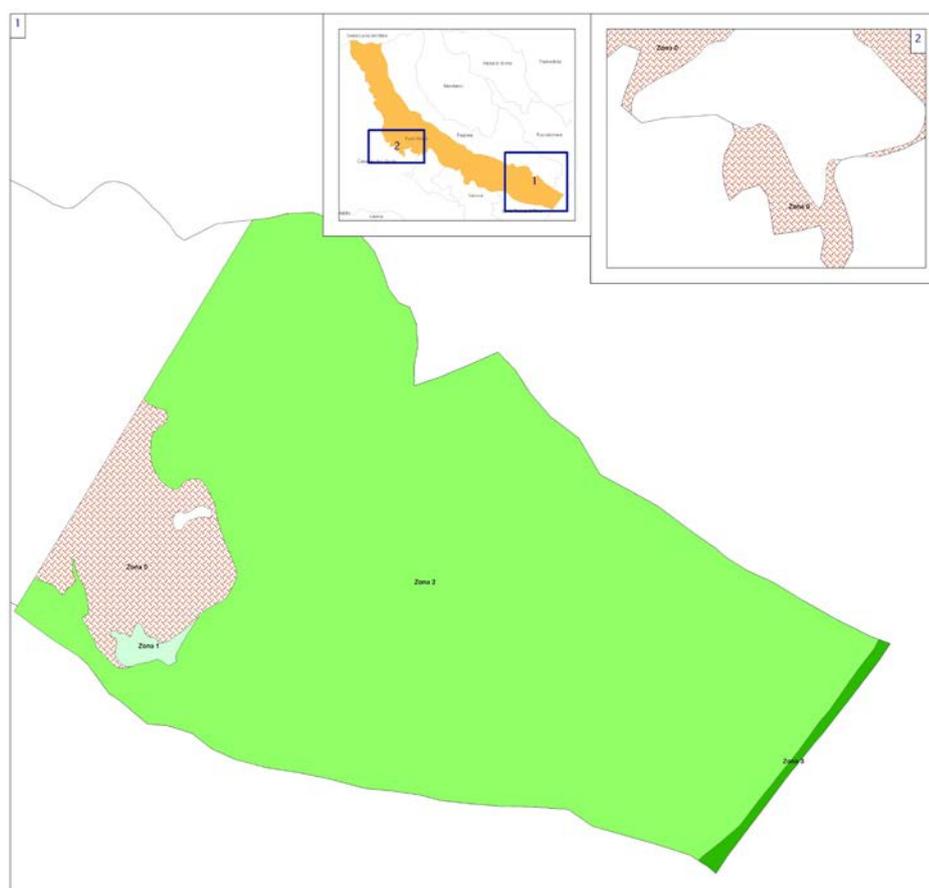


Figura 18 - Schema delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

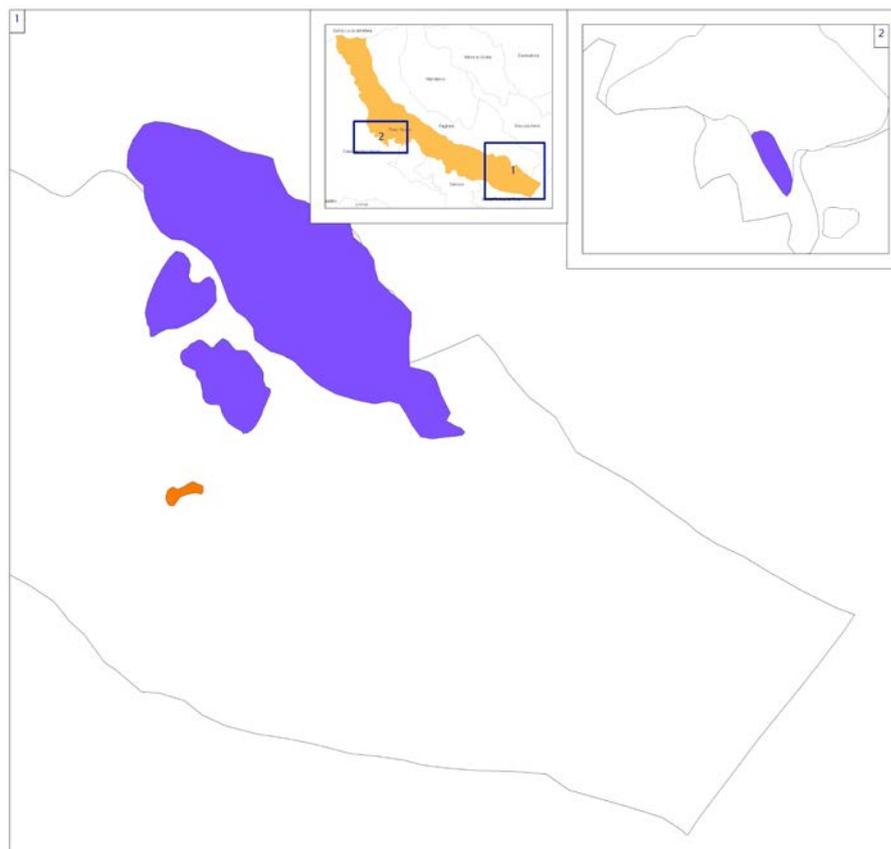


Figura 19 – Schema delle zone suscettibili di instabilità

9.1 Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

Zona 0

Questa zona è costituita, in prevalenza da una potente successione metamorfica che risulta ben rappresentata nella fascia montuosa, che si estende alle spalle dell'abitato di Furci Siculo fino alla frazione di Artale, e da più limitati

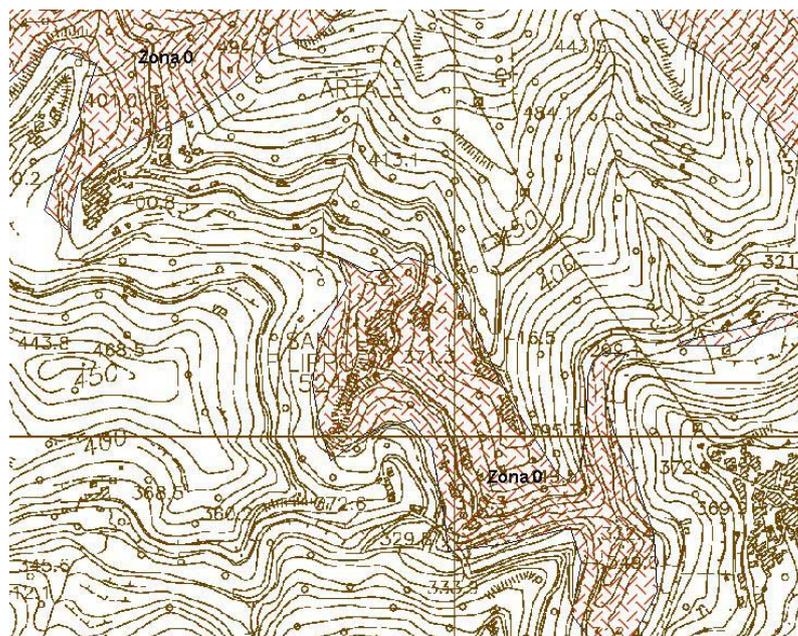


Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

affioramenti di depositi calcarei e di conglomerati presenti a S del territorio comunale in località Grotte.

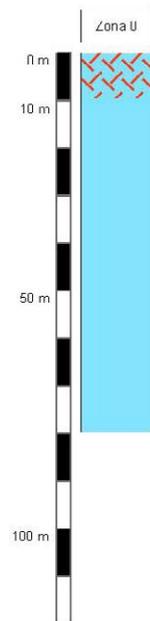
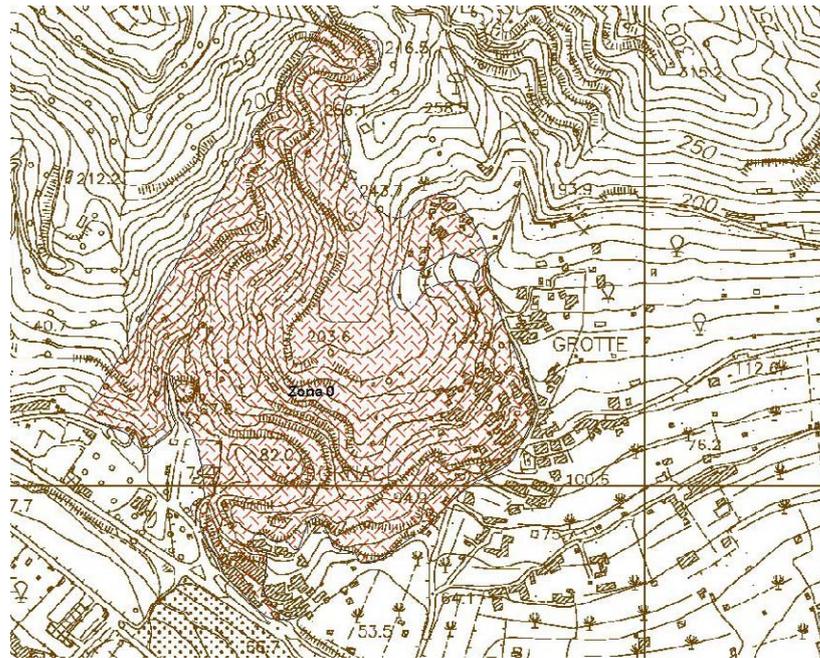
La classificazione in zona stabile suscettibile di amplificazioni locali è suggerita dalle condizioni di acclività (frequenti pendii con inclinazioni superiori ai 15° e dislivelli superiori a 30 m). Inoltre la formazione metamorfica è interessata da una fascia di alterazione superficiale il cui spessore, discontinuamente variabile, in assenza di dati puntuali, è stimabile nell'ordine dei metri. Non è possibile escludere che, localmente, in corrispondenza di zone interessate da strutture tettoniche (fasce milonitiche e/o cataclastiche) tale coltre possa raggiungere valori di profondità dell'ordine delle decine di metri. Non si ritiene utile, pertanto, attribuire allo strato detritico potenze inferiori ai 3 m che ne imporrebbero ingiustificatamente la sua classificazione in area stabile. Indicazione quantitativa, a supporto di queste valutazioni, proviene dall'unico sondaggio geognostico, eseguito in questi terreni (**083027P9SS21**), più precisamente in località C.da Fossa, spinto fino alla profondità di 24 metri. La stratigrafia attraversata, dopo uno strato detritico superficiale molto allentato con spessore di circa 5 m, è interamente costituita da un substrato metamorfico estremamente fissile e disarticolato.





Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa





PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

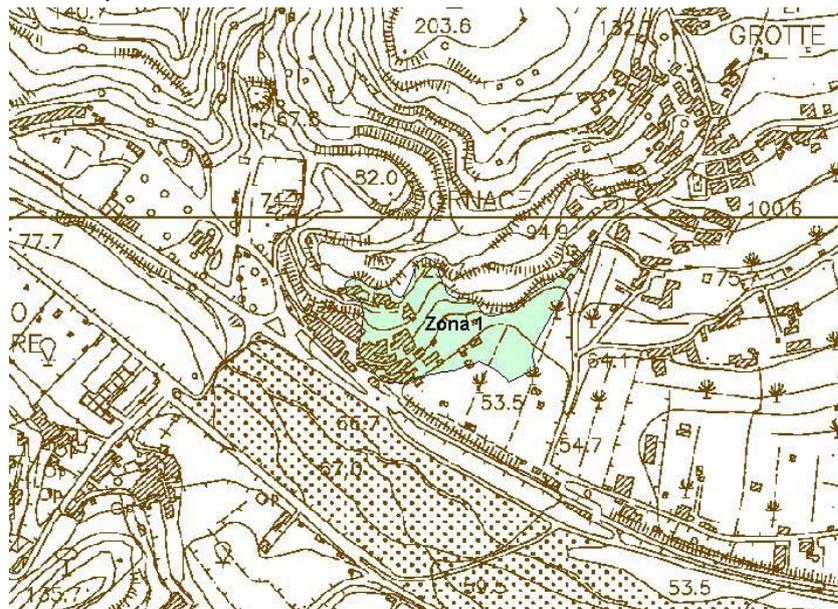


Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Zona 1

In questa zona, che con una limitata estensione, si localizza tra l'abitato di Grotte, a N, e la sponda del torrente Pagliara a S, il substrato si rinviene in facies di arenarie, dal tipico colore rossastro, costituite da elementi quarzosi cristallini ben cementati. Nel dettaglio l'affioramento è contraddistinto da una morfologia acclive che localmente evolve in piccole scarpate subverticali.

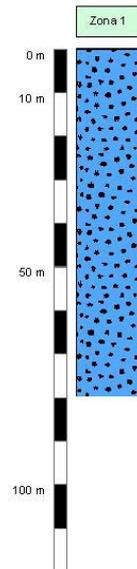
E' esclusa la possibilità di caratterizzare dal punto di vista geomeccanico il corpo roccioso stante l'assenza di indagini. Considerazioni stratimetriche ne indicherebbero una potenza di circa 40 m.





Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa



Zona 2

La zona 2 si estende dalla fascia costiera dell'abitato di Furci Siculo fino alla frazione di Grotte a SE e al rilievo di Castelluzzo (393.5 m s.l.m.) a NE.

La successione litostratigrafica, ricostruita per tale areale, è la seguente (dal basso verso l'alto procedendo dai terreni più antichi a quelli più recenti):

- Substrato:
 - Metamorfiti dell'Unità di Mandanici;
- Terreni di copertura:
 - Ghiaie di Messina;
 - Terrazzi Fluviali;
 - Alluvioni recenti talora terrazzate;
 - Alluvioni attuali;
 - Coltre detritica / terreno agrario.

I sondaggi che è stato possibile acquisire e ricadenti in questa zona sono 8. Il quadro sinottico dei dati acquisiti è restituito nella tabella 9.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

I primi quattro, eseguiti a supporto dello studio di PRG (**083027P1S1, 083027P2S2, 083027P3S4 e 083027P4S4**), ricadono in un'area localizzata in prossimità dello spartiacque tra il T. Savoca ed il T. Pagliara, tra l'isoipsa 250 e 300 m s.l.m. a S della cresta di spartiacque che recapita a Pizzo Paulello. Tutti attraversano per 15 metri i depositi della Formazione di Messina e nessuno di questi raggiunge il substrato.

Il secondo gruppo di sondaggi (**083027P5S13, 083027P6S14, 083027P7S15 e 083027P8S16**) è stato eseguito alla periferia W dell'abitato di Furci Siculo, quartiere S. Antonino, raggiungono tutti la stessa profondità di - 12 m dal p.c., e mentre per tre di questi viene riferita una litologia di tipo alluvionale per un quarto è, contraddittoriamente al dato geologico di superficie, descritta una successione attribuita ai depositi della formazione di Messina. Nessuno di questi intercetta il substrato.

Per quanto sopra ed in assenza di dati in grado di fornire informazioni dirette sulla profondità e andamento morfologico del substrato la relativa ricostruzione, restituita nei profili approntati, è stata fondata sulle considerazioni stratimetriche e giacaturali che è stato possibile derivare dalla carta geologica redatta dal professionista incaricato dello studio geologico a supporto del PRG.

Codice	Profondità sondaggio (m)	Codice litologia	Descrizione litologia	Spessore dello strato (m)
083027P1S1	15	RI	Coltre detritica e/o riporto superficiale	0.9
		SW	Depositi fluvio-deltizi pleistocenici (Ghiaie e Sabbie di Messina) a granulometria prevalentemente sabbioso-ghiaiosa con ciottoli in matrice sensibilmente più fine, ben addensati e lievemente cementati	14.1
083027P2S2	15	RI	Coltre detritica e/o riporto superficiale	1.1
		SW	Depositi fluvio-deltizi pleistocenici (Ghiaie e Sabbie di Messina) a granulometria prevalentemente sabbioso-ghiaiosa con ciottoli in matrice sensibilmente più fine, ben addensati e lievemente cementati	13.9
083027P3S3	15	RI	Coltre detritica e/o riporto superficiale	0.8
		SW	Depositi fluvio-deltizi pleistocenici (Ghiaie e Sabbie di Messina) a granulometria prevalentemente sabbioso-ghiaiosa con ciottoli in matrice sensibilmente più fine, ben	14.2

Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Codice	Profondità sondaggio (m)	Codice litologia	Descrizione litologia	Spessore dello strato (m)
			addensati e lievemente cementati	
083027P4S4	15	RI	Coltre detritica e/o riporto superficiale	1,2
		SW	Depositi fluvio-deltizi pleistocenici (Ghiaie e Sabbie di Messina) a granulometria prevalentemente sabbioso-ghiaiosa con ciottoli in matrice sensibilmente più fine, ben addensati e lievemente cementati	13,8
083027P5S13	12	PT	Terreno vegetale. Materiale molto compressibile	0,9
		SC	Coltre detritica. Porzione detritica tendenzialmente allentata	2,1
		SW	Depositi alluvionali prevalentemente sabbioso-ghiaiosi in materiale più fine. Porzione alluvionale ben addensata	1,3
		SW	Depositi fluvio-deltizi, "Sabbie e Ghiaie di Messina" molto ben addensati e cementati. Porzione consistente con grado di rigidità abbastanza elevato	7,7
083027P6S14	12	PT	Terreno vegetale. Materiale molto compressibile	1
		SC	Porzione di natura detritico alluvionale tendenzialmente allentata	2,1
		SW	Depositi alluvionali recenti, costituiti in prevalenza da sabbie talora ghiaiose ed in matrice sensibilmente più fine, con ciottoli di natura metamorfica arrotondati e di forma appiattita. Porzione ben addensata	8,9
083027P7S15	12	PT	Terreno vegetale. Materiale molto compressibile	0,8
		SC	Porzione di natura detritico alluvionale tendenzialmente allentata	2,2
		SW	Depositi alluvionali recenti, costituiti in prevalenza da sabbie talora ghiaiose ed in matrice sensibilmente più fine, con ciottoli di natura metamorfica arrotondati e di forma appiattita. Porzione ben addensata	9
083027P8S16	12	PT	Terreno vegetale. Materiale molto compressibile	0,9
		SC	Porzione di natura detritico alluvionale tendenzialmente allentata	1,9
		SW	Depositi alluvionali recenti, costituiti in prevalenza da sabbie talora ghiaiose ed in matrice sensibilmente più fine, con ciottoli di natura metamorfica arrotondati e di forma appiattita. Porzione ben addensata	9,2

Tabella 9 - Compendio dei dati geognostici diretti disponibili per la Zona 2.



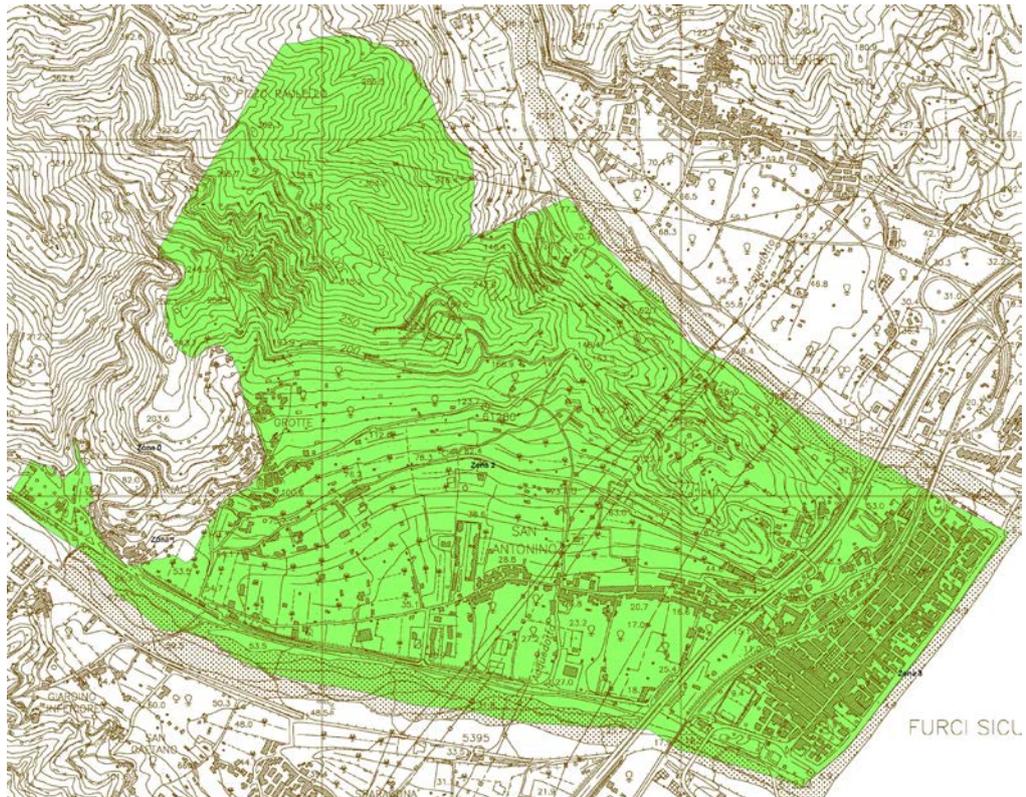
PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile



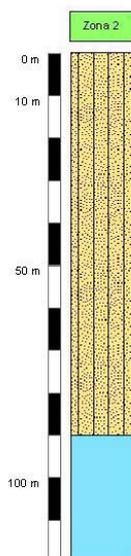
Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa





Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa



Zona 3

Si localizza nella fascia costiera, dal confine con il Comune di Roccalumera, a N, e con quello di Santa Teresa Riva a S.

La successione litostratigrafica è la seguente (dal basso verso l'alto procedendo dai terreni più antichi a quelli più recenti):

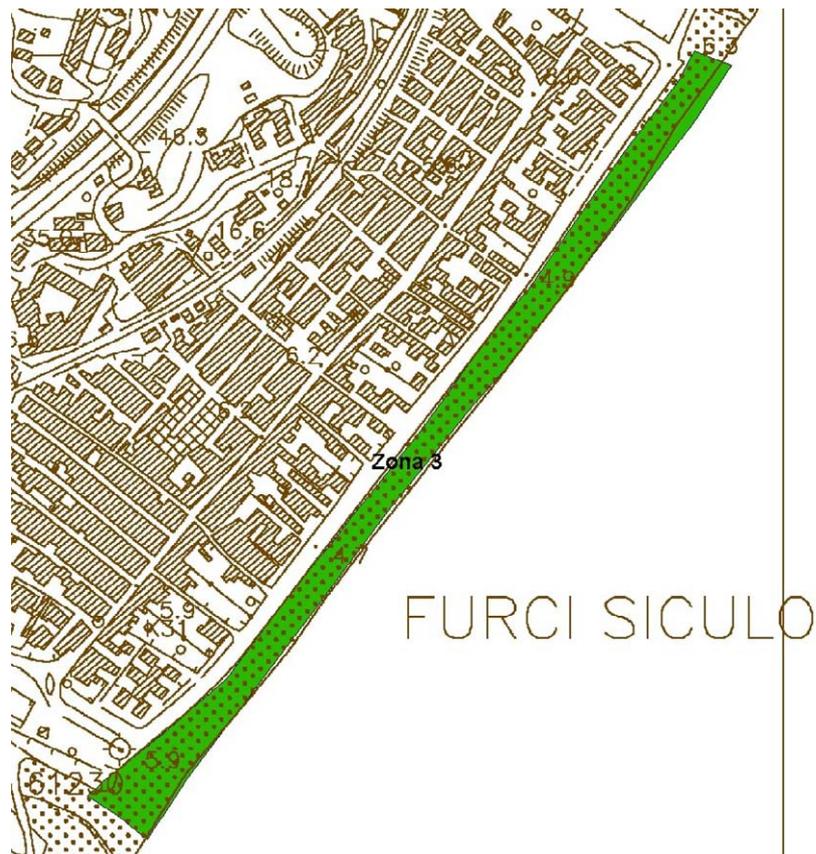
- Substrato:
 - Metamorfiti dell'Unità di Mandanici;
- Terreni di copertura:
 - Ghiaie di Messina;
 - Alluvioni recenti talora terrazzate;
 - Alluvioni attuali e depositi di spiaggia;

In questa zona non sono stati reperiti dati geognostici diretti. Le differenti caratteristiche litotecniche e giacaturali, segnatamente in termini di addensamento, dei depositi di spiaggia, sebbene dal punto di vista granulometrico comparabili con i depositi di genesi fluviale, suggeriscono la delimitazione di un'ulteriore Zona Omogenea.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa





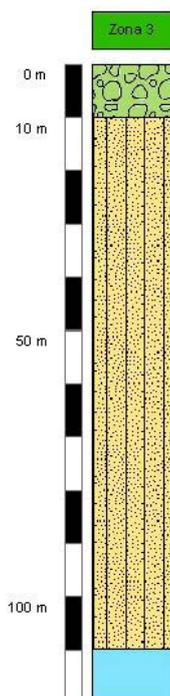
PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile



Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa



9.2 Zone suscettibili di instabilità

Sulla base dei dati raccolti è stato possibile cartografare gli effetti, prodotti sul territorio comunale, dei processi morfoevolutivi in atto che hanno prodotto deformazioni permanenti sul territorio.

Per la relativa metodologia si rimanda al paragrafo 4.3 del capitolo 3. E' utile segnalare che nell'ambito della costituzione della banca dati territoriale sono stati catalogati tutti i dissesti, ricadenti nel territorio comunale, di cui si è avuta notizia, mentre nella carta delle MOPS sono stati inseriti, solo quelle ricadenti all'interno delle aree interessate dai piani di espansione urbanistica previste nel P.R.G.

Nella tabella di seguito proposta è riportato l'elenco completo dei dissesti presenti nel territorio comunale con evidenziato (in grassetto corsivo) quelli che

rientrano nella carta delle MOPS in particolare dei 18 dissesti presenti sul territorio comunale 9 ricadono all'interno di questa carta (Figura 20).

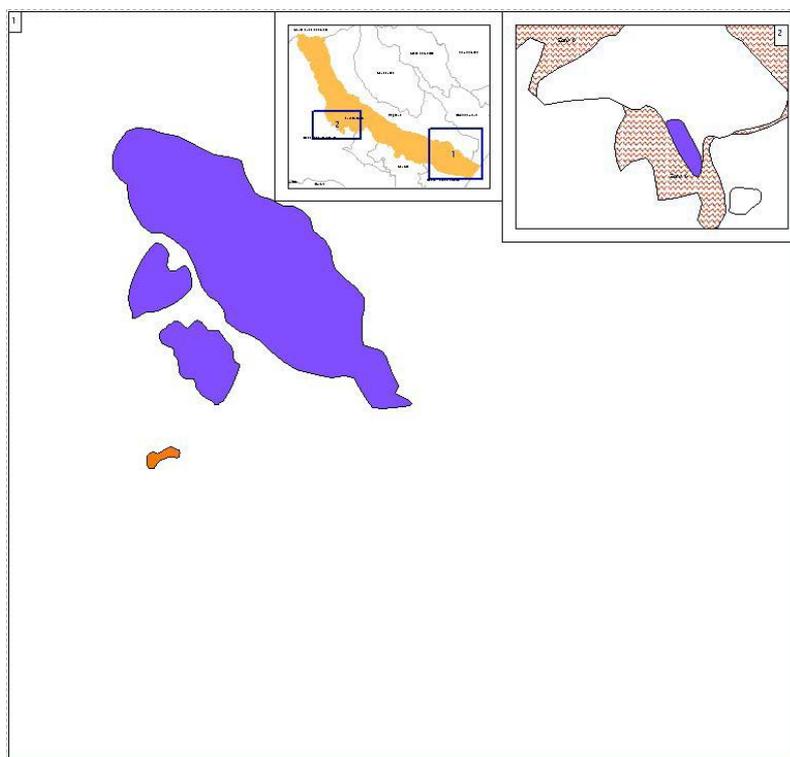


Figura 20 – Schema delle zone suscettibili di instabilità

Comune	Furci Siculo (ME)				
Bacino Idrografico (P.A.I.)	T.te Savoca				
LOCALITA	SIGLA	COD_TIP	COD_ATT	PERICOLO	Superficie
Tra Fontana Rizzo e Serra Maurra	099-5FS-001	1	1	n.c.	7807,228
Tra Fontana Rizzo e Serra	099-5FS-002	1	1	n.c.	6251,153
Tra Fontana Rizzo e Serra	099-5FS-003	1	1	n.c.	4531,067



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Costa Oliva	099-5FS-004	11	1	2	10662,3
Pizzo Paulello	099-5FS-005	11	1	2	41267,27
Pizzo Garuffi	099-5FS-006	11	1	2	31804,13
Contrada Colo	099-5FS-007	11	1	2	26590,45
Artale	099-5FS-008	11	1	2	14585,86
C.daSpanello	099-5FS-009	4	3	1	41868,03
T.te Savoca	099-5FS-010	11	1	1	4543,817
C.daSaita	099-5FS-011	11	1	1	8138,846
Ovest Misserio	099-5FS-012	1	1	n.c.	1890,86
Est Artale	099-5FS-013	11	1	2	36942,71
Artale	099-5FS-014	8	1	2	18096,54
Artale	099-5FS-015	8	1	2	31873,73
Artale Centro Abitato	099-5FS-016	8	1	2	45837,85
Nord Grotte	099-5FS-017	11	1	2	56031,81
Pizzo Paulello	100-5FS-001	11	1	2	479508,8

Nella tabella sopra riportata ad ogni valore numerico inserito nelle colonne COD_TIP, COD_ATT, Pericolo corrisponde un preciso significato in termini di tipo dissesto, codice attività e Pericolo. La tabella di seguito proposta, consente la decodifica in linguaggio formale del tipo di dissesto, del suo stato di attività e del suo grado di pericolosità così come definito nel DB del PAI.

Dissesti	COD_TIP
Crollo e/o ribaltamento	1
Colamento rapido	2
Sprofondamento	3
Scorrimento	4
Frana complessa	5
Espansione laterale o deformazione gravitativa (DGPV)	6
Colamento lento	7
Area a franosità diffusa	8
Deformazione superficiale lenta	9
Calanco	10



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Dissesti conseguenti ad erosione accelerata	11
Stato di attività	COD_ATT
Attivo	1
Inattivo	2
Quiescente	3
Stabilizzato artificialmente o naturalmente	4
Pericolosità	
P0 basso	1
P1 moderato	2
P2 medio	3
P3 elevato	4
P4 molto elevato	5

10 INDICAZIONI CONCLUSIVE

I rilievi geologici e geomorfologici acquisiti per il territorio comunale esaminato sono stati utili alla ricostruzione di un modello geologico del sottosuolo ed alla successiva classificazione delle formazioni presenti, in affioramento ed in profondità, finalizzata alla delimitazione di Microzone Omogenee. E' però necessario segnalare che l'analisi delle informazioni geologiche di base, propedeutica alla realizzazione degli elaborati prodotti, ha messo in evidenza numerose incongruità, in relazione alla completezza e qualità di questi dati, da suggerire ulteriori integrazioni e rielaborazioni. Le indagini che è stato possibile acquisire, di tipo diretto ed indiretto inoltre, non possiedono distribuzione, profondità ed omogeneità tale da permettere la realizzazione di un complessivo quadro geologico tecnico soddisfacente.

Questo è causato dalle diverse finalità degli studi geologici supportati e dall'inevitabile e personale metodo di studio impiegato dai diversi professionisti incaricati.

Ai risultati conseguiti deve pertanto ascriversi una componente qualitativa che potrà essere risolta in senso qualitativo in sede di successivi e finalizzati approfondimenti.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

In questa fase si suggeriscono le seguenti indicazioni:

1) MODELLO TRIDIMENSIONALE DEL SOTTOSUOLO.

Nel territorio in esame appare di grande utilità la ricostruzione della morfologia del substrato geologico sia ai fini del dettaglio dello spessore delle coperture sia ai fini della individuazione di strutture 2D certamente presenti (valle e foce del T. Savoca, piana costiera). L'eventuale progetto del programma d'indagini necessario dovrà essere fortemente vincolato alle informazioni geologiche di superficie ed in grado di definire:

- A) Spessore dei terreni di coperture e profondità del substrato;
- B) Dettaglio delle caratteristiche litologiche e stratimetriche dei terreni di copertura;
- C) Caratterizzazione sismica e geotecnica dei terreni di copertura.

2) ANDAMENTO DEL BEDROCK GEOFISICO.

La ricostruzione dell'andamento del bedrock geofisico che, come è stato messo in evidenza dai risultati qui conseguiti non coincide con il tetto del substrato geologico, presenta maggiori difficoltà a causa della caotica distribuzione dei volumi apicali di quest'ultimo che lo pongono a profondità che variano in modo irregolare.

La precisione di una tale ricostruzione, dunque, dipende dalla densità dei dati acquisiti. Sarebbe quindi utile la realizzazione di una pianificazione delle indagini dirette necessarie a fornire dati quantitativi su caratteristiche litologiche e sismiche dei terreni attraversati.

3) MICROZONE OMOGENEE.

Gli approfondimenti auspicabili dovranno essere indirizzati ad una maggiore caratterizzazione delle Zone Omogenee individuate segnatamente per la Zona 2 e Zona 3.

La prima può risentire di una imprecisa classificazione dei terreni di copertura, che, in assenza di dati affidabili e statisticamente significativi, sono stati associati essenzialmente sulla base delle classificazioni riferite negli studi geologici dei



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

professionisti redattori e che, come già relazionato, hanno evidenziato numerosi punti di contraddittorietà.

La seconda, che comprende solo la spiaggia dell'abito principale di Furci Siculo, potrebbe essere più estesa, di quella attualmente individuata, come suggerito dalla morfologia dell'area retrostante e dall'analisi dei risultati dei rilievi HVSR.

E' evidente l'estremo interesse segnalato in questo punto in quanto estensione, rapporti e caratteristiche di queste due Microzone coinvolgono direttamente la maggior parte delle aree di futura espansione del tessuto urbano ed abitativo comunale.

11 BIBLIOGRAFIA

Aki K., 1964. A note on the use of microseisms in determining the shallow structures of the earth's crust. *Geophysics* 29, 665-666

Amodio Morelli G., Bonardi G., Colonna V., Dietrich D., Giunta G., Ippolito F., Liguori V., Lorenzoni S., Paglionico A., Perrone V., Piccarreta G., Russo M., Scandone P., Zanettin Lorenzoni E. & Zuppetta A., 1976. L'arco Calabro-Peloritano nell'orogene Appenninico- Maghrebide. *Mem. Soc. Geol. It.*, 17: 1-60.

Andreatta C., 1941. Studi geologici e petrografici sul cristallino dei Monti Peloritani. *Boll. R. Uff. Geol. It.*, 46: 1-91.

Antonioli, F., Ferranti, L., Lambeck, K., Kershaw, S., Verrubbi, V., Dai Pra, G., 2006a. Late Pleistocene to Holocene record of changing uplift rates in southern Calabria and northeastern Sicily (southern Italy, Central Mediterranean Sea). *Tectonophysics* 422, 23–40.

APAT, 2008. Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 Foglio 601 Messina - Reggio di Calabria. Coord. scientifico F. Lentini. S.EL.CA. Firenze.

Argnani, A., Brancolini, G., Bonazzi, C., Rovere, M., Accaino, F., Zgur, F., Lodolo, E., 2009. The results of the Taormina 2006 seismic survey: possible implications for active tectonics in the Messina Straits. *Tectonophysics* 476, 159–169.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Asten M. W., 1978. Geological control of the three-component spectra of Rayleigh-wave microseisms. *Bulletin of the Seismological Society of America* 68 (6), 1623–1636.

Asten M. W., Henstridge J. D., 1984. Arrays estimators and the use of microseisms for reconnaissance of sedimentary basins. *Geophysics* 49 (11), 1828–1837.

Atzori P., 1970a. Contributo alla conoscenza degli scisti epizonali dei Monti Peloritani (Sicilia). *Riv. Min. Sic.*, 21 (124-126): 1-21.

Atzori P., 1970b. Caratteri petrografici e petrochimici di un metadiabase dei Peloritani occidentali. *Rend. Soc. It. Min. Petr.*, 26: 411-426.

Atzori P., 1972. Le anfiboliti della zona tra Mandanici e Altolia (Peloritani). *Per. Miner.*, 41: 511-538.

Atzori P., Maccarrone E., Messina A. & Puglisi G., 1974. Le muscoviti delle metamorfiti di Milazzo e di alcune plutoniti calabro-peloritane - *Atti Acc. Pel. Per. Sci. F.M.N.*, 54: 189-211.

Atzori P., Ghisetti F., Pezzino A. & Vezzani L., 1983. Carta geologica del bordo occidentale dell'Aspromonte. Scala 1:50.000, S.EL.CA., Firenze.

Atzori P., Cirrincione R., Del Moro A. & Pezzino A., 1994. Structural, metamorphic and geochronologic features of the Alpine event in south-eastern sector of the Peloritani Mountains (Sicily). *Period. Miner.*, 63: 113-125.

Azzaro R. & Barbano M.S., 2000. Analysis of seismicity of Southeastern Sicily: proposal of a tectonic interpretation. *Annali Geofisica*, 43 (1): 1-18.

Azzaro R., Barbano M.S., Rigano R. & Antichi B., 2000. Contributo alla revisione delle zone sismogenetiche della Sicilia. In: *Le ricerche del GNDR nel campo della pericolosità sismica (1996-99)*. F. Galadini, C. Meletti, A. Rebez (Eds.). CNR-Gruppo Nazionale per la Difesa Terremoti, Roma, 31-38.

Baldacci I., 1886. Descrizione geologica dell'Isola di Sicilia. *Mem. Descr. della Carta Geol. d'It.*, 1 vol. 408 pp.

Baratta M., 1910. La catastrofe sismica Calabro-Messinese (28 dicembre 1908), *Società Geografica Italiana*, Roma.

Barbano M.S. & Rigano R., 2001. Earthquake sources and seismic hazard in Southeastern Sicily. *Annali Geofisica*, 44 (4): 723-738.



PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile



Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Barbano S .M. , Bottari A., Carveni P., Cosentino M., Ffederico B., Fonte G., Lo Giudice E ., Lombardo G., Patané G., 1979. Macroseismic study of the Gulf of Patti earthquake in the geostructural frame of northeastern Sicily. "Boll. Soc. Geol. Ital.", 98, 155-174.

Barrier P., 1987. Stratigraphie des dépôts pliocènes et quaternaires du Detroit de Messine (Italie).Doc. et Trav. IGAL, 11: 59-81

Beneo E., 1949b. Tentativo di sintesi tettonica dell'Italia peninsulare e insulare. Boll. Soc. Geol. It., 68, 66-80.

Beneo E., 1950 Appunti sulla elaborazione di una diagnosi strutturale della Sicilia. Boll. Serv. Geol. d'It., 73, 409-438.

Ben-Menahem, A. & S.J. Singh, 1981. Seismic Waves and Sources, Springer-Verlag, New York.

Bonardi G., Giunta G., Perrone V., Russo M., Zuppatta A. e Ciampo G., 1980. Osservazioni sulla evoluzione dell'Arco calabro – Peloritano nel Miocene inferiore: la Formazione di stilo capo d'Orlando. Boll. Soc. geol. It., 99 (4), 365-393.

Boschi E., Guidoboni E., Ferrari G., Valensise G., Gasperini P., 1997. Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 a.C. al 1990 (vol.2). Istituto Nazionale di Geofisica e SGA storia geofisica ambiente.

Boschi E., Guidoboni E., Ferrari G., Mariotti D., Valensise G., 2000. Catalogue of Strong Italian Earthquakes. Annali di Geofisica, 43, 4, 268, with full database on CD-ROM.

Carbone S., Catalano S., Lentini F. Vinci G., 1994. Carta geologica dei Monti di Taormina (Monti Peloritani, Sicilia nord – orientale), scala 1:25.000, S.EL.Ca., Firenze.

Carbone S., Messina A., Lentini F., 2007. Note illustrative della Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000. F° 601, Messina-Reggio Calabria. Servizio Geologico d'Italia.

Castellaro S. e Mulargia F., 2009b. The effect of velocity inversions on H/V. Pure Appl. Geophys. 166, 567-592.

Catalano, S., De Guidi, G., 2003. Late Quaternary uplift of northeastern Sicily: relation with the active normal faulting. Journal of Geodynamics 36, 445–467.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Catalano, S., De Guidi, G., Monaco, C., Tortorici, G., Tortorici, L., 2008. Active faulting and seismicity along the Siculo–Calabrian Rift Zone (Southern Italy). *Tectonophysics* 453 (2008) 177–192.

Cortese E. (1882) – Brevi cenni sulla geologia della parte NE della Sicilia.- *Boll. Com. Geol. D'Italia*, vol. XIII, Roma

CPTI Working Group, 2004. *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani*, versione 2004 (CPTI04), INGV, Bologna. <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI04>.

CPTI Working Group, 2011. *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani*, versione 2011 (CPTI11), INGV, Bologna. <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI11>.

De Guidi, G., Catalano, S., Monaco, C., Tortorici, L., 2003. Morphological evidences of Holocene coseismic deformation in the Taormina area (NE Sicily). *Journal of Geodynamics* 36, 193–211.

Delgado J., Lopez Casado C., Giner J., Estevez A., Cuenca A. e Molina, S., 2000. Microtremors as a geophysical exploration tool: applications and limitations. *Pure Appl. Geophys.*, 157, 1445–1462.

Douze E. J., 1964. Rayleigh waves in short-period seismic noise. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 54-4, 1197-1212.

Dueé G., 1969. *Etude géologique des Monts Nebrodi (Sicile)*. Thèse Fac. Sci., 2 vol. 221+169 pp., Paris.

Fabiani R. e Trevisan L., (1940). Prove dell'esistenza di uno stile tettonico a falde di ricoprimento nei Monti di Palermo. *Atti R. Acc. D' Italia*, vol. 11, 453-448.

Fäh, D., F. Kind, D. Giardini, 2001. A theoretical investigation of average H/V ratios. *Geophys. J. Int.* 145, 535-549.

Fäh D., Kind F. and Giardini D., 2003. Inversion of local S-wave velocity structures from average H/V ratios, and their use for the estimation of site-effects. *J. Seismol.*, 7, 449–467.

Field E. H., Jacobs K.H. and Hough S.H., 1992. Earthquake site response estimations: a weak-motion case study. *Bull. Seism. Soc. Am.* 82, pp. 2283- 2307.

Field E. and Jacob K., (1993). The theoretical response of sedimentary layers to ambient seismic noise, *Geophys. Res. Lett.* 20, 2925-2928.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Ghisetti F., 1981. L'evoluzione strutturale del bacino plio-pleistocenico di Reggio Calabria nel quadro geodinamico dell'arco calabro. Boll. Soc. Geol. It., 100: 433-466.

Ghisetti F., 1992. Fault parameters in the Messina Straits (southern Italy) and relations with the seismogenetic sources. Tectonophysics, 210: 117-133.

Ghisetti F. & Vezzani L., 1978. Dati preliminari sulla neotettonica dei fogli 252 (Naso), 253 (castro reale), 254 (Messina Reggio C.), 261 (Bronte) e 262 (M. Etna). In contributi preliminari alla realizzazione della carta neotettonica d'Italia. Pubbl. n. 155 del P.F. Geodinamica CNR, 247-260,6.

Ghisetti F. & Gresta S., 1990. Parametri geologici e sismologici a confronto nell'area dello stretto di Messina. Atti 9° Conv. G.N.G.T.S., 39-43, Roma.

Gresta S., Bella D., Musumeci C., Carveni P., 1997. Some efforts on active faulting processes (earthquakes and aseismic creep) acting on the eastern flank of Mt. Etna", Acta Vulcanol., 9: 101-108.

Giunta G. & Somma R., 1996. Nuove osservazioni sulla struttura dell'Unità di Ali (Monti Peloritani, Sicilia). Boll. Soc. Geol. It., 115: 489-500.

Gutenberg B., 1958. Microseisms. Advan. Geophys., 5, 53-92.

Gutierrez C. and Singh S. K., 1992. A site effect study in Acapulco, Guerrero, Mexico: comparison of results from strong-motion and microtremor data, Bull. Seism. Soc. Am. 82, 642-659.

ISPRA, 2010. Foglio 613 della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 . Coord. scientifico F.Lentini.

ISPRA, 2010. Note illustrative della Carta Geologica D'Italia (scala 1:50.000) Foglio 613. A cura di S. Catalano.

Kanai K., 1954. Measurements of Microtremors. Bulletin of earthquake research institute, Tokyo University, 32, 199-210

Kanai, K., 1957. The requisite condition for the predominant vibration of ground. Bull. Earthq. Res. Inst., 35, 457-471

Kanai K. and Tanaka T., 1961. On microtremors, VIII, Earthquake Res. Inst. Tokyo 39, 97-114.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Lachet C., & Bard P.Y., 1994. Numerical and theoretical investigations on the possibilities and limitations of the Nakamura's technique. *J. Physics of the Earth*, 42-4, 377-397.

Lachet C. & Bard P. Y., 1995. Theoretical investigation of the Nakamura's technique. *Proceedings of the 3rd international conference on recent advances in geotechnical earthquake engineering and soil dynamics*, 2, 617-675.

Lentini F. & Vezzani L., 1975. Le unità meso-cenozoiche della copertura sedimentaria del basamento cristallino peloritano (Sicilia nord-orientale). *Boll. Soc. Geol. It.*, 94: 537-554.

Lentini F. & Vezzani L., 1978. Tentativo di elaborazione di uno schema strutturale della Sicilia orientale. *Mem. Soc. Geol. It.*, 19: 495-500.

Lentini F., Carbone S., Catalano S., Di Stefano A., Gargano C., Romeo M., Strazzulla S. & Vinci G., 1995. Sedimentary evolution of basins in mobile belts: examples from tertiary terrigenous sequences of the Peloritani Mts (NE Sicily). *Terra Nova*, 7 (2): 161-170.

Lentini F., Carbone S., Catalano S. & Grasso M., 1995b. Principali lineamenti strutturali della Sicilia nord-orientale. *Studi Geol. Camerti (1995/2)*: 319-329.

Lentini F., Carbone S., Grasso M., Di Stefano A., Romeo M. & Messina A., 2000a. Carta Geologica della Provincia di Messina. Scala 1:50.000, 3 fogli. S.EL.CA., Firenze.

Lentini F., Catalano S. & Carbone S., 2000. Note illustrative della carta geologica della Provincia 174 di Messina. Scala 1: 50.000. S.EL.CA., Firenze.

Lermo, J., F. J. Chavez-Garcia, 1994. Are microtremors useful in site response evaluation? *Bulletin of Seismological Society of America* 84, 1350-1364.

Lermo J., M. Rodriguez and S.K. Singh, 1988. Natural periods of sites in the valley of Mexico from microtremors measurements and strong motion data. *Earthquake Spectra*. 4(4), 805-814.

Locati M., Camassi R. e Stucchi M. (eds.), 2011. DBMI11, the 2011 version of the Italian.

Lombardo G., 1980, Stratigrafia dei depositi pleistocenici della Sicilia nord-orientale. *Atti Acc.Gioenia Sc. Nat. Catania*, 12: 84-113.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Lugeon M. & Argand E., 1906. La racine de la nappe sicilienne et l'arc de charriage de la Calabre. C. R. Acad. Sc. Paris, 142: 1107-1109.

Lugeon M., Argand E (1906a) - Sur de grandes phenomenes de charriage en Sicile. - C.R. Acad. Sciences, 142, 13 p

Magri L., Mucciarelli M. & Albarello D., 1994, Estimates of site seismicity rates using illdefined macroseismic data. Pageoph, 143 (4): 617-632.

Meletti C., Patacca E. & Scandone P., 2000a. Constuction of a seismo-tectonic model: The case of Italy. Pure Appl. Geophys. 157 (1-2): 11-35.

Monachesi G. & Stucchi M. (eds.), 1997. DOM4.1: an intensity database of damaging earthquakes in the Italian area. GNDT-CNR open file rep., 2 vv., Milano, 1052 pp. Web site: <http://emidius.itim.mi.cnr.it/DOM/home.html>.

Monaco, C., Tortorici, L., 2000. Active faulting in the Calabrian arc and eastern Sicily. Journal of Geodynamics 29, 407–424.

Monaco C., Petronio L. & Romanelli M., 1995. Tettonica estensionale nel settore orientale del Monte Etna (Sicilia): dati morfotettonici e sismici. Studi Geol. Camerti, v. spec. 2: 363-374.

Monaco C., Tapponnier P., Tortorici L., Gillot P.Y., 1997. Late Quaternary slip rates on the Acireale-Piedimonte normal faults and tectonic origin of Mt. Etna (Sicily). Earth Planetary Science Letters 147, 125–139.

Nakamura Y., 1989. A method for dynamic characteristics estimates of subsurface using microtremor on the round surface, QR of RTRI 30, p. 25-30.

Neri, G., Oliva G. Orecchio, B., Presti, D., 2006. A possible seismic gap within a highly seismogenic belt crossing Calabria and eastern Sicily, Italy. Bulletin of the Seismological Society of America 96, 1321–1331.

Nigro e Sidoti, 1993. L'area di Longi (Monti Nebrodi, Sicilia NE): un geotopo da valorizzare. SIGEA 1/2, 9-11.

Nogoshi M., and T. Igarashi, 1970. On the amplitude characteristics of microtremors, J. Seism. Soc. Jpn 23, 264-280.

Ogniben L., 1960. Schemi paleotettonici anzichè paleogeografici in regioni di corrugamento:l'esempio della Sicilia. Mem. Soc. Geol. It., 9: 793-816.

Ogniben L., 1971. Tettonica della Sicilia e della Calabria.- Boll. Acc. Gioenia Sc. Nat., Catania s.4, n. 11.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Okada H., 2003. The Microtremor Survey Method (translated by Koya Suto): Geophysical Monograph Series, No.12, Society of Exploration Geophysicists.

Provincia Regionale di Messina, 1993. Carta Geologica del Golfo di Patti. S.EL.CA., Firenze

Quitow H.W., 1935. Der Deckenbau des Kalabrischen Massivs und seiner Randgebiete. Abh. Ges.Wiss. Gottingen. Mat. Phys. Kl., 3 Folge, 13: 63-179.

Rust, D., Kershaw, S., 2000. Holocene tectonic uplift patterns in northeastern Sicily: evidence from marine notches in coastal outcrops. Marine Geology 167, 105–126.

Schmidt di Friedberg, 1959. La geologia del gruppo montuoso delle Madonie nel quadro delle possibilità petrolifere della Sicilia centro settentrionale. Atti 2° Convegno Inter.Studi "Petr. Sicilia, 130-136

Seguenza G., 1869. Stratigrafia della Provincia di Messina. – Atti Soc. Ital. Di Sc. nat., vol. XII – Milano.

Servizio Geologico D'Italia, 2008. Carta geologica d'Italia scala 1.50.000, F° 601 Messina-Reggio Calabria

SESAME Project: "Site Effects Assessment Using Ambient Excitations", 2005

Slejko D., Peruzza L. & Rebez A., 1998. Seismic hazard maps of Italy. Annali Geofisica, 41 (2): 183-214.

Spampinato C.R, Scicchitano G., Ferranti L., Monaco C., 2012. Raised Holocene paleo-shorelines along the Capo Schisò coast, Taormina: New evidence of recent co-seismic deformation in northeastern Sicily (Italy). Journal of Geodynamics 55, 18-31

Stewart I., Cundy A., Kershaw S., Firth C., 1997. Holocene coastal uplift in the Taormina area, north-eastern Sicily: implications for the southern prolongation of the Calabrian seismogenic belt. Journal of Geodynamics 24, 37–50.

Truillet R. ,1968. Etude géologique des Péloritains orientaux (Sicile). Thèse Fac. Sci., 2 voll., 547 pp., Paris.

Valensise G. & Pantosti D., 1992. A 125 Kyr-long geological record of seismic source repetability: in the Messina Straits (southern Italy) and the 1908 earthquake. Terra Nova, 44: 472-483.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Valensise G. & Pantosti D., 2001. The investigation of potential earthquake sources in peninsular Italy: a review. *Jour. Seismology*, 5: 287-306

Ward S.N., 1994. Constraints on the seismotectonics of the central Mediterranean from Very Long Baseline Interferometry. *Geophys. J. Int* 117, 441±452.

Wathelet M, Jongmans D, Ohrnberger M., 2004. Surface wave inversion using a direct search algorithm and its application to ambient vibration measurements. *Near Surf Geophys* 2004:211–221

Yamanaka H., M. Dravinski and H. Kagami, 1993. Continuous measurements of microtremors on sediments and basement in Los Angeles, California. *Bull. Seism. Soc. Am*, 83(5), 1595-1609.

12 ALLEGATI

Elaborati Cartografici

Carta delle indagini

Carta geologico tecnica per la microzonazione sismica

Carta delle frequenze

Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (livello 1)



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

ALLEGATO A

INDAGINI PRECEDENTI

1) Indagini a supporto delle Opere di Urbanizzazione in C.da Principe:

Sondaggi Geognostici
Sezioni Sismiche
Analisi di laboratorio su campioni

2) Indagini a supporto del P.R.G.:

n. 4 Sondaggi geognostici
n. 4 Prove DH
n. 2 Analisi di laboratorio su campioni

3) Indagini per lo studio geologico di consolidamenti di versante - fraz. Artale:

n. 1 Sondaggio geognostico
n. 1 Ispezione televisiva in foro
n. 2 Analisi di laboratorio su campioni

4) Indagini a supporto delle P.E. (zona P.E.E.P.):

Sono state utilizzate le stesse indagini eseguite per lo studio di P.R.G.

5) Indagini per lo studio geologico per la protezione dei litorali:

n. 2 Sezioni sismiche

6) Indagini per lo studio geologico del T. Fondacalasi - fraz. Calcare:

n. 4 Sondaggio geognostico
n. 6 Prove penetrometriche dinamiche in foro
n. 27 Sezioni sismiche



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Indagini dirette

1) Indagini a supporto delle Opere di Urbanizzazione in C.da Principe:

Si tratta di indagini eseguite in epoche precedenti allo studio geologico di supporto al P.R.G. che l'Amministrazione comunale non ha fornito.

Sono ripetutamente citati, negli studi successivi, i risultati di un'unica analisi granulometrica utilizzata per la classificazione sedimentologica della formazione di Messina e riportata la scheda stratigrafica di una perforazione geognostica spinta alla profondità di m. 10.

Per tali indagini viene dichiarata, in modo generico, l'esecuzione di alcune perforazioni geognostiche a carotaggio continuo (si deduce almeno 2) di cui è riportata una scheda stratigrafica, di prove penetrometriche dinamiche in foro (SPT), di sezioni simiche di rifrazione, varie analisi di laboratorio oltre a quella citata e riportata.

2) Indagini a supporto del P.R.G.:

A) Sono state eseguite quattro perforazioni geognostiche indicate come: PG1, PG2, PG3 e PG4;

Attrezzatura di perforazione: non dichiarata;

Tecnica di avanzamento: carotaggio continuo a sezione costante con carotiere semplice ed, ove possibile, avanzamento senza fluido di perforazione;

Tecnica di perforazione: non dichiarata;

Diametro di perforazione: 101 mm;

Profondità raggiunta: - 12 m dal p.c.

Indicazioni sulla profondità delle falde: fornita;

Schede stratigrafiche: fornite;

Documentazione fotografica: fornita;

Note: il rapporto tecnico non commenta le risultanze stratigrafiche.

Valutazione complessiva: La limitata profondità raggiunta dall'indagine, che è stata indirizzata alla caratterizzazione della sola formazione di Messina, insieme all'essenzialità dei risultati esibiti permettono solo valutazioni parziali e qualitative dei litotipi indagati.



PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile



Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

3) Indagini per lo studio geologico di consolidamento di versante - fraz. Artale:

A) E' stata eseguita una perforazione geognostica indicata come: Sondaggio 1;

Attrezzatura di perforazione: Oleodinamica C.M.V. 420;

Tecnica di avanzamento: carotaggio continuo a sezione variabile con carotiere semplice;

Tecnica di perforazione: utilizzo di circolazione di fluido e rivestimento del foro;

Diametro di perforazione: 127 - 101 mm;

Profondità raggiunta: - 24 m dal p.c.

Prelievo campioni: n. 5 indisturbati;

Indicazioni sulla profondità delle falda: nessuna se ne deduce l'assenza;

Scheda stratigrafica: fornita;

Documentazione fotografica: fornita;

Note: il rapporto tecnico non fornisce l'esatta ubicazione del sondaggio e non commenta le risultanze stratigrafiche.

Valutazione complessiva: La profondità raggiunta dall'indagine ed i dati riportati permettono un'adeguata valutazione del litotipo indagato.

B) Sono state eseguite prove geotecniche di laboratorio su due campioni prelevati nel corso delle perforazioni.

Campione 1 (profondità m 5.30 - 5.70);

Campione 2 (profondità m 8.00 - 8.40);

Prove eseguite: 2 determinazioni del peso di volume umido e 2 prove di taglio con scatola di Hoek;

Scheda delle prove: fornite;

Documentazione fotografica: non fornita;

Note: nessun rapporto tecnico esplicativo sulle prove eseguite ed assenza di riferimenti agli standard adottati per l'esecuzione delle prove.

4) Indagini per lo studio geologico del T. Fondacalasi - fraz. Calcare:

A) Sono state eseguite quattro perforazioni geognostiche indicate come: PG1, PG2, PG3 e PG4;

Attrezzatura di perforazione: non dichiarata;



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Tecnica di avanzamento: carotaggio continuo a sezione costante con carotiere semplice ed, ove possibile, avanzamento senza fluido di perforazione;

Tecnica di perforazione: non dichiarata;

Diametro di perforazione: 127 - 101 mm;

Profondità raggiunta: - 15 m dal p.c.

Prove in foro: 8 prove SPT standard a varie profondità;

Indicazioni sulla profondità delle falda: fornita;

Schede stratigrafiche: fornite;

Documentazione fotografica: non fornita;

Note: il rapporto tecnico non commenta le risultanze stratigrafiche.

Valutazione complessiva: La limitata profondità raggiunta dall'indagine, che è stata indirizzata alla caratterizzazione della sola formazione di Messina, insieme all'essenzialità dei risultati esibiti permettono solo valutazioni parziali e qualitative dei litotipi indagati.

Indagini Geofisiche - Prove down-hole

1) Indagini a supporto del P.R.G.:

Sono state eseguite quattro prove indicate come DH1, DH2, DH3 e DH4;

Strumentazione utilizzata: Registratore multicanale Geometrics 12 canali;

Sensore sismico: geofono tridimensionale senza specifica alcuna;

Distanza delle posizioni di registrazione: 1.2 m;

Offset: 1.5 m;

Profondità raggiunta: - 12 m;

Registrazione dei segnali: non fornita;

Tecnica del picking: inversione di fase per gli arrivi S;

Processing utilizzato: calcolo della velocità intervallo e delle dromocrone;

Tabulati di calcolo: assenti;

Range di velocità delle onde S ottenuto: 131 - 676 m/s;

Range del rapporto di Poisson ottenuto: 0.003 - 0.423;

Note: nel testo del rapporto tecnico non è riportato alcun commento sui risultati del processing.

Le velocità delle onde S osservate non sembrano congrue con la litologia incontrata dalle perforazioni geognostiche eseguite, il rapporto di Poisson appare irrealistico.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

Valutazione complessiva: L'impossibilità di confrontare i risultati del processing, in certi casi contraddittori, con i dati sperimentali acquisiti inducono a considerare con perplessità questi test.

Indagini Geofisiche - Sismica di superficie di rifrazione

1) Indagini per lo studio geologico per la protezione dei litorali:

E' stato eseguito in superficie un rilievo sismico di rifrazione. Sezioni per la misura delle onde P numero 2 (sigle TS1 e TS2);

Strumentazione utilizzata: Registratore multicanale PASI LCM 4 a quattro canali;

Geofoni: Verticali non ulteriormente specificati;

Energizzazione: massa di 25 kg in caduta da 2 m;

Numero geofoni: 4 (dedotto dai grafici prodotti);

Lay out: base distante in linea;

Distanza intergeofonica: 5 m (dedotta dai grafici prodotti);

Numero di tiri di energizzazione: 2;

Offset esterno: 2.5 m (dedotto dai grafici prodotti);

Profondità massima raggiunta: - 2 m;

Registrazione dei segnali: non fornita;

Tecnica del picking: non indicata;

Processing utilizzato: onde P: intercept time;

Software utilizzato: non dichiarato;

Tabulati di calcolo: non forniti;

Grafici forniti: Dromocrone, Sezione profondità;

Range di velocità ottenuto: onde P: 185 - 390 m/s;

Note: è riportato un breve commento sui risultati derivati dalla elaborazione dei dati acquisiti in campagna. Alcune velocità delle onde P osservate possono, complessivamente, ritenersi congrue con la litologia superficiale.

Valutazione complessiva: la profondità d'indagine realizzata, la risoluzione consentita dal lay out utilizzato e l'impossibilità di confrontare i risultati prodotti con i dati sperimentali acquisiti inducono a classificare in modo indicativo i risultati ottenuti.

2) Indagini per lo studio geologico del T. Fondacalasi - fraz. Calcare:



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa

E' stato eseguito in superficie un rilievo sismico di rifrazione. Sezioni per la misura delle onde P numero 27 (sigle da TS1 a TS27);
Strumentazione utilizzata: Registratore multicanale PASI LCM 4 a quattro canali;
Geofoni: Verticali non ulteriormente specificati;
Energizzazione: massa di 25 kg in caduta da 2 m;
Numero geofoni: 6 (dedotto dai grafici prodotti);
Lay out: base distante in linea;
Distanza intergeofonica: 2.5 m (dedotta dai grafici prodotti);
Numero di tiri di energizzazione: 2;
Offset esterno: 2.5 m (dedotto dai grafici prodotti);
Profondità massima raggiunta: - 2 m;
Registrazione dei segnali: non fornita;
Tecnica del picking: non indicata;
Processing utilizzato: onde P: intercept time;
Software utilizzato: non dichiarato;
Tabulati di calcolo: non forniti;
Grafici forniti: Dromocrone, Sezione profondità;
Range di velocità ottenuto: onde P: 348 - 965 m/s;

Note: è riportato un breve commento sui risultati derivati dalla elaborazione dei dati acquisiti in campagna. Le velocità delle onde P osservate possono, complessivamente, ritenersi congrue con la litologia superficiale.
Valutazione complessiva: la profondità d'indagine realizzata, la risoluzione consentita dal lay out utilizzato e l'impossibilità di confrontare i risultati prodotti con i dati sperimentali acquisiti inducono a classificare come indicativi i risultati ottenuti.