

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

# MICROZONAZIONE SISMICA

## Relazione Illustrativa

### MS Livello 1

#### Regione Sicilia Comune di Taormina



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: Gennaio 2013</p>
--	--	-------------------------------



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

## Sommario

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA .....</b>	<b>12</b>
<b>3</b>	<b>CENSIMENTO DATI .....</b>	<b>14</b>
<b>4</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO .....</b>	<b>15</b>
4.1	Analisi Morfologica e Altimetrica .....	15
4.2	Idrografia .....	19
4.3	Inquadramento geologico strutturale regionale .....	21
4.4	Assetto geologico strutturale dell'area esaminata .....	28
4.5	Stratigrafia dell'area esaminata .....	29
4.6	Analisi geomorfologica ed assetto dei versanti .....	46
4.7	Classificazione litologica dei terreni affioranti .....	49
<b>5</b>	<b>DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE ED EVENTI DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>55</b>
5.0	Sismicità storica della Sicilia orientale e Calabria meridionale .....	56
5.1	Strutture sismogenetiche e faglie attive .....	69
5.2	Sismicità storica del comune di Taormina .....	72
<b>6</b>	<b>METODOLOGIA DI ACQUISIZIONE DELLE INDAGINI .....</b>	<b>78</b>
<b>7</b>	<b>ELABORATI CARTOGRAFICI .....</b>	<b>83</b>



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

<b>8</b>	<b>GEOGNOSTICA E GEOFISICA .....</b>	<b>92</b>
8.1	Strumentazione utilizzata .....	92
8.2	Processing dei dati .....	93
8.3	Il Rumore sismico .....	94
8.4	Teoria sull'analisi del Rumore Sismico.....	96
8.5	Aree Interessate dalle indagini di MS.....	98
8.6	Rappresentazione dei valori di frequenza ottenuti .....	101
8.7	Modello geologico dell'area in studio e bedrock geofisico .....	104
8.8	Considerazioni sui risultati ottenuti .....	111
<b>9</b>	<b>CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS) ..</b>	<b>112</b>
9.1	Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali .....	115
9.2	Zone suscettibili di instabilità .....	135
<b>10</b>	<b>INDICAZIONI CONCLUSIVE .....</b>	<b>139</b>
<b>11</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>140</b>
<b>12</b>	<b>ALLEGATI.....</b>	<b>149</b>

## Indice delle Figure

Figura 1 – Individuazione geografica dell'area .....	7
Figura 2 – Corografia dell'area .....	13
Figura 3 – Suddivisione del territorio in fasce altimetriche.....	19
Figura 4 – Carta delle pendenze e dei dissesti geomorfologici.....	47



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 5 – Legenda della carta geologico tecnica della microzonazione sismica: substrato rigido o non rigido.....	50
Figura 6 – Legenda della carta geologico tecnica della microzonazione sismica: terreni di copertura.....	51
Figura 7 – Carta geologico tecnica.....	54
Figura 8 – Distribuzione degli epicentri dei terremoti della Sicilia orientale e della Calabria meridionale nell'intervallo temporale 1000-1899 (CPTI11, Rovida <i>et al.</i> , 2011) .....	57
Figura 9 – Distribuzione degli epicentri dei terremoti della Sicilia orientale e della Calabria meridionale nell'intervallo temporale 1900-2006 (CPTI11, Rovida <i>et al.</i> , 2011) .....	58
Figura 10 – Massime intensità risentite per ogni località della Sicilia orientale e della Calabria meridionale (DBMI11, Locati <i>et al.</i> , 2011) .....	59
Figura 11 – Campo macrosismico del terremoto del 11/01/1693 (C.N.R., P. F. G. - Postpischl editor, Atlas of Isoseismal maps of italian Earthquakes, Bologna 1985).....	61
Figura 12 – Campo macrosismico del terremoto del 06/02/1783 (Tiberti <i>et al.</i> , 2006) .....	63
Figura 13 – Campo macrosismico del terremoto del 07/02/1783 (Tiberti <i>et al.</i> , 2006) .....	64
Figura 14 – Campo macrosismico del terremoto del 28/03/1783 (Tiberti <i>et al.</i> , 2006) .....	64
Figura 15 – Campo macrosismico del terremoto del 20/02/1818 (C.N.R., P. F. G. - Postpischl editor, Atlas of Isoseismal maps of italian Earthquakes, Bologna 1985).....	66
Figura 16 – Campo macrosismico del terremoto del 28/12/1908 (Bottari <i>et al.</i> , 1984).....	69
Figura 17 – Mappa delle principali strutture sismogenetiche. Database of Individual Seismogenic Sources (Basili <i>et al.</i> , 2008).....	70
Figura 18 – Mappa della distribuzione degli epicentri dei terremoti strumentali localizzati dall'INGV tra il 1981 e il 2011. Catalogo della sismicità italiana 1981-2002 (INGV, 2011).....	71
Figura 19 – Schema morfotettonico della Calabria meridionale e della Sicilia orientale. In legenda schema tettonico del Mediterraneo centrale, le linee con i triangoli indicano i fronti di	



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

ricoprimento, le linee con il tratteggio le principali faglie Quaternarie. SCRZ: Zona del Rift Siculo Calabro; TF: Faglia di Taormina. (modificato da Monaco e Tortorici, 2000).....	73
Figura 20 – Grafico della storia sismica di Taormina (DBMI11, Locati <i>et al.</i> , 2011).....	75
Figura 21 – Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (riferimento: Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n. 3519) espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi .....	76
Figura 22 – Comune di Taormina: delimitazione delle aree indagate.....	98
Figura 23 – Distribuzione delle indagini HVSR in relazione alle aree indagate nel Comune di Taormina.....	101
Figura 24 – Carta delle frequenze nel Comune di Taormina.....	103
Figura 25 – Profilo A-A' .....	104
Figura 26 – Profilo B-B' .....	105
Figura 27 – Rappresentazione schematica di manifestazioni sorgentizie nelle successioni metamorfiche dei Monti Peloritani (da Ferrara, 1999 modificato).....	107
Figura 28 – Curva HVSR relativa al sito di registrazione 083097P24 ubicato nell'area della bassa valle del F. Alcantara.....	109
Figura 29 – Curva HVSR relativa al sito 083097P33.....	110
Figura 30 – Schema delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica.....	114
Figura 31 – Schema delle zone suscettibili di instabilità .....	115
Figura 32 – Curva HVSR relativa al sito 083097P30.....	120

## Indice delle Foto



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 – Vista del terrazzo su cui sorge il centro urbano di Taormina dall'abitato di Castelmola. Sullo sfondo il promontorio di Capo S. Andrea..... 16

Foto 2 – Terminazione a mare della dorsale Capo Taormina - Castelmola. In primo piano il promontorio di Capo S. Andrea e l'Isola Bella ..... 17

## Indice delle Tabelle

Tabella 1 – Trasposizione analitica degli elementi geomorfologici individuati..... 47

Tabella 2 – Trasposizione analitica delle aree in dissesto individuate..... 48

Tabella 3 – Storia sismica del comune di Taormina (DBMI11 Locati *et al.*, 2011);  $I_s$  è l'intensità macrosismica risentita (MCS);  $A_x$  l'area epicentrale;  $N_p$  è il numero di località in cui è disponibile il dato macrosismico;  $I_0$  è l'intensità macrosismica dell'epicentro (MCS);  $M_w$  è la magnitudo momento dell'evento con accanto il grado d'incertezza della stima ..... 75

Tabella 4 – Valori di PGA stimati per il comune di Taormina per differenti livelli di probabilità in 50 anni, o equivalentemente differenti periodi di ritorno, e per diverso percentile. I dati sono stati derivati dalla mappa digitale della pericolosità sismica sul sito INGV e risultano riferiti a suoli rigidi..... 77

Tabella 5 – Sorgenti del rumore sismico ..... 95

Tabella 6 – Sigle dei siti di selezionati con relativa data di registrazione ed indicazione dell'uso del suolo ..... 99

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 N; tutti i rilievi sono stati eseguiti in condizioni di bel tempo..... 100

Tabella 8 – Risultati dei rilievi HVSR in relazione alla geologia ed all'altimetria ..... 109

Tabella 9 – Compendio dei dati geognostici diretti disponibili per la Zona 2 ..... 121

Tabella 10 – Compendio dei dati geognostici diretti disponibili per la Zona 3..... 127



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 Taormina in Provincia di Messina (Figura 1 – Individuazione geografica dell'area).



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 1 – Individuazione geografica dell'area**

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;



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

- 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 che possono modificare il moto sismico in superficie. Dovranno essere chiaramente perimetrare 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



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 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:

- 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



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

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.

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:

<b>INDAGINI MINIME OBBLIGATORIE</b>	<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>
<b>ANALISI ED ELABORAZIONI</b>	Sintesi dei dati e delle cartografie disponibili;



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

	Rilettura, sintesi dei dati.
<b>PRODOTTI FINALI OBBLIGATORI</b>	<p>Carta delle indagini (sia esistenti che di nuova realizzazione);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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;</li> <li>• Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica almeno a scala 1:5.000 – 1:10.000;</li> <li>• Carta delle Frequenze di un'area con estensione significativa per la realizzazione della carta delle Microzone;</li> </ul> <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 Taormina in Provincia di Messina.

Il territorio comunale di Taormina è ubicato nel versante ionico dei Monti Peloritani (Figura 2 – Corografia dell'area) e ricade, nella cartografia ufficiale in scala 1:25.000 edita dall'I.G.M., nelle tavolette "Taormina" F° 262 I SO e "Fiumefreddo di Sicilia" F° 262 II NO.

Il territorio comunale si estende per circa 13,16 kmq sul versante ionico dei Monti Peloritani ed è limitato a S dal Fiume Alcantara mentre a N il limite è costituito dal corso del Torrente Mazzeo. Si sviluppa dal punto di vista altimetrico tra il livello del mare e la quota di 430 m s.l.m. che viene raggiunta sulla cima di Monte Purretta. Il centro abitato è ubicato nella parte centromeridionale, ad una quota media di 560 m s.l.m..

Amministrativamente è caratterizzato dal centro abitato di Taormina, ove risiede la maggior parte della popolazione ed è sede Municipale, e i centri abitati secondari di Capo Taormina, Mazzarò, Mazzeo, Palì, Schisò, Spisone, Trappitello e Villagonia. Gli abitanti censiti sono circa 11.096.

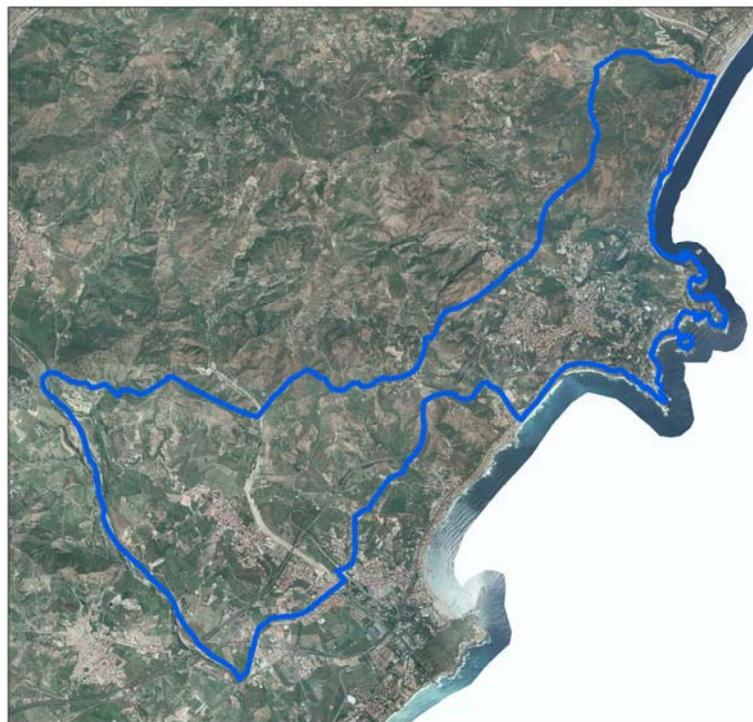
La zona di studio comprende una zona di fondo valle e piana litorale (da 0 a 50 m s.l.m.), che si individua esclusivamente nel basso fondovalle dei maggiori corsi d'acqua (Fiume Alcantara, Torrente Santa Venera, Torrente Sirina, Torrente Sant'Antonio) e nelle strette fasce costiere; una zona di retrocosta (da 50 fino a circa 100 m s.l.m.) che fino alla valle del Fiume Alcantara è circoscritta ad una fascia di ripide falesie che delimitano le strette piane costiere, una zona subcollinare (da 100 fino a 200 m s.l.m.) che ricade, lungo gli alti versanti delle aste fluviali principali che si contraddistinguono per l'aumentata acclività ed instabilità e per la presenza di incisioni strette e profonde; e una zona collinare (da 200 fino a 600 m s.l.m.), esclusivamente circoscritta alla dorsale taorminese che sviluppa da Monte Tauro (245 m s.l.m.) attraverso la rocca di Taormina (397 m s.l.m.) fino a Monte Purretta



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

(425 m s.l.m.), con la sua vetta appena al di fuori del limite comunale, ripropone il precedente quadro fisiografico con pendii aspri e più ripidi che tendono, pertanto, ad una maggiore instabilità.



**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 governance 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 ed 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 da chi redige lo studio.

Visto il forte impatto che la MS ha sulla pianificazione territoriale si è ritenuto opportuno dare priorità al censimento degli 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 governance del territorio.

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

- Studio Geologico Tecnico delle nuove aree interessate dalle prescrizioni esecutive della revisione generale del P.R.G. (16.02.2001 data in calce alla relazione);
- Studio Geologico Tecnico a supporto del progetto di adozione della variante generale al P.R.G. (15.05.2006 data protocollo Genio Civile);
- Relazione e banca dati dei dissesti geomorfologici del PAI.



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 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

### 4.1 Analisi Morfologica e Altimetrica

Il territorio comunale di Taormina si estende per 13,16 kmq, sul versante ionico dei Monti Peloritani, con uno sviluppo altimetrico piuttosto articolato tra quota di 430 m s.l.m., raggiunta sulla cima di Monte Puretta e il Mar Jonio che costituisce il suo limite orientale.

L'elemento di maggior risalto del paesaggio è costituito dall'imponente dorsale Capo Taormina - Castelmola dove in un ampio pianoro sorge il centro urbano principale (Foto 1), che si protende sul mare rastremandosi nei promontori rocciosi di Capo S. Andrea e Capo Taormina che con la loro conformazione generano le baie di Isola Bella e Mazzarò (Foto 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



**Foto 1 – Vista del terrazzo su cui sorge il centro urbano di Taormina dall'abitato di Castelmola. Sullo sfondo il promontorio di Capo S. Andrea**

La zona costiera si presenta molto frastagliata ed è contraddistinta da ripide falesie, che limitano l'estensione delle pianure litorali che si sviluppano per circa 7,3 km. Il retroterra, nella parte a NO, presenta uno sviluppo di tipo collinare, piuttosto accidentato con versanti scoscesi, segnati da valli strette e profondamente incise da torrenti e linee d'impluvio, talora appena accennate, dal percorso quasi rettilineo e dal bacino modesto, mentre ad O evolve in una piana alluvionale nel cui ambito rientra la frazione di Trappitello.

La zona di pianura in cui sono inglobate le foci del Fiume. Alcantara e del Torrente Santa Venera, si estende a S dei rilievi di Monte Falco (380 m s.l.m.) e di Monte Petrarò (476 m s.l.m.) e, entro il territorio comunale di Taormina, ne costituisce il comparto pianeggiante più esteso.



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 – Terminazione a mare della dorsale Capo Taormina - Castelmola. In primo piano il promontorio di Capo S. Andrea e l'Isola Bella**

Dal punto di vista altimetrico è possibile distinguere, nell'area oggetto di studio, quattro zone:

- zona di fondo valle e piana litorale (da 0 a 50 m s.l.m), che si individua esclusivamente nel basso fondovalle dei maggiori corsi d'acqua (Fiume Alcantara, Torrente Santa Venera, Torrente Sirina, Torrente Sant'Antonio) e nelle strette fasce costiere;

- zona di retrocosta (da 50 fino a circa 100 m s.l.m.) che fino alla valle del Fiume Alcantara è circoscritta ad una fascia di ripide falesie che delimitano le strette piane costiere. Sulla sinistra idrografica del Fiume Alcantara, dove l'acclività si riduce, questo comparto altimetrico si espande all'intero versante vallivo e costituisce il raccordo alla zona altimetrica superiore;

- zona subcollinare (da 100 fino a 200 m s.l.m.), è una fascia altimetrica che ricade, in pratica, quasi esclusivamente lungo gli alti versanti delle aste fluviali principali che si contraddistinguono per l'aumentata acclività ed instabilità e per la presenza di incisioni strette e profonde; localmente sono presenti zone



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

subpianeggianti, corrispondenti a superfici naturali ed opere di spianamento e/o terrazzamento antropico, spesso con cospicue difficoltà d'accesso;

- zona collinare (da 200 fino a 600 m s.l.m.), esclusivamente circoscritta alla dorsale taorminese che sviluppa da Monte Tauro (245 m s.l.m.) attraverso la rocca di Taormina (397 m s.l.m.) fino a Monte Puretta (425 m s.l.m.), con la sua vetta appena al di fuori del limite comunale, ripropone il precedente quadro fisiografico con pendii aspri e più ripidi che tendono, pertanto, ad una maggiore instabilità.

La figura di seguito proposta (Figura 3) rappresenta l'andamento altimetrico del territorio comunale insieme al contorno delle aree oggetto delle indagini eseguite (poligoni colorati) che sono relative al centro abitato principale di Taormina ed ai nuclei urbanizzati di Mazzeo, Mazzarò e Trappitello, oltre all'area costiera a S di Monte Tauro.

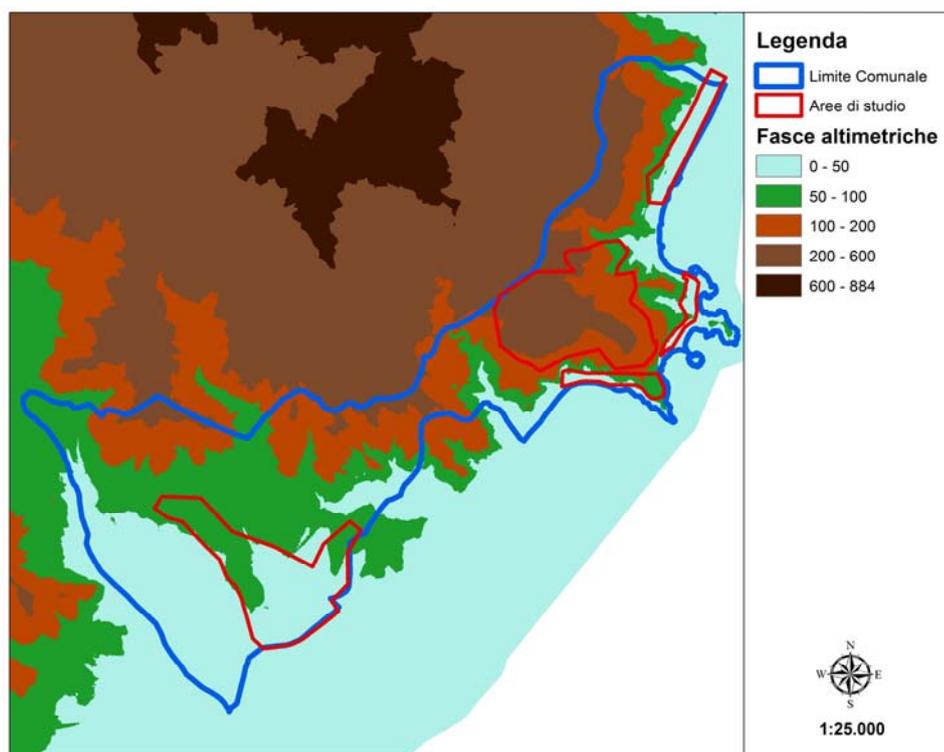


Figura 3 – Suddivisione del territorio in fasce altimetriche

## 4.2 Idrografia

Il territorio comunale di Taormina è attraversato, nel suo settore più meridionale, dallo spartiacque che separa il bacino del Fiume Alcantara (096 della classificazione del PAI) dall'area compresa tra il Fiume Alcantara e la Fiumara di Agrò (097 della classificazione del PAI).

Dal punto di vista idrografico la porzione di territorio che rientra all'interno del bacino del Fiume Alcantara si sviluppa per una superficie di circa 4 kmq (P.A.I.) è, quindi, marginale ed è essenzialmente caratterizzata dalla parte terminale della ampia valle del corso d'acqua retrostante la foce.



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'area compresa tra lo spartiacque del Fiume Alcantara e la Fiumara di Agrò raggruppa una serie di bacini minori caratterizzati da corsi tra di loro subparalleli e percorsi molto brevi e rettilinei che sfociano nel mar Ionio. In quest'ambito idrografico rientra la restante parte del territorio del comune di Taormina (9,24 kmq - PAI).

Nell'ambito dei Monti Peloritani gli elementi idrografici, sono caratterizzati da un regime idrologico tipicamente torrentizio fortemente influenzato dalle precipitazioni stagionali. Le caratteristiche riscontrabili nel complessivo sviluppo dei corsi d'acqua principali, che localmente hanno assunto la denominazione di “fiumare” toponimo che riesce, anche foneticamente, a sintetizzarne le caratteristiche, possono essere riassunte come segue:

- tratto montano – collinare: 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 minori pendenze e ampi letti fluviali, spesso sovralluvionati, a testimonianza delle impetuosità delle portate di piena.

Gli elementi idrografici minori, nei quali le suddette caratteristiche non sono rilevabili, restano comunque contraddistinti, durante la loro attivazione, dalla violenza dei deflussi e dal tumultuoso trasporto solido.

Nell'area in studio, da S a N si incontrano i seguenti corsi d'acqua principali: Torrente Santa Venera, Torrente San Giovanni, Vallone Tende, Torrente Sirina, Torrente Sant'Antonio e Torrente Mazzeo.

Il settore tra la foce del Fiume Alcantara e il Torrente Santa Venera è quello caratterizzato da morfologia più pianeggiante. Quello tra il Torrente Santa Venera ed il Torrente San Giovanni si presenta più composito, perché costituisce il settore di raccordo tra la piana alluvionale dell'Alcantara e la parte sub collinare del territorio comunale, fino alla dorsale di Monte Petrarò (476 m s.l.m.), appena oltre il limite amministrativo, dove il reticolo è formato da una fitta rete di dispiuvi, anche calanchivi, che segnalano chiaramente la natura marnoso argillosa 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

Il rilievo di Monte Petraro e di Monte Tauro (245 m s.l.m.) costituiscono i punti di vetta di una serie di piccoli bacini, tra il Torrente San Giovanni e lo spartiacque, costituito dalla dorsale Capo Taormina Castelmola, di cui il Vallone Tende, ed il Torrente Sirina sono i principali. Oltre la dorsale il reticolo idrografico si sviluppa con i bacini del Torrente Sant'Antonio e del Torrente Mazzeo che si insinuano, con percorsi più tortuosi, tra il rilievi di Portella Pandolfo (531 m s.l.m.), Monte Ziretto (581 m s.l.m.) e Monte Veneretta (884 m s.l.m.) appena oltre il limite comunale.

Complessivamente il reticolo idrografico, che mostra un densità abbastanza elevata indicando la bassa permeabilità ma ancor più l'elevata pendenza dei versanti, si mostra tendenzialmente dentritico, con distribuzione irregolare delle linee d'impluvio, che da settori più gerarchizzati passa a comparti con un reticolo che diviene meno ramificato e più rudimentale.

Gli alvei sono contraddistinti da forme giovanili che si esplicano con elevate pendenze longitudinali, tempi di corruzione piuttosto brevi e regimi idrologici irregolari, con fenomeni di piena concentrati e coincidenti con gli eventi piovosi più intensi e prolungati, e portate variabili in funzione dell'andamento pluviometrico.

#### 4.3 Inquadramento geologico strutturale regionale

La condizione geostrutturale di una zona di modesta estensione, come il territorio del Comune di Taormina, 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);



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

- 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).

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



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

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 al.* (1974), LENTINI e VEZZANI (1975, 1978), AMODIO MORELLI *et al.* (1976), GHISSETTI e VEZZANI (1978), BONARDI (1980), GIUNTA *et al.* (1980), NIGRO e SIDOTI (1993), CARBONE *et al.* (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 curata da CARBONE *et al.* (1994) e nella “Carta geologica della Provincia di Messina” alla scala 1:50.000 a cura di LENTINI *et al.*, (2000).

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 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 il Flysch Numidico è ricoperto da 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.



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

Le argille scagliose passano superiormente ad un'alternanza calcareo-marnosa con calcilutiti 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, 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



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

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 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 metamorfiti 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



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

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 costiero da Villafranca a Furnari (facies argilloso-sabbiose) nonché, 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 al.*, 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



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. 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 al.*, 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).

In riferimento agli schemi strutturali sopra citati, in letteratura si rinvencono 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 Taormina sono state individuate attraverso l'analisi dei dati derivabili dalla documentazione fornita dall'Amministrazione Comunale, descritta in dettaglio nel cap. 3 delle presenti note, integrati con quelli disponibili nella bibliografia consultata e sono state limitate ad un intorno sufficientemente rappresentativo dei terreni su cui ricade il centro abitato.

L'areale delimitato 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. I terreni affioranti sono di natura metamorfica e sedimentaria, con rapporti giaciture regolati da complesse strutture tettoniche determinate da grandi dislocazioni a "falde di ricoprimento" verificatesi nel corso dell'orogenesi alpina - appenninica e, successivamente, dai movimenti epirogenetici che hanno portato al sollevamento della dorsale settentrionale della Sicilia.

Nel dettaglio sono state riconosciute le seguenti unità, in ordine di sovrapposizione dal basso verso l'alto, ricoperte, in corrispondenza dell'alveo delle aste fluviali principali, da terreni alluvionali attuali e recenti a composizione prevalentemente sabbioso ghiaiosa:

- Unità di Capo S. Andrea;
- Unità di Taormina;
- Unità di S. Marco d'Alunzio;
- Unità Antisicilide;
- Flysch di Capo d'Orlando;
- Coperture tardorogene;
- Formazione di Torre del Filosofo

I rapporti strutturali tra le varie unità, nell'ambito del territorio in esame, risultano talora piuttosto confusi e di difficile interpretazione, a causa sia della



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

analoga litologia delle metamorfite delle varie Unità sia della presenza di dislocazioni minori per faglia e per locali accavallamenti tettonici secondari.

Le unità di Capo S. Andrea, di Taormina e di S. Marco d'Alunzio sarebbero da riferire ad una stessa originaria successione smembrata in più parti, che si sono sovrapposte una sull'altra nel corso del trasporto orogenico. Tali unità sono trasgressivamente ricoperte dal Flysch di Capo d'Orlando, denominazione storicamente usata per indicare potenti alternanze detritiche pelitico arenacee che nelle moderne concezioni sull'evoluzione tettonica dell'area ha perso l'originario senso stratigrafico e deposizionale. La giacitura e le caratteristiche strutturali di questi depositi flyschoidi, infatti, rivelano un parziale coinvolgimento nei movimenti tettonici, che hanno determinato la messa in posto delle successioni metamorfiche, suggerendone la collocazione stratigrafica, nel contesto dell'evoluzione tettonica, in ambito sintettonico.

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 stratigrafica è costituita da:

##### Unità di Capo S. Andrea (Unità di Gallodoro)

Metamorfite (Paleozoico);

Calcari massivi e Calcari arenacei (Lias inferiore);

Calcari micritici tipo "Maiolica" (Lias inferiore);

Calcari in facies "Rosso ammonitico" (Giurassico superiore - Eocene inferiore);

Marne in facies "Scaglia" (Giurassico superiore - Eocene inferiore)

##### Unità di Taormina



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

Metamorfiti (Paleozoico);  
Arenarie e Conglomerati in facies "Verrucano" (Lias inferiore);  
Calcari e dolomie, calcari detritici, arenacei ed oolitici, Stromatoliti (Lias inferiore);  
Alternanza Calcarea - Marnosa in facies "Medolo" (Carixiano - Domeriano);  
Marne e Calcari marnosi in facies "Rosso Ammonitico" (Lias superiore - Malm)  
Calcari biancastri con selce in facies "Biancone" (Titonico - Neocomiano);  
Marne in facies "Scaglia" (Cretaceo superiore - Eocene inferiore).

Unità di S. Marco d'Alunzio  
Metamorfiti (Paleozoico)

Flysch di Capo d'Orlando  
Conglomerato basale (Oligocene inferiore - Burdigaliano inferiore);  
Alternanza argilloso arenacea (Oligocene superiore - Burdigaliano);  
Arenarie sommitali

Unità Antisicilide  
Argille scagliose (Cretaceo superiore)

Formazione di San Pier Niceto  
Argille con intercalazioni arenacee (Tortoniano)

Serie Gessoso solfifera  
Marne, argille gessose, microconglomerati e sabbie (Tortoniano)

Depositi Marini terrazzati  
Ghiaie e sabbie

Formazione di Torre del Filosofo  
Colata lavica dell'Alcantara

Depositi di spiaggia



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

Sabbie e ghiaie

### Alluvioni attuali e recenti (Olocene)

Sabbie e ghiaie

### Detrito di versante (Olocene).

Inoltre sono stati evidenziati i seguenti elementi:

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

Seguendo l'ordine di sovrapposizione, dal basso verso l'alto, le caratteristiche litologiche sono le seguenti:

### Unità di Capo S. Andrea (Unità di Gallodoro)

L'unità, che dal punto di vista della sovrapposizione tettonica è la più profonda e, pertanto, si trova alla base della successione dei terreni che affiorano nella selezione areale considerata, è costituita da litotipi a basso metamorfismo in facies di semiscisti cloritico sericitici, di età ercinica, derivati da rocce di natura pelitica e pelitico - arenacea.

Si tratta di rocce tipicamente scistose a grana fine con prevalenti semiscisti cloritico - sericitici grigio-nerastri, a tessitura scistosa, con vene e noduli di quarzo, semimetamorfiti grafitiche e intervalli di metareniti, attraversate per uno spessore di 50-70 m da filoni subverticali con diametro da 0,5 ad 1,0 cm il cui riempimento è dato da materiale carbonatico.

Generalmente i semiscisti si presentano fogliettati, spesso interessati da un fitto sistema di pieghe variamente orientate. Si sgretolano facilmente in scaglie appiattite, untuose al tatto, secondo superfici di scistosità lisce e lucenti. Localmente inglobano lenti di materiali carboniosi a grana molto fine, con minute mineralizzazioni ferrose. Gli affioramenti di questa Unità, nella selezione areale qui considerata, sono ben rappresentati a N della dorsale di Capo Taormina Castelmola lungo il corso 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

Torrente San Giovanni, dove se ne possono stimare potenze superiori ai 70 metri. Le metamorfite sono ricoperte, trasgressivamente, da una successione sedimentaria molto lacunosa e condensata, affiorante nella sua interezza nel promontorio di capo S. Andrea. Dal basso verso l'alto si susseguono conglomerati ed arenarie rosse in facies di "Verrucano", che passano, gradualmente, ad una successione carbonatica che inizia con calcari massicci grigio chiari a brachiopodi, con spessore di circa 30 m; seguono, verso l'alto, circa 30 m di calcari grigi e rossicci a crinoidi contenenti rari *Arieticeras* ed attribuibili, pertanto, al Lias medio.

A Capo S. Andrea, il Lias superiore è rappresentato da calcari a Biostroma, le cui varietà colorate sono usate come pietra da costruzione e decorazione. Dopo una estesa lacuna stratigrafica, marcata da tipici hard-grounds ferro-manganesiferi, seguono circa 15 m di Rosso Ammonitico calcareo. Fatta eccezione per pochi metri di calcari micritici rossi tipo Maiolica di età infra – meso - Cretacica, presenti a Capo S. Andrea, i termini apicali della successione sono rappresentati da circa 60 m di marne rosse, giallastre e verdognole in facies di Scaglia di età supracretaceo - eocenica. L'intervallo sottostante la Scaglia è attraversato da numerosi filoni sedimentari, il cui riempimento è dato da materiale carbonatico. All'interno della Scaglia sono presenti ripetute intercalazioni grossolanamente lentiformi, potenti da pochi cm a qualche decina di metri, di calcari straterellati biancastri a noduli di selce nera, calcari nodulari rossi tipo Rosso Ammonitico e calcari marnosi giallastri a Radiolari di probabile età medio liassica. Si tratta di tipi litologici che compaiono a diversi livelli stratigrafici nella successione soprastante (Unità di Taormina).

### *Unità di Taormina*

L'Unità di Capo S. Andrea è ricoperta con un contatto tettonico da una successione di terreni, alla cui base si trova uno zoccolo metamorfico di basso grado che ne costituisce il basamento. La successione, nota come Unità di Taormina, che si estende in tutta la dorsale Capo Taormina - Castelmola, mostra caratteristiche comparabili con i terreni della precedente unità, diversificandosene solo per alcune peculiarità.

Dal punto di vista giaciturale la sequenza dei terreni che formano l'Unità di Taormina costituisce una monoclinale orientata NO-SE che immerge a SO, per cui i termini



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

basali affiorano sul versante settentrionale della dorsale taorminese, mentre i livelli apicali si ritrovano sul suo lato meridionale.

Le metamorfiti basali, che affiorano in un comparto della dorsale esteso da Mazzarò al Torrente Sant'Antonio fino al versante meridionale di Monte Ziretto, rappresentate sempre da semiscisti cloritico - sericitici grigio-nerastri e metareniti, differiscono da quelle dell'Unità di Capo S. Andrea per la presenza di lenti di porfiroidi massivi giallastri nei livelli apicali.

Il passaggio alla sovrastante serie sedimentaria, qui di notevole spessore, avviene attraverso un intervallo di arenarie quarzose e conglomerati ad elementi cristallini, in facies di "Verrucano", con un complessivo colore rossastro e spessore di circa 30 m, che evolvono verso l'alto, ad un'alternanza prevalentemente calcarea costituita da calcari detritici, oolitici e stromatolitici, e di marne giallastre che passano a dolomie saccaroidi giallastre. Queste mostrano graduali passaggi laterali a calcari oolitici e calcari grigio biancastri con resti algali, con andamento irregolare del fronte di dolomitizzazione. In continuità, si passa a calcari arenacei scuri riccamente fossiliferi. L'intervallo finora descritto, potente circa 300 m, è riferibile al Lias inferiore ed al Carixiano basale, ed è esposto nella sua interezza lungo la SS 114 nel tratto da Capo Taormina a Giardini. Attraverso un intervallo di calcari scuri si passa ancora ad una fitta alternanza di calcari marnosi e marne grigie a frattura concoide in facies "Medolo", interessata da numerosi disturbi tettonici che ne rendono difficile la valutazione dello spessore. In continuità sulla formazione "Medolo" seguono marne rosse, grigie e verdi con intercalazioni di calcari marnosi in facies di "Rosso Ammonitico", che verso l'alto passa ad un intervallo di radiolariti rosse e verdi, calcari silicei, diaspri, ancora in facies "Rosso Ammonitico", il tutto per uno spessore di circa 100 m. La successione prosegue ancora con calcari marnosi biancastri a strati sottili e noduli di selce nera con aptici, belemniti, rari resti di ammoniti e calpionelle (facies "Biancone"), potenti circa 100 m. Nell'area in esame questa sequenza si ritrova nei pressi del Vallone Sirina. Al "Biancone" seguono marne e calcari marnosi rossi, verdi e giallastri in facies di "Scaglia", per uno spessore di 50-100 m, in livelli scagliettati e piani di scistosità sia paralleli sia obliqui alla stratificazione. La "Scaglia" affiora in ristretti areali in prossimità della frazione di Villagonia ed è ricoperta in gran parte da detriti e/o aree antropizzate.



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 di Taormina è troncata da un contatto tettonico in prossimità del quale si osservano lembi, con dimensioni variabili da pochi metri a decine di metri, di calcari encrinetici rossi con ciottoli di quarzo, la cui microfacies a spicole di spugne e frammenti di echinodermi sembrerebbe indicare un'età Liassica. Questi lembi mostrano caratteri ben confrontabili con quelli dell'Unità di S. Marco d'Alunzio. Tali affioramenti sono da considerare dei trucioli tettonici inseriti in prossimità del contatto di ricoprimento dei semiscisti al tetto dell'Unità di Taormina.

#### *Unità di S. Marco d'Alunzio*

el territorio comunale di Taormina è rappresentata unicamente dal suo basamento cristallino di basso grado che affiora, nella selezione areale esaminata nel versante di destra del Torrente Sirina. Si tratta di prevalenti semiscisti cloritico - sericitici grigi, attraversati da filoni subverticali con riempimento di materiale carbonatico.

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.

#### *Flysch di Capo d'Orlando*

Nella selezione areale considerata affiora una successione terrigena in facies di torbiditi conglomeratico-arenacee che evolvono verso l'alto e lateralmente a facies arenacee o arenaceo-pelitiche, e più rare facies pelitiche o pelitico-arenacee, di età Oligocene inferiore Miocene inferiore, discordante sulle Unità Kabilo-Calabridi.

Tali sequenze sono riferibili alla formazione del "Flysch di Capo d'Orlando" trasgressiva sulle Unità metamorfiche. La formazione, nell'insieme, appare fortemente tettonizzata, in modo discontinuo ed attraversata da più sistemi di fratturazione, rendendo variabilmente disarticolati i livelli più competenti dell'ammasso che, pertanto, nelle aree più acclivi ed esposte agli agenti esogeni è incline al crollo di blocchi e materiale più minuto.

Nell'area studiata gli affioramenti si localizzano ad O della frazione di Mazzeo e nel settore SO del territorio comunale a N della frazione di Trappitello.

Nello studio geologico di P.R.G. consultato sono distinte le seguenti facies procedendo dal basso verso l'alto:



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) Conglomerato basale;
- b) Intercalazioni arenacee nel Conglomerato basale;
- c) Alternanza Argilloso-Arenacea;
- d) Arenarie sommitali.

### Conglomerato basale

*Deposito detritico grossolano formato dall'erosione di preesistenti rilievi cristallini e delle relative coperture sedimentarie. Sono stati individuati diversi litotipi che differiscono tra loro sia per la dimensione dei ciottoli sia per l'abbondanza di matrice. Il tipo più comune, presente soprattutto alla base della formazione, mostra elementi con dimensioni variabili da qualche cm a 0,5 m, a volte con blocchi di dimensioni maggiori, la matrice è in prevalenza sabbiosa ed i ciottoli ben arrotondati. Localmente è possibile rinvenire cemento calcareo che rende l'insieme molto compatto.*

*Un altro tipo risulta costituito, in prevalenza, da ciottoli poco arrotondati, aventi diametro non superiore ai 5 cm immersi in una discreta matrice sabbiosa. Tali conglomerati si trovano intercalati nella sovrastante alternanza pelitico-arenacea frequentemente nei livelli più alti.*

*Il passaggio tra conglomerati ed arenarie è progressivo, come segnalato dalla gradazione: i livelli più alti risultano, infatti, costituiti da prevalenti arenarie grossolane dove sono dispersi ciottoli isolati e ben arrotondati, il cui diametro medio si aggira intorno ai 10-15 cm. che diventano molto rari nella parte superiore della successione. Dal punto di vista genetico per i ciottoli si hanno: graniti a biotite o a due miche, apliti, porfidi rossi e neri, gneiss biotitici e occhiadini, calcari cristallini, scisti di epizona, calcari marnosi grigi. I ciottoli di calcari di facies mesozoica sono comunemente poco diffusi; solo in zone limitatissime è possibile rinvenirne in abbondanza e in questo caso il conglomerato assume colorazione generalmente rossastra.*

*La giacitura dei conglomerati è, in generale, apparentemente caotica localmente sono distinguibili accenni di stratificazione.*

### Intercalazioni arenacee nel Conglomerato basale

*Si tratta di un intervallo di strati arenacei, con potenza di circa 50 m, intercalato nel*



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

*conglomerato basale rinvenuto, per una estensione non superiore ai 300 m, sul greto del Vallone S. Cataldo in Contrada Serra Mauro.*

*Lo spessore dei singoli strati non supera i 40-50 cm; presentano un colore di alterazione grigio scuro mentre al taglio fresco assumono una colorazione grigio chiaro. Generalmente poco tenaci presentano comparti induriti da un cemento di natura carbonatica che conferisce loro una maggiore resistenza. L'interruzione e la ripresa della sedimentazione conglomeratica è indicativa di variazione delle condizioni (batimetria, diversificazione degli apporti) dell'originario bacino di sedimentazione.*

#### Altemanza Argilloso-Arenacea

##### Arenarie sommitali

*L'alternanza passa, verso l'alto, gradualmente, a degli strati arenacei. La denominazione di arenarie sommitali sembra giustificata dalla rara presenza di intercalazioni argillose. Si tratta sostanzialmente di banconi arenacei, con potenza dei singoli banchi da 60 cm a 4 m, , con uno spessore massimo di circa 500 m.*

*La compattezza dei banconi è variabile: la cementazione è poco spinta ed a volte è del tutto assente rendendo i relativi comparti friabili e tali da essere sgretolati con le mani. Frequentemente nei banconi più potenti, sono presenti ampie cavità di erosione eolica, un tempo occupate da argilla della quale ancora oggi restano tracce. Intercalati alle arenarie sono segnalati di livelli di brecciole, caratterizzate da elementi a spigoli vivi di dimensioni comprese tra 2,0 e 4,0 mm, e piccole lenti carboniose.*

##### Unità Antisicilide

Dai dati acquisiti nello studio geologico di variante al P.R.G si ricava la presenza di un limitato affioramento di argille nell'area del Torrente San Giovanni prossima al confine con il comune di Giardini.

Sono descritte argille varicolori con straterelli di calcare nummulitico fortemente tettonizzate, scagliettate, che sono attribuite (OGNIBEN, 1960) a terreni alloctoni che hanno subito un trasporto orogenico-gravitativo inglobanti altri materiali alloctoni e/o parautoctoni abrasati durante il trasporto orogenico, spesso ridotti a blocchi



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

caoticamente giustapposti da identificare con terreni appartenenti al le Unità Antisicilidi del Complesso Sudliguride (OGNIBEN, 1960).

Recentemente è stato segnalato che i lembi di argille scagliose, affioranti nella bassa valle dell'Alcantara, sono di dubbia attribuzione e vengono assegnati al complesso Antisicilide unicamente per la loro posizione strutturale e stratigrafica (CATALANO, 2009).

Caratteristica della formazione è la facile suddivisibilità della componente pelitica in piccoli frammenti, spesso a loro volta suddivisibili in elementi di dimensioni più ridotte, che presentano aggregati di particelle fortemente connesse per effetto della diagenesi.

L'intensa diagenesi, a cui questi materiali sono stati sottoposti, ha prodotto una elevata fissilità in direzione parallela ai piani di stratificazione. La successiva tettonizzazione ha determinato una facile suddivisibilità dell'argilla in frammenti tabulari e prismatici che appare più evidente nelle zone maggiormente esposte agli agenti atmosferici. La componente lapidea è costituita da relitti di strati, disarticolati, spesso contorti, e da frammenti poligenici a spigoli vivi immersi nella matrice argillosa.

I fenomeni di alterazione e di rigonfiamento possono influire sulla struttura che ha completamente perso i precedenti caratteri strutturali, salvo la presenza di scaglie isolate o aggregati di scaglie nettamente più consistenti.

Sono riferiti fenomeni di sprofondamento della superficie topografica attribuiti, in presenza di acqua nel sottosuolo, al cedimento dei livelli plastici più potenti soggiacenti gli strati di maggiore competenza. Meccanismi che possono provocare, lungo superfici di discontinuità preesistenti (piani di stratificazione o di contatto), lo scivolamento di zolle di terreno, nelle condizioni di giacitura degli strati a franapoggio e con inclinazione minore di quella del pendio. La circolazione idrica sotterranea, causa la disomogeneità strutturale del sedimento, non è continua, ma localizzata lungo direzioni preferenziali di scorrimento.

### *Formazione di San Pier Niceto*

Dai dati riportati nello studio geologico di variante al P.R.G si ricava la presenza di alcuni affioramenti argillosi nell'estremo settore S del territorio comunale, nei pressi



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

della frazione di Trappitello. Le descrizioni delle caratteristiche litologiche visibili, sono sommarie e riferiscono unicamente di marne argillose grigio azzurre o brune, con livelli sabbiosi ed arenacei grigio giallastri, a volte molto potenti, e con argille brecciate, l'intera sequenza è riferita al Tortoniano.

I riscontri bibliografici più recenti (CATALANO, 2009) suggeriscono l'attribuzione di questi affioramenti alla Formazione di San Pier Niceto che copre un intervallo cronologico esteso dal Langhiano superiore al Messiniano inferiore. Si tratta di depositi di delta-conoide sottomarini collegati ad intensa attività tettonica, prevalentemente distensiva, che ha contribuito ad accentuare l'originaria clinostratificazione del sedimento che nell'area tipo, da cui il nome della formazione, è contraddistinta da litofacies pelitiche, conglomeratiche e pelitico arenacee tipicamente distribuite in modo complesso ed irregolare con frequenti passaggi laterali e verticali da una facies all'altra.

### *Serie Gessoso Solfifera*

Anche per questa formazione, affiorante in una esigua lingua a S della frazione di Trappitello, i dati riportati nello studio geologico di variante al P.R.G si limitano alla descrizione litologica essenziale sebbene più articolata delle precedenti, attribuendo la sequenza alla Formazione Gessoso - Solfifera del Miocene siciliano.

Viene infatti esposta la seguente suddivisione con relativa descrizione:

#### *Marne beige*

*Marne e marne sabbiose stratificate, di potenza limitata a qualche metro, di colore bruno-giallastro con noduli e/o livelli arenacei poco cementati di colore beige. Livelli e noduli di gesso sono presenti in prossimità del contatto con le marne grigie.*

#### *Marne grigie*

*Complesso marnoso, marnoso argilloso, caratterizzato da un tipico colore grigio-azzurro-verdastro, discretamente compatto, a frattura concoide, con stratificazione poco evidente in strati di potenza variabile da 0,5 a 5 cm circa. Nella parte apicale si rinvengono straterelli di arenarie, gessareniti, lenti di gesso e livelletti di calcare di base e tripoli.*

#### *Microconglomerati*



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

*Rinvenuti come grosse lenti inglobate nelle marne grigie, sono costituiti da prevalenti elementi quarzosi arrotondati e ben cementati da cemento calcareo. Passano, a volte, lateralmente e verticalmente a conglomerati ad elementi ghiaiosi. Sono stati osservati anche noduli di gesso. Rappresentano gli apporti detritici continentali caratteristici delle zone di soglia ai margini dei bacini evaporitici.*

### Sabbie

*Sabbie e sabbie siltose, a volte lievemente cementate, a scheletro prevalentemente quarzoso.*

### *Depositi marini terrazzati*

Nella trattazione dello studio geologico di variante al P.R.G i depositi che ricoprono le antiche piattaforme di abrasione sono accomunati sia dal punto di vista litologico, sia cronologico al Pleistocene superiore e cartografati, presumibilmente, in relazione all'entità del deposito presente.

I dati complessivamente riscontrati in bibliografia mostrano un quadro differente. I depositi marini terrazzati dell'area taorminese appartengono ad una serie di ordini di terrazzi marini conosciuti da tempo (SEGUENZA, 1900) ed ampiamente descritti nella bibliografia più recente (LENTINI *et al.*, 1996; CATALANO *et al.*, 2000; CATALANO e DE GUIDI, 2003; CATALANO, 2009) la cui continuità è stata riconosciuta lungo tutta la costa ionica dei Monti Peloritani.

Costituiscono resti di antiche piattaforme di abrasione marina sollevate per cause tettoniche con una generale immersione verso S e disposte a gradinate, segnalando, pertanto, la tendenza al sollevamento dell'area con fasi di arresto, e/o vistoso rallentamento della spinta tettonica, che corrispondono al modellamento della singole spianate d'abrasione. Il lembo di piattaforma di abrasione maggiormente esteso è quello che forma il pianoro su cui sorge gran parte dell'abitato di Taormina che, nell'area studiata, si sviluppa tra 180 e 200 m di quota s.l.m. (LENTINI *et al.*, 1996). Altri ordini di terrazzi marini si possono individuare a 150 m s.l.m. nei pressi del cimitero di Taormina, tra la quota 90 e 100 m s.l.m. e tra 35 e 40 m s.l.m. a Capo Taormina.

Alcune superfici di abrasione possono essere prive di deposito o ricoperte da un esiguo spessore. Quando il sedimento è presente è in genere costituito da ghiaie



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

prevalenti con clasti sub arrotondati ed appiattiti. In alcuni casi, su queste superfici si sono accumulati detriti di versante, con elementi eterometrici poligenici a spigoli vivi immersi in matrice sabbioso argilloso e/o coperture antropiche, che ne rendono difficoltosa l'individuazione.

Si segnala infine che la bibliografia geologica consultata, particolarmente copiosa nell'area esaminata, evidenzia, segnatamente per la distribuzione dei depositi terrazzati, sensibili contrasti che vanno al di là delle scelte di rappresentazione e delle scale utilizzate, sia tra i vari elaborati disponibili, sia tra questi ed i dati geologici derivati dagli studi forniti dall'Amministrazione comunale qui utilizzati.

#### *Depositi alluvionali terrazzati*

Sulla base di quanto contenuto nello studio delle variante al P.R.G. si possono desumere i seguenti dati: *depositi a stratificazione globalmente suborizzontale, incrociata e lenticolare, talvolta interrotta da orizzonti limoso-argillosi di spessore variabile dai 50 cm ai 70 cm. La granulometria è eterogenea e la provenienza dei granuli costituenti è la più varia. Si rilevano, per lo più aree di provenienza sedimentaria (ciottoli arenacei) e, in subordine, vulcanica (ciottoli basaltici) e metamorfica (ciottoli filladici, etc.). I granuli si presentano discretamente classati e cementati, poco arrotondati e appiattiti. La potenza di queste alluvioni non dovrebbe superare i 20-30 m. Buone le caratteristiche di permeabilità primaria per porosità ( $10^4 < K < 10^2$ ). Rapida e copiosa è pertanto l'infiltrazione dell'acqua meteorica nel sottosuolo come testimonia la mancanza di un reticolo idrografico. Le acque di infiltrazione danno luogo, in seno alle alluvioni, ad una discreta circolazione idrica sotterranea, articolata su più livelli e sostenuta dal substrato impermeabile. Il censimento dei punti d'acqua (pozzi e sorgenti) ha permesso di stabilire che la falda principale si trova ad una profondità media di circa 30 m".*

#### *Formazione di Torre del Filosofo*

Nella trattazione dello studio geologico di variante al P.R.G è descritta una successione vulcanica attribuita ai prodotti del cono eruttivo di Monte Dolce probabilmente seguendo i risultati di lavori pubblicati all'inizio del secolo scorso. Di seguito la descrizione integrale: "*Vulcaniti etnee di Monte Dolce (ex vulcaniti di*



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

*Moio Alcantara). Questa colata venne attribuita erroneamente, fino a pochi anni fa, ad eruzioni dal conetto di Monte Moio. Essa occupa il fondo valle del Fiume Alcantara con affioramenti di varia estensione. Dal loro andamento si può notare come la colata, giungendo in prossimità dell'abitato di Francavilla, si sia allargata circondando così la collina di "Castello".*

*Un piccolo affioramento di lave è presente nei pressi del cimitero di Francavilla e si riallaccia, al di sotto delle alluvioni terrazzate, allo spandimento della colata. Proseguendo verso SO si notano degli affioramenti in corrispondenza del fondo valle rispettivamente del Fiume Alcantara e del Fosso S. Paolo. Una buona esposizione della struttura interna della colata si ha presso le Gole dell'Alcantara dove è visibile la potenza della colata che raggiunge i 20 m circa, oltre alla caratteristica struttura prismatico-colonnare dovuta al rapido raffreddamento della massa lavica. In località Mitoggio sono presenti affioramenti anche al di fuori del greto fluviale; costituiscono delle placche isolate che sicuramente sono senza soluzione di continuità al di sotto delle alluvioni. La colata prosegue il suo corso nella pianura alluvionale di Calatabiano fino a giungere a Capo Schisò.*

*I caratteri macroscopici, osservati negli affioramenti sopra citati, permettono di distinguere basalti compatti di colore grigio scuro con piccoli cristalli di pirosseni e lave bollose nere. Le colate rilevate sono di epoca recente ed hanno avuto origine dalle eruzioni di un cono vulcanico, Monte Dolce, localizzato sulla destra idrografica del Fiume Alcantara, in posizione opposta al conetto di Moio Alcantara.*

*Verosimilmente si tratta di due colate, una più antica, di cui si hanno notizie in letteratura, l'altra più recente, che occupano la valle del Fiume Alcantara.*

*La roccia si presenta in superficie molto alterata, non sempre scoriacea, a volte a corde, come nei pressi del ponte sul Fiume Alcantara, lungo la strada che da Castiglione di Sicilia porta a Francavilla. Al taglio fresco, la roccia presenta una massa di fondo di colore variabile dal grigio al grigio-ferro con grossi fenocristalli di plagioclasio, pirosseno e scarsa olivina. Limitati sono gli studi relativi alle lave in titolo; sembra comunque abbastanza certo che l'evento eruttivo sia da riferire ad un sistema eccentrico rispetto al condotto magmatico principale. DI FRANCO (1912) ipotizza che la colata fu obbligata ad attraversare una porzione ristretta della vallata, quindi costretta a restringersi elevandosi in altezza; la parte centrale fu così più libera*



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 scorrere, mentre i fianchi già consolidavano. Nel rapprendersi, la massa centrale, subì forti tensioni che diedero luogo alle strutture colonnari (Gole dell'Alcantara). Conseguenza di ciò fu la tendenza a disgregarsi e a franare; si generò così quella profonda spaccatura (a SO della Gola del Torrente Petrolo) per la quale furono costrette a passare le acque del Fiume Alcantara".*

I riscontri con gli studi più recenti confermano trattarsi di una copertura di vulcaniti recenti a composizione basaltica e morfologia superficiale di tipo "aa" riferibile a due distinti episodi eruttivi del Sistema del Piano i cui prodotti si inseriscono nella formazione di Torre del Filosofo (CATALANO, 2009). Le prime sono riconducibili all'attività effusiva di Monte Moio, apparato eruttivo eccentrico che si è formato sulla sinistra orografica del Fiume Alcantara, mentre per le seconde non è più possibile individuare il centro di emissione ormai ricoperto da spandimenti lavici più recenti.

La colata di Monte Moio si è riversata entro il corso del Fiume Alcantara arrestandosi all'altezza dell'abitato di Francavilla di Sicilia, quella dell'Alcantara si è anch'essa riversata entro il corso del Fiume Alcantara, seppellendo la colata di Monte Moio ed in seguito, superato il fronte di questa, occupandone tutto il corso fino alla foce di Capo Schisò che costituisce il fronte subaereo dello spandimento, mentre i fronti più avanzati si localizzano in mare ad una distanza di circa 3 km dalla costa (DEL NEGRO & NAPOLI, 2002).

L'insieme è schematizzabile come un ammasso, prevalentemente roccioso, in cui volumi a struttura lapidea e variabile fratturazione si ritrovano caoticamente associati, verticalmente e lateralmente, a volumi costituiti da brecce autoclastiche eterometriche a granulometria da sabbiosa a ghiaiosa fino a blocchi, a volte di grandi dimensioni, tutti a spigoli vivi e struttura scoriacea normalmente a letto ed ai fianchi dello spandimento (Foto 3)

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 3 - Particolare di un affioramento della colata dell'Alcantara in cui l'azione fluviale ha eroso i volumi più incoerenti: la morfologia residua è priva di qualunque regolarità. In primo piano si notano i resti di lenti di breccie quasi completamente dilavate**

All'interno del fiume Alcantara la colata è stata erosa, lungo tutto il suo spessore. L'asportazione dei volumi incoerenti e delle porzioni lapidee più scomposte ha messo a nudo il nucleo più interno della colata costituito dalle strutture colonnari che rappresentano l'aspetto più noto e spettacolare di questo comparto dell'Alcantara. L'ammasso è pertanto fittamente attraversato da una rete di discontinuità di cui le più frequenti derivano dagli effetti della contrazione termica che la colata subisce durante il raffreddamento e che riescono a disarticolare l'insieme anche durante la fase plastica (Foto 4).

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 4 - Sezione esposta dell'interno della colata dell'Alcantara in cui è evidente la suddivisione in prismi del volume deformati dalle spinte generate dai meccanismi di messa in posto. Si notano fratture secondarie, subortogonali alle prime, derivate da stress compensativi di tipo meccanico susseguenti il raffreddamento**

Un sistema secondario si innesca dopo il completo irrigidimento dell'ammasso che si adatta, fratturandosi in campo fragile, a stress compensativi innescati dall'interazione tra i volumi di terreno neoformati ed il substrato di scorrimento.

La coesione dell'insieme è pertanto affidata all'incastro tra i prismi ed alle forze di attrito che si attivano lungo i piani di discontinuità che attraversano l'ammasso.

### *Depositi di spiaggia*

I depositi di spiaggia affiorano con continuità lungo la costa taorminese formando una stretta piana litorale che si assottiglia nei settori dove si riscontrano falesie.

Dal punto di litologico si tratta di sabbie e ghiaie eterometriche poligeniche, con ciottoli molto arrotondati, e scarsissimo limo.



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

### *Depositi alluvioni attuali e recenti*

Le alluvioni attuali costituiscono i depositi presenti nel greto dei torrenti soggetti al continuo rimaneggiamento da parte delle acque torrentizie, pertanto, totalmente incoerenti, quelle recenti si trovano terrazzate, entro la valle stessa dei corsi d'acqua, lateralmente all'alveo di piena.

Si trattasi di limi sabbiosi, sabbie e ghiaie poligeniche a clasti eterometrici con la tipica stratificazione incrociata e lenticolare, talvolta interrotta da orizzonti limoso argillosi. L'area di provenienza dei granuli mostra prevalenze dipendenti dai tipi litologici affioranti nelle immediate adiacenze. Non infrequente il reperimento, entro il greto, di grossi blocchi rocciosi, testimonianza dell'energia fluviale nei periodi di piena.

Il grado di porosità è variabile sia orizzontalmente che verticalmente, in dipendenza di una maggiore o minore concentrazione di limo e/o argilla.

### *Detrito di versante*

Nello studio geologico di supporto alla variante di P.R.G. tali depositi non sono stati presi in considerazione sebbene i dati derivabili dalla cartografia geologica disponibile indicano la presenza di diverse aree di accumulo di detriti di versante, localizzate alla base dei rilievi della dorsale taorminese, in quei comparti dove l'acclività si riduce. La descrizione di seguito riportata deriva da quanto desumibile dai dati bibliografici integrati con quelli disponibili per aree simili adiacenti a quella in esame.

I terreni del substrato sono ricoperti da una diffusa, anche se discontinua, copertura di materiali detritici derivati dalla degradazione dei litotipi affioranti nelle aree più acclivi, dall'erosione dei fianchi dei canali delle linee d'impluvio e dalla progressiva denudazione dei versanti.

Normalmente le coltri detritiche si presentano discontinue e con spessori tali da non renderne possibile la restituzione cartografica. Al contrario, in particolari situazioni morfologiche, caratterizzate da elevata riduzione dell'acclività, possiedono un considerevole sviluppo areale, talvolta con spessori anche rilevanti, assumendo, pertanto, particolare importanza ai fini della stabilità dei versanti.



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

Dal punto di vista litologico e granulometrico si tratta di detriti grossolani di natura arenacea ad elementi eterometrici con spigoli vivi irregolarmente dispersi in una abbondante matrice sabbioso argillosa, con frequenti inclusioni di grossi blocchi di dimensioni superiori al decimetro.

#### 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.

Dall'esame degli elaborati dello studio geologico alla variante di PRG, e della cartografia del PAI Sicilia e di quanto disponibile in bibliografia è stato possibile derivare, per tutto il territorio comunale di Taormina, 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. Scarpe 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.

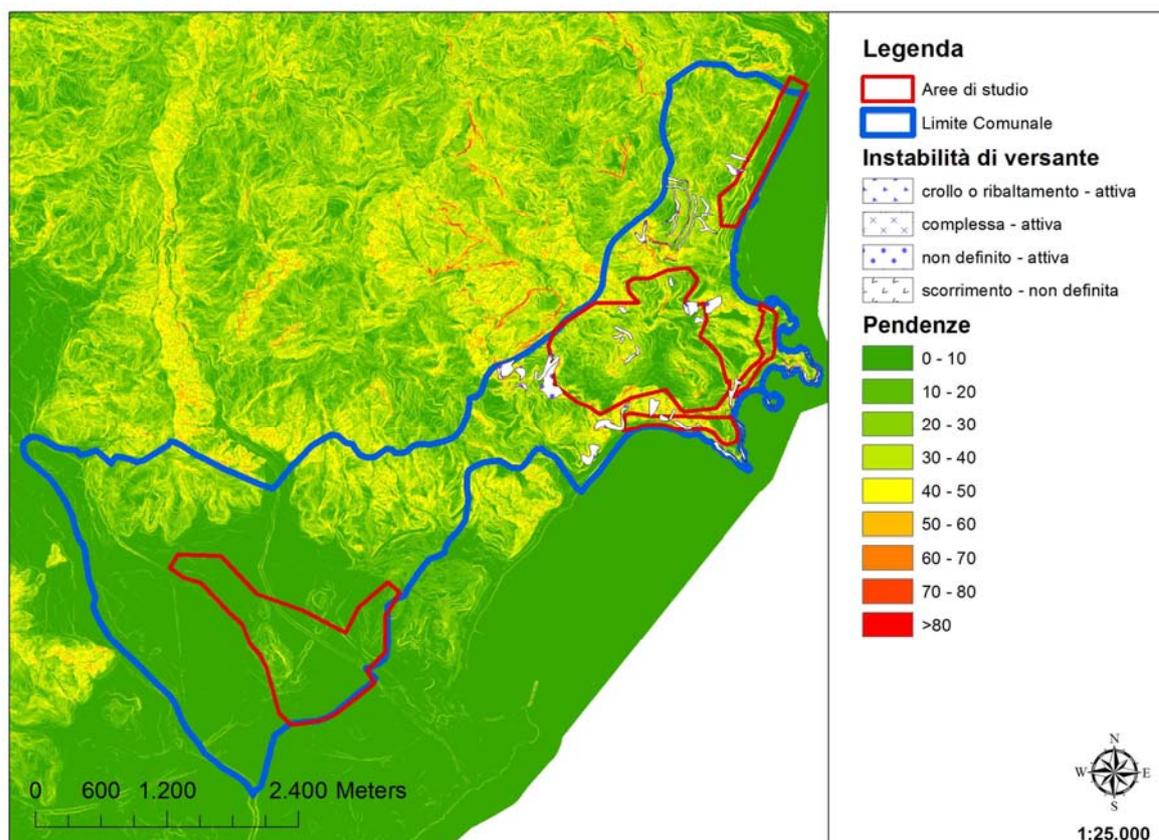


Figura 4 – Carta delle pendenze e dei dissesti geomorfologici

Descrizione	Numero
Orlo di scarpata morfologica (10-20m)	92
Orlo di scarpata morfologica (>20m)	15
Cresta	2
Picchi isolati	4

Tabella 1 – Trasposizione analitica degli elementi geomorfologici individuati



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

Per la selezione areale di Taormina, qui in esame, sono stati censiti 42 dissesti: gli eventi più frequenti risultano di crollo o ribaltamento (22), seguiti da eventi provocati da erosione accelerata (18) e modestissime le altre tipologie.

La tabella seguente (Tabella 2) esibisce i dati raccolti raggruppati per tipologia di dissesto.

Tipo dissesto	N° totale	Superficie Totale (mq)
Crollo o ribaltamento	22	130924
Scorrimento	1	2988,3
Area a franosità diffusa	1	10587,5
Dissesti conseguenti ad erosione accelerata	18	147841,3

Tabella 2 – Trasposizione analitica della aree in dissesto individuate

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.

In generale la fisiografia è condizionata dalle caratteristiche litologiche dei terreni affioranti che determinano la risposta geomorfologica agli agenti morfoevolutivi. Nel comparto areale esaminato le formazioni presenti, per la maggior parte di natura calcarea e cristallina, conferiscono al paesaggio un aspetto aspro ed accidentato con versanti scoscesi e pendenze molto accentuate che tendono alla verticalità. Le successioni delle varie Unità tettoniche, in conseguenza agli sforzi tettonici subiti, sono interessate da vari ordini di fratturazione che suddividono la roccia in grossi blocchi, di forma e volume variabile, mutuamente incastrati. Nei volumi apicali la rete di discontinuità tende a diventare più fitta suddividendo minutamente gli ammassi rocciosi, con il risultato della produzione di frammenti disarticolati che alimentano le coltri detritico colluviali, le quali tendono ad accumularsi verso il basso, denudando gli affioramenti più integri.

Appare evidente, infatti, la rilevanza della densità del reticolo di discontinuità presente nei volumi più fratturati che conferisce alla roccia caratteristiche di coerenza



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 compattezza più tipiche di un ammasso detritico che di una formazione integra e continua, come dimostra anche la tipologia dei dissesti di seguito analizzati.

Nel caso del territorio comunale di Taormina, che per quanto visto in precedenza, rappresenta un'area interessata da elevati tassi di sollevamento recente, i processi erosivi risultano particolarmente intensi come dimostrato dalla frequenza delle forme di versante riconducibili quasi sempre a fenomeni di reincisione fluviale di tipo regressivo conseguente abbassamento del livello di base.

I fenomeni di reincisione provocano la rottura dell'equilibrio morfodinamico raggiunto dal versante, determinato dal complessivo aumento di pendenza, che si traduce in movimenti di massa nelle aree più acclivi e meno coese.

Nei settori di accumulo dei materiali detritici la morfologia diventa più articolata per la sovrapposizione all'aspetto rupestre dei versanti denudati delle forme più dolci e delle pendenze più moderate degli accumuli detritici.

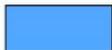
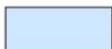
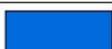
E' utile segnalare, in riferimento alla carta delle acclività elaborata (Figura 4), e come già notato in precedenti lavori (LENTINI *et al.*, 1996), la presenza di evidenze che le ultime fasi di sollevamento non si sono tradotte nel modellamento dei versanti, soprattutto nelle aree di affioramento dei litotipi più competenti (calcari, arenarie, metamorfiti), che pertanto si attestano ancora ad elevati valori di acclività. In questi casi i volumi più fratturati degli ammassi si trovano in condizioni di metastabilità e potenzialmente in grado di attivare movimenti di massa.

#### 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.

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**

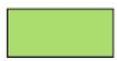
Terreni di copertura		
	RI	Terreni contenenti resti di attività antropica
	GW	Ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbie
	GP	Ghiaie pulite con granulometria poco assortita, miscela di ghiaia e sabbia
	GM	Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo
	GC	Ghiaie argillose, 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 Taormina sono stati classificati nel modo seguente.

**A) Substrato geologico di tipo “Lapideo” (LP):** litofacies metamorfiche delle seguenti Unità:

- *Unità di Capo S. Andrea;*
- *Unità di Taormina;*
- *Unità di S. Marco d'Alunzio.*

Semiscisti cloritico-sericitici grigio-nerastri a tessitura scistosa, con vene e noduli di quarzo e semimetamorfiti grafitiche e intervalli di metareniti. Tutti i litotipi si presentano intensamente fratturati.



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

**B) Substrato geologico di tipo “Lapideo Stratificato” (LPS):** litofacies calcaree, marnose, calcareo marnose e dolomitiche delle seguente Unità:

- *Unità di capo S. Andrea;*
- *Unità di Taormina.*

**C) Substrato geologico di tipo “Alternanza di Litotipi Stratificato” (ALS):** litofacies argillose, argilloso arenacee e marnose delle seguenti Unità:

- *Flysch di Capo d'Orlando;*
- *Formazione di S. Pier Niceto;*
- *Serie Gessoso solfifera.*

**D) Substrato geologico di tipo “Coesivo Sovraconsolidato” (CO):** argille scagliose policrome della seguente Unità:

- *Unità Antisicilide.*

Classificate sulla base di alcune prove di laboratorio riportate nello studio geologico di supporto alla variante di P.R.G.

**E) Terreni di copertura classificati come “Sabbie pulite e ben assortite, sabbie ghiaiose” (SW)** delle seguenti formazioni:

- Depositi marini terrazzati;
- Depositi alluvionali terrazzati.

**F) Terreni di copertura classificati come “Colate laviche” (LP)** della seguente formazione:

- Formazione di Torre del Filosofo;

Si fa osservare che l'analisi delle caratteristiche litologiche delle colate laviche ha evidenziato la difficoltà di classificare queste in completa aderenza agli ICMS. Si tratta, infatti, di ammassi rocciosi che sebbene a struttura lapidea risultano completamente disarticolati e caoticamente associati a terreni incoerenti autoclastici ed alluvionali, senza direzioni privilegiate di miglioramento geomeccanico come invece accade per il substrato geologico vero e proprio.



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

Dal punto di vista della risposta sismica, stante in questo caso anche il limitato spessore, ne è stato previsto un comportamento dinamico comparabile a quello di un terreno di copertura poco coerente. Tale ipotesi è compatibile con i risultati ottenuti dalle misure di rumore sismico più avanti illustrati.

**H) Terreni di copertura classificati come “Ghiaie pulite con granulometria poco assortita, miscela di ghiaia e sabbia” (GP) della seguente formazione:**

- Depositi di spiaggia.

**I) Terreni di copertura classificati come “Ghiaie limose, miscele di ghiaia, sabbia e limo” (GM) della seguente formazione:**

- Depositi alluvionali attuali e recenti.

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

Categorie	Sottocategorie	Litotipi
<b>Substrato rigido o non rigido</b>	Lapideo (LP)	Unità di Taormina
		Unità di San Marco d'Alunzio
		Unità di Capo Sant'Andrea
	Coesivo sovra consolidato (CO)	Unità Antisicilide
	Lapideo stratificato (LPS)	Successioni sedimentarie delle Unità di Taormina, Capo S. Andrea e S. Marco d'Alunzio
	Alternanza di litotipi stratificata (ALS)	Flysch di Capo d'Orlando
Marne e argille gessose		
Marne argillose grigio-azzurre		
<b>Terreni di copertura</b>	Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo (GM)	Depositi alluvionali attuali e recenti
	Ghiaie pulite con granulometria poco assortita, miscela di ghiaia e sabbia (GP)	Depositi di spiaggia

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

	Lapideo (LP)	Colate di M. Moio e dell'Alcantara
	Sabbie pulite e ben assortite, sabbie ghiaiose(SW)	Depositi marini terrazzati
		Depositi alluvioni terrazzati

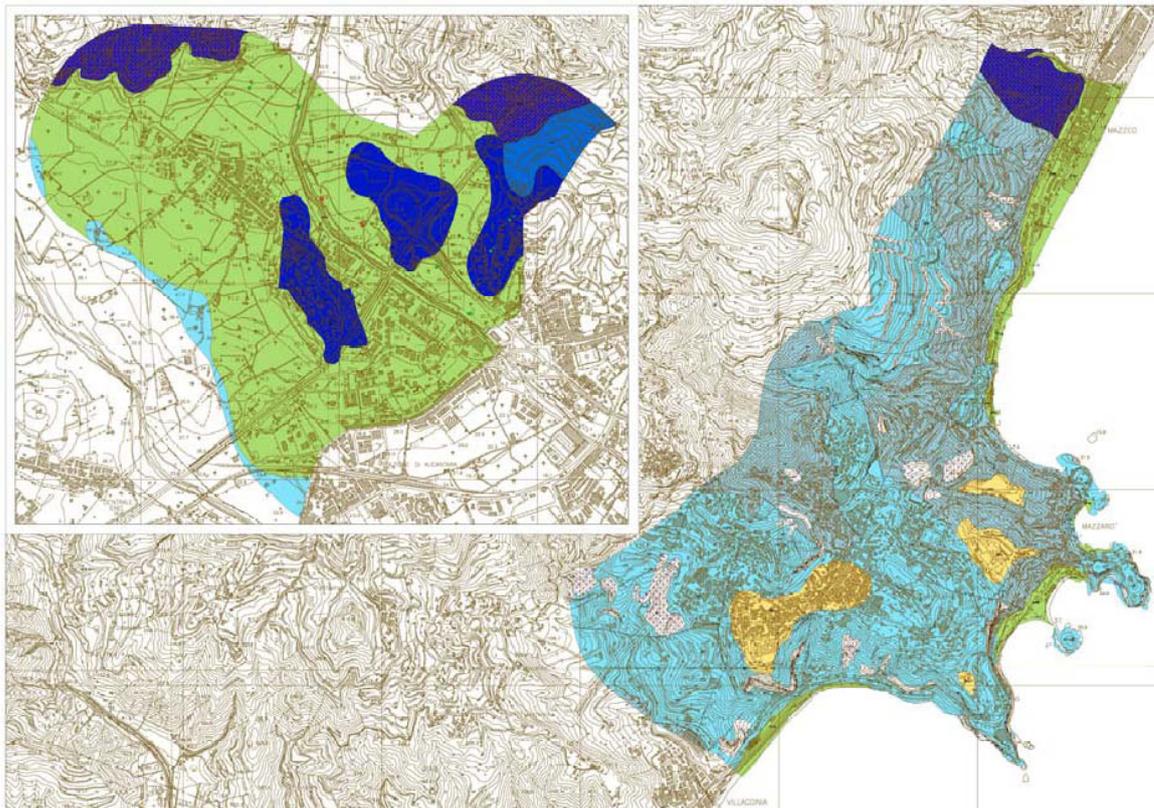


Figura 7 – Carta geologico tecnica



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

## 5 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE ED EVENTI DI RIFERIMENTO

La “pericolosità sismica di base”, più generalmente indicata semplicemente pericolosità sismica, costituisce l'elemento di conoscenza primario per la valutazione delle azioni sismiche attese.

La pericolosità sismica di un generico sito deve essere descritta con un sufficiente livello di dettaglio, in termini sia spaziali sia temporali. I relativi risultati sono forniti, in corrispondenza dell'area considerata, come valori di accelerazione orizzontale massima  $a_g$ , riferita ad un sito rigido orizzontale ( $V_s > 800$  m/s), e per diverse probabilità di superamento e/o diversi periodi di ritorno.

L'azione sismica così individuata viene successivamente variata, per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo e dalla morfologia della superficie topografica. Tali modifiche riguardano gli studi di risposta sismica locale.

La valutazione della pericolosità sismica deve derivare da studi estesi a livello nazionale, su dati aggiornati, con procedure e metodologie validate che devono essere rese pubbliche in modo da consentire la riproduzione dell'intero processo.

Dal catalogo CFTI04MED sono stati considerati gli eventi sismici storici sotto descritti, ricostruiti dalle fonti con sufficiente attendibilità, ritenuti rappresentativi dello stile sismico dell'area in studio (GUIDOBONI *et al.*, 2007).

In Italia i risultati ufficialmente accreditati, relativamente ai più recenti studi di pericolosità sismica sono quelli disponibili nel Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI 11 di ROVIDA *et al.*, 2011) che fa uso delle tecniche di ricerca ed analisi dei dati di base più avanzati e utilizza i dati derivati dal Data Base Macrosismico Italiano 11 (DBMI11 di LOCATI *et al.*, 2011) che oggi è già alla sua terza versione pubblica.



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

## 5.0 Sismicità storica della Sicilia orientale e Calabria meridionale

Il quadro della sismicità, che in epoca storica ha interessato la Sicilia Orientale e Calabria meridionale, aree di riferimento per il presente studio, si può utilmente derivare dai cataloghi sismici:

CFTI04MED (Guidoboni *et al.*, 2007);  
DBMI11 (Locati *et al.* 2011);  
CPTI11 (Rovida *et al.* 2011).

Nella Figura 8 e Figura 9, estratte dal CPTI11, è mostrata la distribuzione degli epicentri dei terremoti avvenuti nell'area considerata nell'intervallo temporale 1000-1899 (Figura 8) e 1900-2006 (Figura 9) con un' indicazione della classe di magnitudo  $M_w$  (Magnitudo momento).

In Figura 10 sono riportate le massime intensità risentite per ogni località della Sicilia orientale e della Calabria meridionale estratte dal catalogo DBMI11 che contiene 86071 MDP (Macroseismic Data Points) relativi a 1684 terremoti avvenuti dopo il 1000.

I dati sono riferiti a 15416 località e ad ogni punto riportato in figura è associata la massima intensità risentita.



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

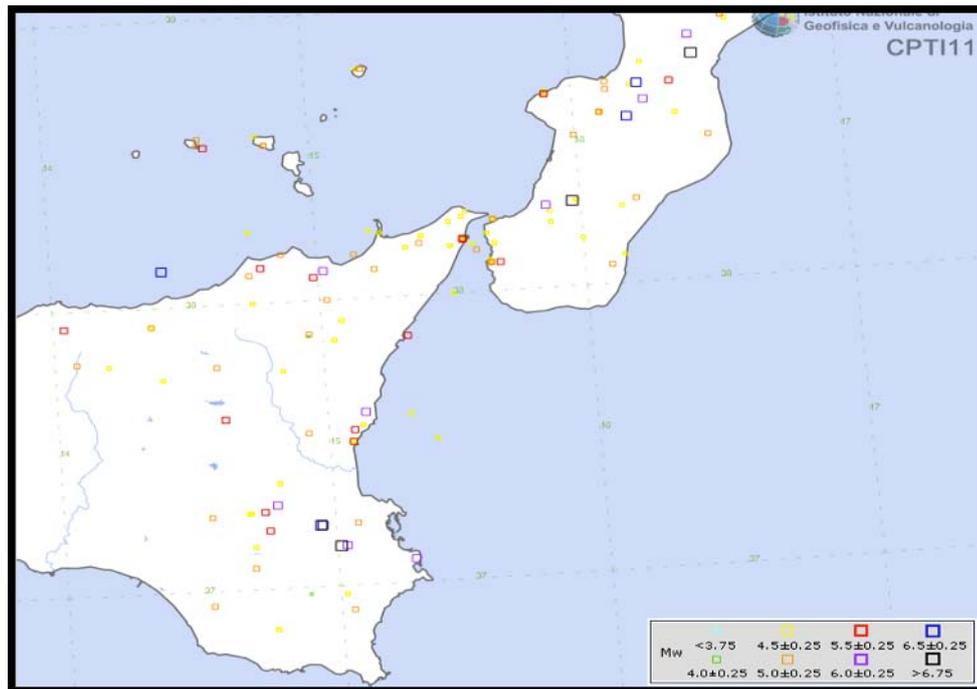


Figura 8 – Distribuzione degli epicentri dei terremoti della Sicilia orientale e della Calabria meridionale nell'intervallo temporale 1000-1899 (CPT111, Rovida *et al.*, 2011)



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

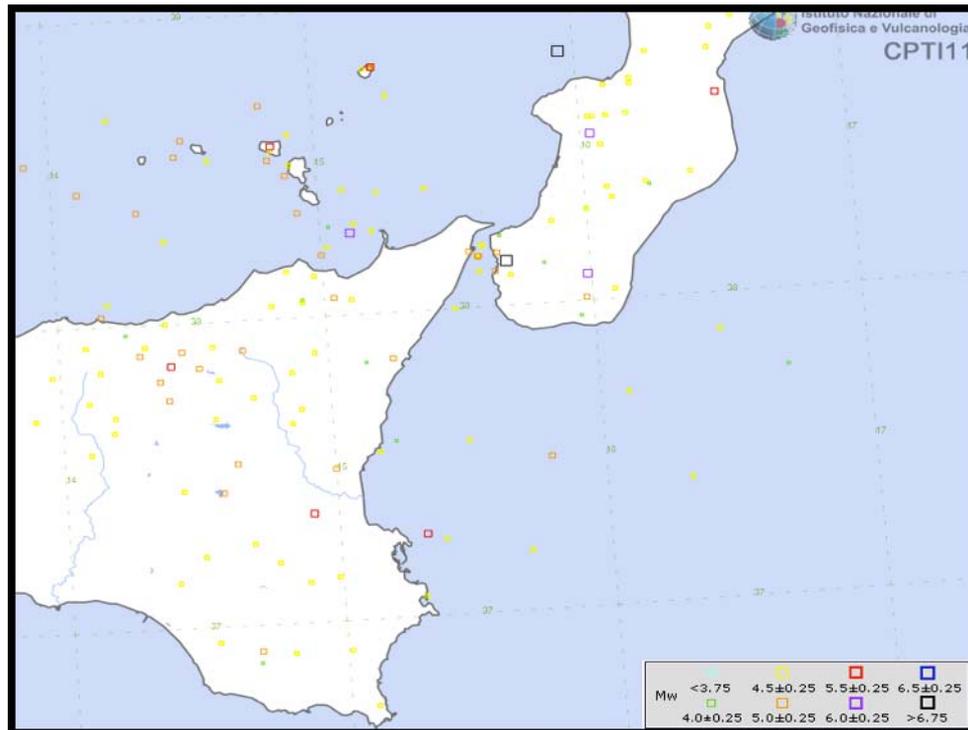
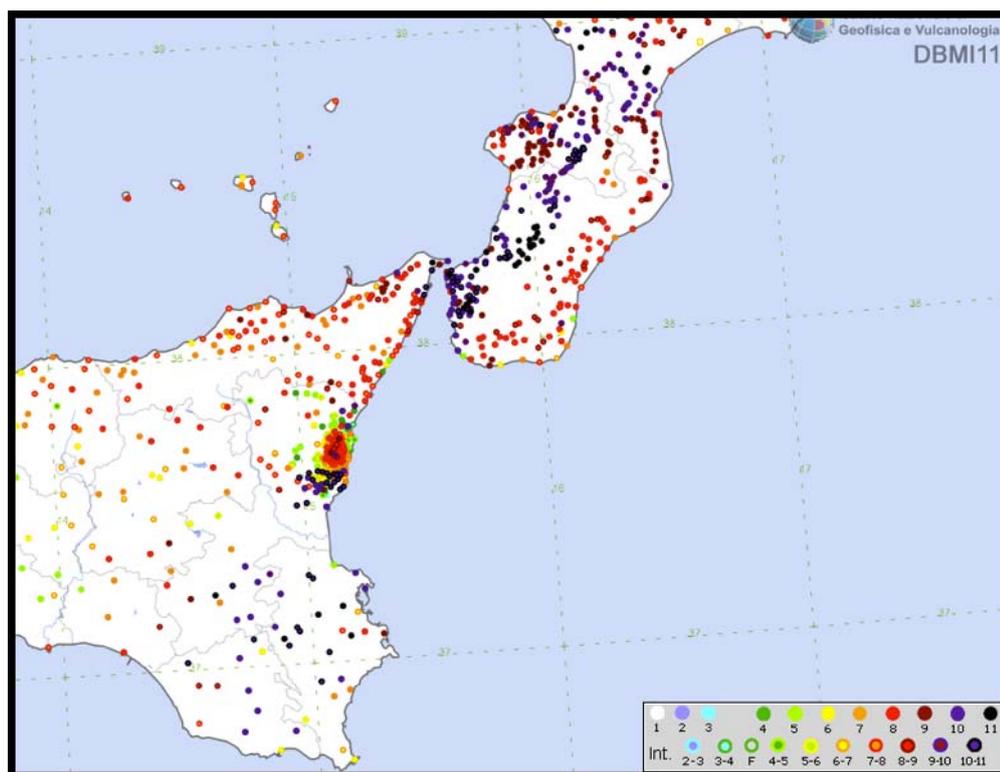


Figura 9 – Distribuzione degli epicentri dei terremoti della Sicilia orientale e della Calabria meridionale nell'intervallo temporale 1900-2006 (CPT111, Roviola *et al.*, 2011)



**Figura 10 – Massime intensità risentite per ogni località della Sicilia orientale e della Calabria meridionale (DBMI11, Locati *et al.*, 2011)**

Dei numerosi terremoti che hanno colpito la Sicilia orientale prima del XVI secolo, si hanno informazioni lacunose ed insufficienti alla ricostruzione del campo macrosismico e degli effetti del sisma sull'ambiente. Dal catalogo CFT104MED si sono considerati gli eventi sismici storici sotto descritti, ricostruiti dalle fonti con sufficiente attendibilità, ritenuti rappresentativi dello stile sismico dell'area in studio.

Sono terremoti che è possibile mettere in relazione alle strutture sismogenetiche presenti nella Sicilia orientale e che hanno avuto effetti macrosismici significativi nelle aree colpite. La magnitudo macrosismica equivalente  $M_e$  (Gasperini e Ferrari, 1995, 1997), riportata nel citato catalogo, è stata calcolata attraverso il metodo delle aree di risentimento che si basa su un adeguato campionamento 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

campo macrosismico, pertanto, in relazione a questi eventi può essere ritenuta sufficientemente attendibile.

**Terremoto del 10.12.1542, ore 15:15, lat=37.23, lon=14.92,  $I_{max}=10$ ,  $M_e=6.9$ :** il terremoto fu avvertito in tutta la Sicilia e colpì in particolare l'entroterra collinare e montuoso degli Iblei. I danni maggiori si rilevano in un'area di circa 6000 kmq, comprendente Melilli, Occhiolà, Lentini, Sortino, Avola, Buccheri, Ferla, Giarratana, Monterosso Almo, Palazzolo Acreide e Vizzini, dove molti edifici crollarono o divennero completamente inagibili. Le massicce distruzioni furono favorite dalle morfologie urbanistiche, che avevano come comune denominatore la discontinuità altimetrica, e l'irregolarità delle murature degli edifici costruiti in varie fasi. In alcuni paesi, in particolare a Sortino e a Lentini, i danni furono aggravati da frane e scoscendimenti e dal cedimento dei terreni di fondazione. Danni di notevole entità si ebbero anche a Siracusa, per la quale è stato possibile localizzare le aree urbane più danneggiate, e a Catania; danni più leggeri si verificarono ad Agrigento. La scossa fu sentita a Messina, a Trapani e, fortemente, a Palermo.

**Terremoto del 25.08.1613, ore 05:00, lat=38.117, lon=14.783,  $I_{max}=9$ ,  $M_e=5.6$ :** il terremoto avvenne all'alba del 25 agosto (alla latitudine della Sicilia settentrionale, all'incirca le ore 5:00 GMT). Gli effetti più gravi risultarono concentrati nella città di Naso, dove crollarono oltre 200 abitazioni e tutte le altre furono gravemente danneggiate. I morti furono 103 (53 persone morirono nel crollo della chiesa di S.Pietro dei Latini); numerosi i feriti. A Messina la scossa fu sentita violentemente e con grande panico, e causò qualche leggero danno.

**Terremoto del 11.01.1693, ore 13:30, lat=37.42, lon=15.05,  $I_{max}=11$ ,  $M_e=7.5$ :** (Figura 11) il terremoto del gennaio 1693 colpì un territorio vastissimo, in due riprese, a distanza di due giorni. La prima scossa avvenne il 9 gennaio alle ore 4:30 italiane (21:00 GMT ca.). Nonostante le difficoltà incontrate nel distinguere gli effetti di questo primo evento da quelli del terremoto successivo, è stato possibile delineare, in maniera soddisfacente, il quadro complessivo degli effetti. La seconda scossa avvenne l'11 gennaio alle ore 21 italiane (13:30 GMT ca.). Gli effetti furono catastrofici anche perché si sovrapposero in parte a quelli della scossa precedente. L'area colpita fu tuttavia molto più vasta: un intero territorio di oltre 14000 kmq, considerando solo l'area dei danni maggiori, fu sconvolto; complessivamente danni di rilievo sono stati riscontrati in un'area che va dalla Calabria meridionale a Palermo e all'arcipelago maltese. Ovviamente l'ampiezza totale dell'area di risentimento è sconosciuta perché il mare limita il riscontro degli effetti osservabili; tuttavia, sembra accertato che la



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

scossa fu avvertita sensibilmente nella Calabria settentrionale e sulla costa tunisina. Tutte le città più importanti della Sicilia sud orientale furono sconvolte. Catania fu quasi interamente distrutta, così come Acireale e tutti i piccoli insediamenti sparsi sul versante orientale dell'Etna. Distruzioni vastissime si verificarono in tutti i centri della Val di Noto: Vizzini, Sortino, Scicli, Ragusa, Palazzolo Acreide, Modica, Melilli, Lentini, Ispica, Occhiolà, Carlentini, Avola, Augusta, Noto. Crolli molto estesi subirono Siracusa, Caltagirone, Vittoria, Comiso. In complesso sono 70 i centri nei quali si verificarono danni uguali o maggiori al IX grado MCS. Crolli e danni gravi subirono anche Messina ed alcuni centri della costa nord-orientale, fra cui Patti e Naso; lesioni e crolli parziali si ebbero a Palermo, Agrigento, Reggio Calabria e, più gravi, a Malta; danni più leggeri, si ebbero in alcuni centri della Calabria meridionale.

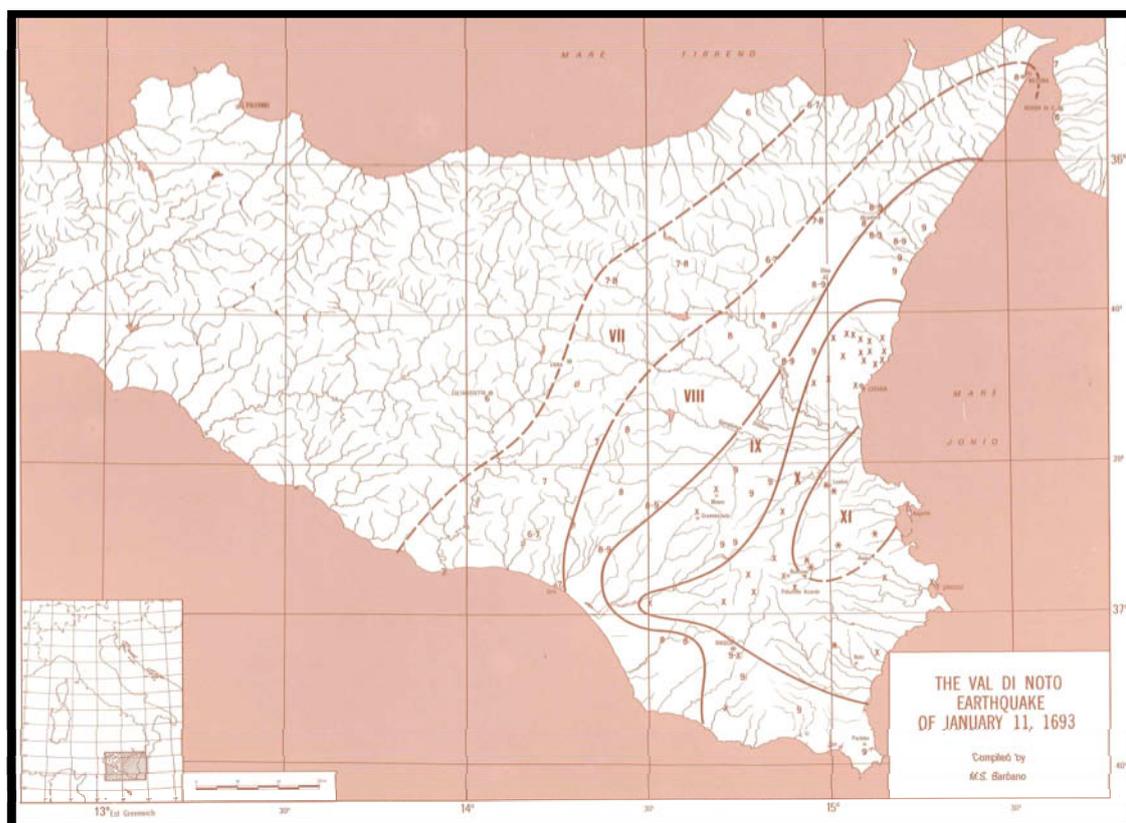


Figura 11 – Campo macrosismico del terremoto del 11/01/1693 (C.N.R., P. F. G. - Postpischl editor, Atlas of Isoseismal maps of Italian Earthquakes, Bologna 1985)



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

**Terremoti del 1783,  $I_{max}=9.5$ ,  $M_e=6.2$ :** (Figura 12, Figura 13, Figura 14) il 5 febbraio 1783 iniziò un periodo sismico, protrattosi per più di tre anni, che presentò 5 massimi di attività: 5 febbraio, 6 febbraio, 7 febbraio, 1 marzo e 28 marzo 1783, e varie centinaia di scosse minori, che ebbero effetti cumulativi devastanti su un territorio di varie migliaia di kmq. In meno di due mesi, a partire dal 5 febbraio fino al 28 marzo, gli epicentri delle scosse principali si spostarono dalla regione dell'Aspromonte all'istmo tra il golfo di Sant'Eufemia e il golfo di Squillace. La scossa del 5 febbraio 1783 ebbe un'area di risentimento estesa a tutta la Sicilia ed a gran parte dell'Italia meridionale, dalla costa amalfitana al Salento. L'area dei maggiori effetti si situa nel versante tirrenico dell'Appennino calabrese, in una regione corrispondente ai Piani d'Aspromonte e alla Piana di Gioia Tauro, delimitata a sud dal massiccio aspromontano e a nord dalla catena delle Serre. Il terremoto ebbe effetti devastanti in 25 paesi; in altri 23 ci furono crolli estesissimi; in 49 località vi furono crolli gravi diffusi; altre 117 località subirono effetti distruttivi. La scossa del 6 febbraio 1783 causò danni gravissimi a Scilla e a Messina; la scossa del giorno successivo, 7 febbraio, fu avvertita in una vasta area compresa tra Messina e Matera e causò nuove distruzioni nei centri dei Piani d'Aspromonte e della Piana di Gioia Tauro, già gravemente danneggiati dalla scossa del 5 febbraio. L'area epicentrale di questa scossa si spostò in direzione nord – est rispetto a quelle dei terremoti precedenti, verso le valli del Mesima e del Marepotamo, sul versante tirrenico della catena delle Serre. Il terremoto fu completamente distruttivo in 20 località; altre 28 subirono crolli gravi diffusi; in 47 località causò effetti distruttivi diffusi. La scossa dell'1 marzo 1783 fu avvertita in un'ampia regione compresa tra Messina e Scalea e, rispetto ai precedenti eventi sismici, ebbe l'area dei massimi effetti spostata ancora più a nord, lungo la dorsale appenninica. A causa di questa scossa si ebbero effetti distruttivi a Polia e a Poliolo e danni molto gravi a Castelmonardo e Francavilla Angitola, centri del bacino dell'Angitola. La scossa del 28 marzo fu sentita in tutta l'Italia meridionale, dalla Sicilia a Napoli, alla Puglia meridionale. L'area dei massimi effetti è collocata nella regione istmica a sud di Catanzaro, sia sul versante ionico sia su quello tirrenico: rappresenta la localizzazione più settentrionale tra le aree di maggiore danneggiamento dell'intero periodo sismico. La scossa ebbe effetti catastrofici in 12 località; altre 25 subirono effetti distruttivi; gravi danni si registrarono in 71 paesi. La scossa del 26 aprile 1783, in precedenza classificata di VIII – IX grado MCS, causò danni soltanto a Milazzo e fu sentita fortemente a Messina; si tratta perciò di un evento piuttosto marginale e notevolmente sovrastimato. La successione delle violentissime scosse avvenute tra il 5 febbraio e il 28 marzo 1783, caratterizzata da una migrazione degli epicentri lungo la catena appenninica in direzione nord – est, diede luogo ad ampie aree 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

sovrapposizione degli effetti distruttivi. Il quadro degli effetti che si è delineato è quindi, per alcune località, il risultato dell'azione cumulativa di più scosse. Quando la documentazione lo ha consentito, sono stati distinti gli effetti di danno relativi ai singoli eventi sismici. Rimane tuttavia aperta la questione relativa alla eventuale sovrastima dei danni, non quantificabile, indotta dalla vulnerabilità di un patrimonio edilizio fortemente indebolito da numerosissime e ravvicinate scosse e già di per sé di cattiva qualità.

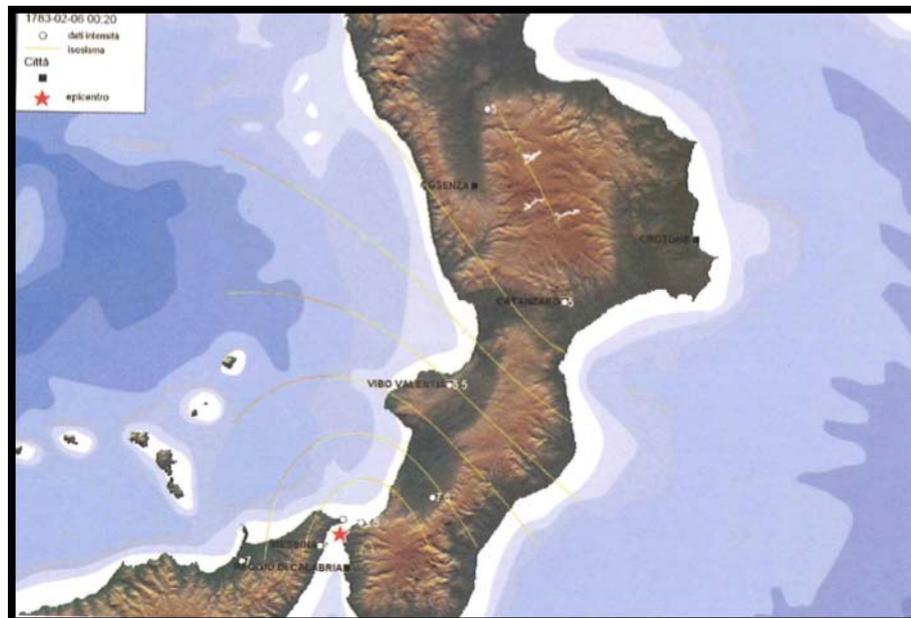


Figura 12 – Campo macrosismico del terremoto del 06/02/1783 (Tiberti *et al.*, 2006)



Figura 13 – Campo macrosismico del terremoto del 07/02/1783 (Tiberti *et al.*, 2006)



Figura 14 – Campo macrosismico del terremoto del 28/03/1783 (Tiberti *et al.*, 2006)



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

**Terremoto del 10.03.1786, ore 14:10, lat=38.1, lon=15.017,  $I_{max}=9$ ,  $M_e=6.2$ :** la scossa avvenne alle ore 20:45 italiane (14:10 GMT ca.) del 10 marzo e colpì soprattutto le località della Sicilia settentrionale affacciate sul golfo di Patti. Gravi distruzioni si ebbero, in particolare, a Oliveri, San Piero Patti e Scala; crolli e gravi dissesti a Milazzo e a Patti. A Naso furono notevolmente danneggiate 72 case e vari edifici religiosi; a Messina caddero alcuni muri degli edifici in ricostruzione dopo i terremoti del 1783.

**Terremoto del 20.02.1818, ore 18:15, lat=37.60, lon=15.12,  $I_{max}=9.5$ ,  $M_e=6.2$ :** (Figura 15) la scossa del 20 febbraio avvenne alle ore 1:10 italiane (18:15 GMT ca.); interessò la regione etnea e fu avvertita fortemente in tutta la Sicilia e, più leggermente, nella Calabria meridionale e a Malta. Gli effetti più gravi riguardarono l'immediato entroterra di Acireale: le borgate di Aci Consolazione e Aci Santa Lucia furono pressoché completamente distrutte; crolli estesi a gran parte dell'abitato si verificarono ad Aci Catena, Aci Platani, Aci San Filippo e Aci Sant'Antonio. Complessivamente quasi 60 centri subirono crolli di edifici o danni generalizzati al patrimonio edilizio, compresi alcuni paesi dei versanti settentrionale e occidentale dell'Etna; in altre 40 località circa avvennero danni più leggeri. In generale, la presenza di scadenti tipologie edilizie amplificò dovunque gli effetti del terremoto. A Catania, in base ai rilievi condotti dall'Intendenza, 1768 case risultarono danneggiate, di queste oltre il 35% furono dichiarate cadenti e dovettero essere puntellate o demolite. La città era stata interamente ricostruita dopo il terremoto del 1693, era quindi "nuova" dal punto di vista dello stato di conservazione del patrimonio edilizio. Le perizie attestano che il terremoto danneggiò edifici caratterizzati da evidenti e gravi difetti di costruzione: molte case non erano dotate di fondamenta sufficientemente solide, altre erano state innalzate o ampliate in un secondo momento, causando uno squilibrio tra la mole delle costruzioni e le fondazioni. L'1 marzo, alle ore 9:30 italiane (2:45 GMT ca.), una seconda violenta scossa colpì la Sicilia orientale, in particolare la regione Iblea, danneggiando gravemente Militello in Val di Catania, Mineo, Ragusa, Vizzini e numerosi altri centri. La scossa causò ulteriori leggeri danni a Catania e fu sentita fortemente nell'acese.

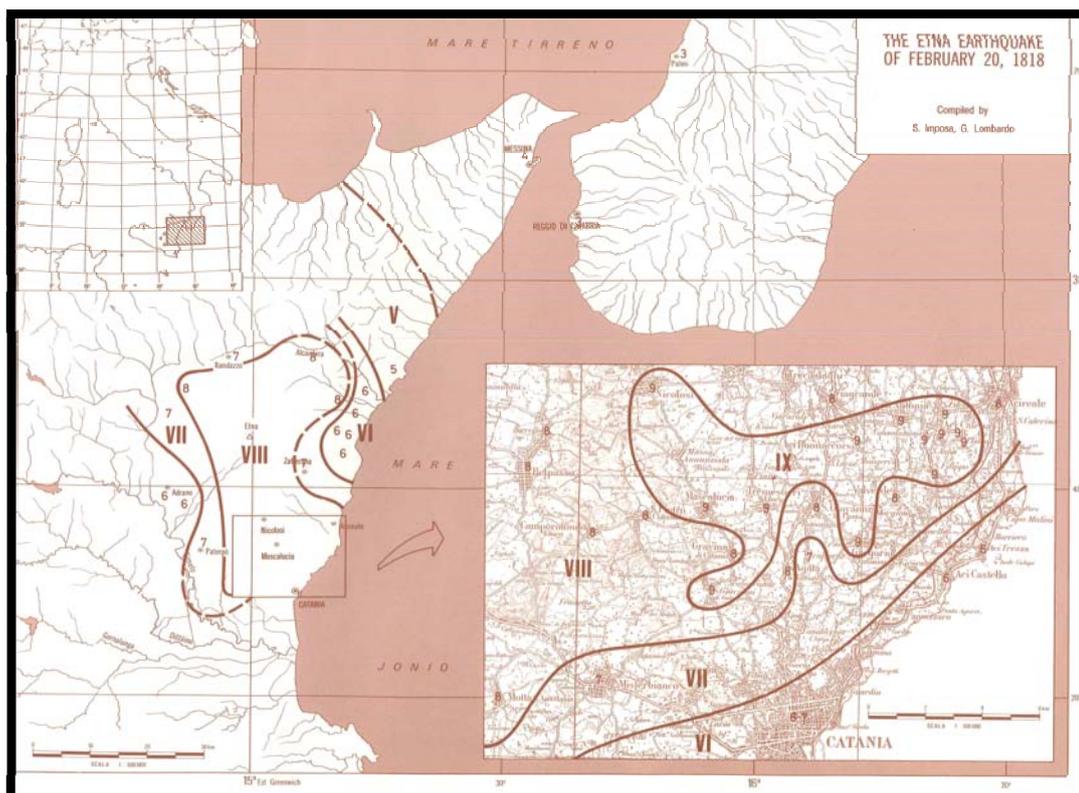


Figura 15 – Campo macrosismico del terremoto del 20/02/1818 (C.N.R., P. F. G. - Postpischl editor, Atlas of Isoseismal maps of Italian Earthquakes, Bologna 1985)

**Terremoto del 08.08.1894, ore 05:16, lat=37.65, lon=15.12,  $I_{max}=9.5$ ,  $M_e=5.1$ :** la scossa principale avvenne alle ore 5:16 GMT e causò effetti distruttivi in un'area ristretta (14 kmq ca.) del versante sud-orientale dell'Etna. Le località più colpite furono alcune borgate e contrade dei comuni di Zafferana Etnea e Acireale (Mazzasette, Pisano, Scacchieri, Fleri, Zerbate) dove gran parte delle abitazioni crollarono o divennero inabitabili. Crolli e gravi lesioni si verificarono in altre 15 località circa. Ad Acireale il terremoto causò leggeri danni in alcuni edifici civili e religiosi; a Catania e in molti centri della provincia fu avvertito fortemente, ma senza danni.

**Terremoto del 08.09.1905, ore 01:43, lat=38.67, lon=16.05,  $I_{max}=10.5$ ,  $M_e=6.9$ :** il terremoto si manifestò con maggiore violenza nell'area compresa fra Aiello, in provincia di Cosenza,



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

fino al massiccio del monte Poro, su cui sono situati Monteleone (l'odierna Vibo Valentia), Triparni, Cessaniti, Piscopio, San Gregorio, Zammarò, Pargheliae Zungri. In 37 paesi i crolli interessarono la grande maggioranza degli edifici, quando non la loro totalità. A Pizzo, molti edifici divennero inabitabili e a Vibo Valentia fu danneggiata soprattutto la parte bassa della città, tanto che le strade furono descritte come un cumulo di macerie. I paesi maggiormente colpiti furono quelli verso la costa tirrenica, fra i capi Suvero e Vaticano; i meno colpiti furono quelli compresi nell'estremità meridionale della Calabria. Danni si verificarono anche alle isole Eolie e in circa 30 comuni della provincia di Messina. Il terremoto fu avvertito distintamente in tutta l'Italia meridionale e nella Sicilia orientale: la scossa fu sentita in modo molto sensibile a Catania, nella zona etnea, ad Augusta e a Siracusa, in modo più leggero fino a Palermo. In Basilicata il terremoto fu avvertito sensibilmente a Rionero in Vulture e a Nova Siri e causò qualche danno a Colobraro; si sentì una forte scossa a Taranto e ad Andria, più leggera a Lecce. La scossa fu avvertita anche a Napoli.

**Terremoto del 28.12.1908, ore 04:20:27, lat=38.15, lon=15.683,  $I_{max}=11$ ,  $M_e=7.1$ :** (Figura 16) il terremoto del 28 dicembre 1908 è considerato uno degli eventi di più elevata magnitudo della storia sismica italiana e, dal punto di vista degli effetti, rappresentò una autentica catastrofe, sia per l'altissimo numero di morti, sia perché distrusse due città importanti come Messina e Reggio Calabria. La ricostruzione del quadro complessivo di un disastro di tale portata è influenzata da alcuni fattori preesistenti. Per comprendere adeguatamente l'impatto di questo evento sismico è infatti necessario ricordare che, se si escludono le due città dello Stretto e poche altre zone più sviluppate, la regione su cui si abbatté il terremoto era un'area caratterizzata da un'economia molto povera. Questo inevitabilmente si ripercuoteva sulla qualità dell'edilizia: i materiali impiegati erano scadenti e le tecniche costruttive molto vulnerabili dal punto di vista sismico; l'età e il degrado dei manufatti erano elevati; la manutenzione scarsa o inesistente. Inoltre, in molte località calabresi, gli effetti di questo terremoto si sovrapposero ai danni, non adeguatamente riparati, dei terremoti degli anni precedenti (1894, 1905 e 1907) aumentando l'entità delle distruzioni. La scossa avvenne alle ore 4:20 GMT e, per quanto riguarda i danni più gravi, colpì un'area di circa 6000 km<sup>2</sup>. In circa 80 località delle province di Messina e Reggio Calabria gli effetti furono devastanti, con distruzioni estese dal 70 al 100% delle costruzioni. Nel Messinese l'area delle distruzioni pressoché totali fu ristretta e comprese, oltre a Messina, 13 località dell'immediato entroterra della città e delle estreme propaggini settentrionali dei monti Peloritani, fino alla costa tirrenica. Per quanto riguarda la città di Messina, il terremoto, con il maremoto e gli incendi che lo seguirono, distrusse



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

completamente il tessuto urbano (abitazioni, edifici pubblici civili ed ecclesiastici, infrastrutture). Le costruzioni che resistettero furono incredibilmente poche: secondo le statistiche ufficiali del Ministero dei Lavori pubblici, soltanto due case risultarono illese. Tutti gli altri fabbricati furono o distrutti totalmente o completamente sventrati: ne rimasero in piedi solo le pareti esterne, mentre crollarono tetti, solai, muri divisorii, scale. In Calabria il terremoto ebbe effetti distruttivi in una regione molto più estesa, comprendente tutto il versante occidentale del massiccio dell'Aspromonte. A Reggio le distruzioni furono di entità leggermente inferiore rispetto a Messina; tuttavia nei rioni più popolari della città i crolli totali furono estesissimi e in molti edifici sprofondarono tutte le strutture interne. Il terremoto fu quasi totalmente distruttivo in diversi centri abitati importanti come Calanna, Sant'Alessio e Sant'Eufemia in Aspromonte, Villa San Giovanni, e in tutte le località della riviera sia a nord che a sud di Reggio, che furono devastate anche dal grande tsunami che seguì la scossa. Distruzioni estese fino a circa il 50% degli edifici furono riscontrate in 35 località, fra cui, in Calabria, alcuni paesi posti sul versante ionico dell'Aspromonte. L'area all'interno della quale gli effetti del terremoto furono gravi, con crolli totali limitati, ma molti edifici gravemente lesionati e resi inabitabili, fu molto vasta e comprese oltre 170 località. Tale area include, in Calabria, la piana di Gioia Tauro, la Grecanica, la Locride e arriva fino alla penisola di capo Vaticano e alle località dell'istmo di Marcellinara, in provincia di Catanzaro; in Sicilia, comprende tutto il versante ionico dei Peloritani fino alle pendici nordorientali dell'Etna. Secondo i dati statistici rilevati dal Ministero dei Lavori pubblici, approssimati per difetto, nelle tre province di Messina, Reggio Calabria e Catanzaro (che all'epoca comprendeva anche l'attuale provincia di Vibo Valentia), le case distrutte o demolite furono oltre 40.000; quelle gravemente danneggiate e rese totalmente o parzialmente inabitabili circa 33.000; quelle lesionate circa 68.000. La popolazione rimasta senza tetto fu certamente superiore a 120.000 persone. Danni più leggeri, con lesioni in genere non gravi e in un numero complessivamente limitato di case o edifici pubblici, furono rilevati in oltre 350 centri abitati sparsi su un'area estesa a nord fino alle province di Crotone e Cosenza; in Sicilia fino ad alcune località delle province di Enna, Caltanissetta, Agrigento e Ragusa. La scossa fu sentita dalle persone in un'area vastissima: in direzione nord fino all'isola d'Ischia ed alla provincia di Campobasso; verso est fino al Montenegro, all'Albania ed alle isole Ionie della Grecia; verso sud fu sensibile fino all'arcipelago maltese; ad ovest fino a Ustica.

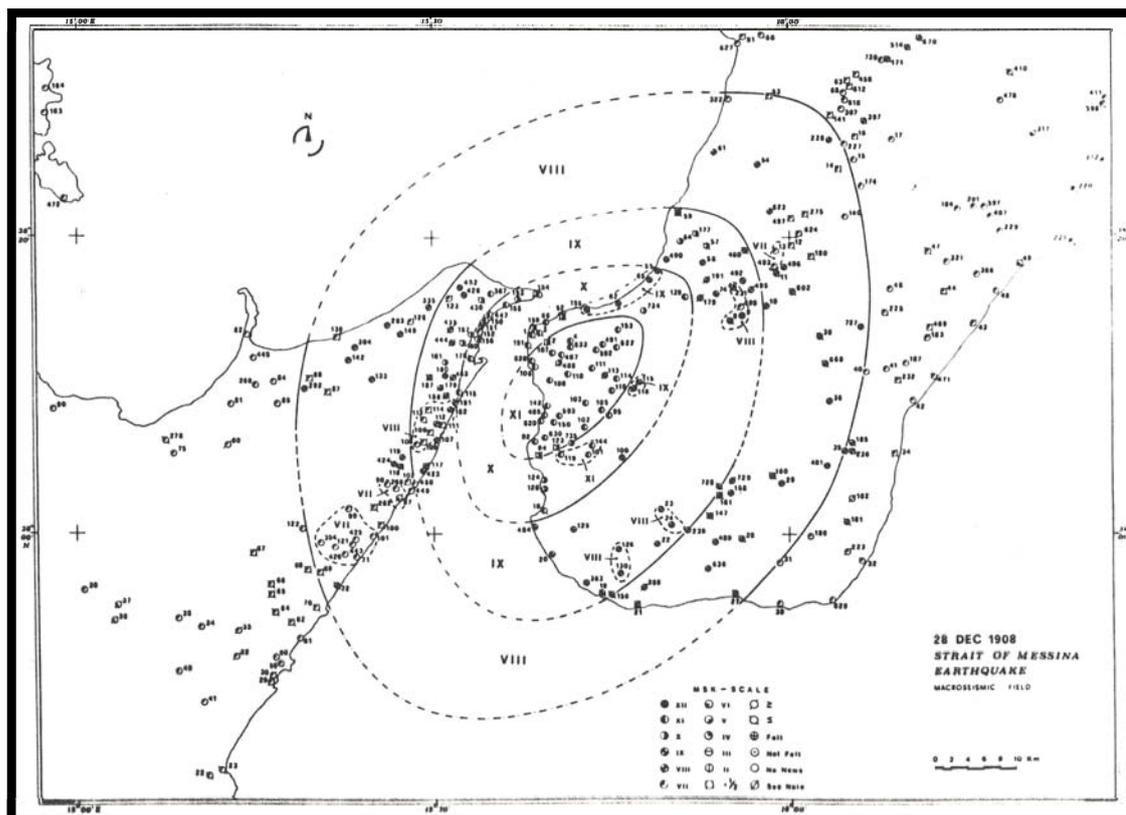


Figura 16 – Campo macrosismico del terremoto del 28/12/1908 (Bottari et al., 1984)

## 5.1 Strutture sismogenetiche e faglie attive

Il riferimento di base per la ricostruzione del quadro della sismogenesi è costituito dal Database delle strutture sismogenetiche disponibile per il territorio italiano, rappresentato in Figura 17 (DISS, Database of Individual Seismogenic Sources, Basili *et al.*, 2008).

In particolare le aree sismogenetiche in questo rappresentate, più significative ai fini della presente trattazione ed a cui possono essere riferiti gli eventi sopradescritti sono:



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

A) Strutture dei graben della Catena Costiera Calabra, dove si può localizzare la crisi sismica del 1783.

B) Strutture dello stretto di Messina a cui possono essere ascritti gli eventi del 1905 e del 1908.

C) Struttura sismogenetica Patti - Isole Eolie.

D) Strutture dell'area etnea in cui, generalmente, si registra una sismicità di tipo superficiale che limita gli effetti più gravi a circoscritti ambiti del distretto etneo.

E) Strutture del Plateau Ibleo -Avanfossa.

F) Sistema Ibleo Maltese, a cui possono essere attribuiti, anche se con qualche incertezza, i sismi del 1169, del 1542 e del 1693.

G) Sistema trascorrente Scicli-Ragusa-Monte Lauro.

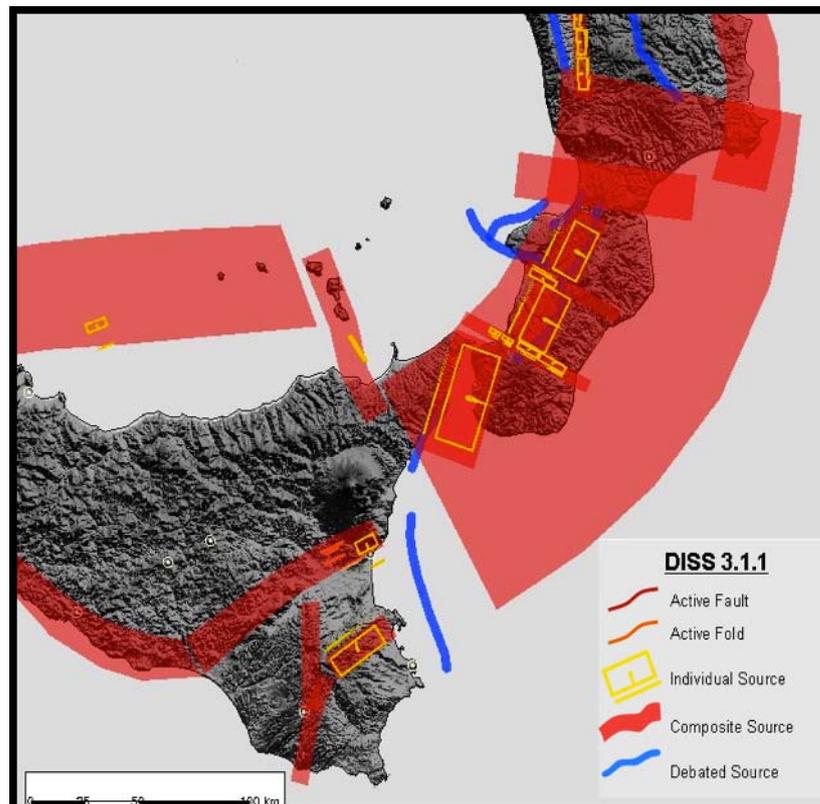


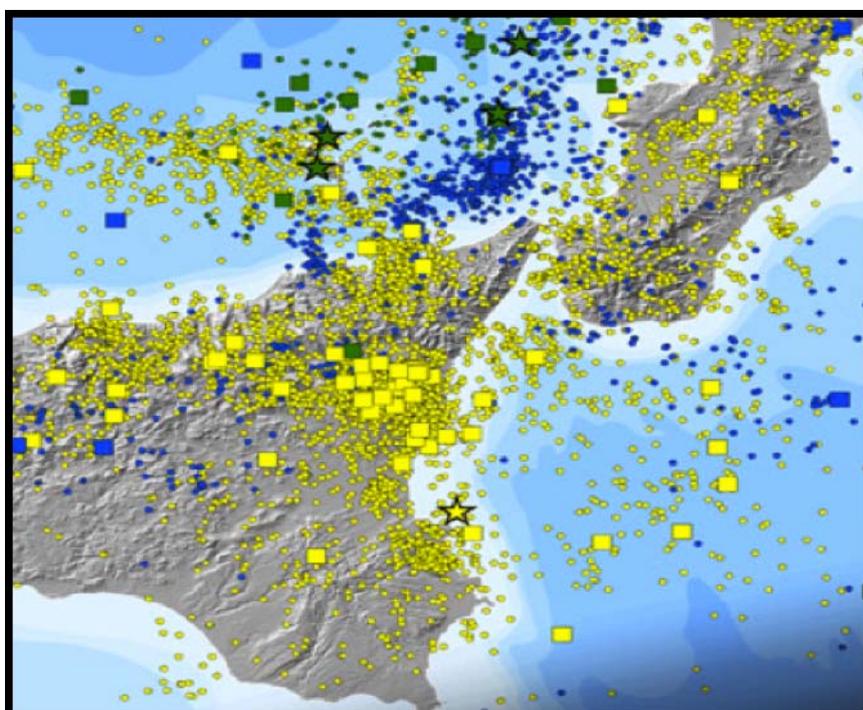
Figura 17 – Mappa delle principali strutture sismogenetiche. Database of Individual Seismogenic Sources (Basili *et al.*, 2008)



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

Nella Figura 18, estratta dal catalogo della sismicità italiana 1981-2002 (INGV, 2011) è mostrata, ai fini di un utile confronto, la distribuzione degli epicentri dei terremoti avvenuti nell'area di studio tra il 1981 e il 2011 con una indicazione della classe di magnitudo.



**Figura 18 – Mappa della distribuzione degli epicentri dei terremoti strumentali localizzati dall'INGV tra il 1981 e il 2011. Catalogo della sismicità italiana 1981-2002 (INGV, 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

## 5.2 Sismicità storica del comune di Taormina

Il territorio comunale di Taormina è quello che nel territorio provinciale messinese ricade più a S. Per questo motivo si trova nella posizione più distale dalle strutture sismogenetiche dello Stretto di Messina e della linea Patti Isole Eolie, e a ridosso del distretto vulcanico etneo che si interpone tra il territorio taorminese ed i sistemi sismogenetici Iblei. In tale ambito rientra in un comparto tra i più esposti, per frequenza di risentimento, agli effetti della sismicità di tutte le aree sismogenetiche della Sicilia Orientale.

L'analisi della Tabella 3, ove è riportata la storia sismica estraibile dal DBMI11 (Locati *et al.*, 2011) per il territorio, dimostra infatti che in occasione dei principali eventi delle aree sismogenetiche più attive, sismi del 11.01.1693 ( $I_0 = XI$  MCS  $M_w$  7.41), 28.12.1908 ( $I_0 = XI$  MCS  $M_w$  5.55), riferibili rispettivamente alle strutture del sistema Ibleo Maltese, ed alle strutture sismogenetiche dello Stretto, nel Comune di Taormina si sono avuti effetti del VII MCS, pressoché comparabili.

Tale osservazione può essere estesa anche agli scuotimenti, relativi ad eventi di minore intensità registrati nella storia sismica della seconda metà del XX secolo, che avvengono nelle stesse strutture sismogenetiche.

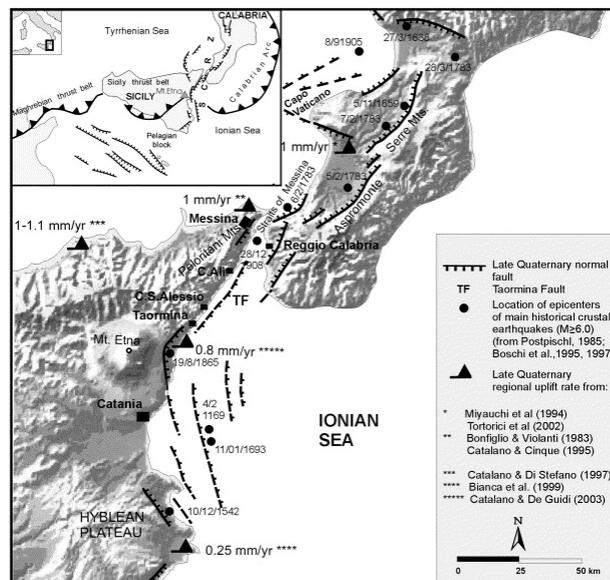
Le maggiori intensità sono state osservate in occasione dei sismi del 28.03.1780 ( $I_0 = VII-VII$  MCS  $M_w$  5.55) e del 20.02.1818 ( $I_0 = IX-X$  MCS  $M_w$  6.23).

Il primo, sulla base di una recente revisione di dati macrosismici (AZZARO *et al.*, 2007), è stato attribuito all'evento principale di una sequenza sismica occorsa tra il mese di marzo e quello di giugno del 1780 che causò severi danni nella costa ionica della Sicilia NE. L'epicentro di questo evento dovrebbe trovarsi a mare di fronte la costa taorminese e circa 40 km più a S della precedente localizzazione.

Numerose evidenze geologiche e geomorfologiche (CATALANO & DE GUIDI., 2003; ANTONIOLI *et al.*, 2006) suggeriscono la presenza di una faglia diretta nell'area prospiciente la costa tra Giardini Naxos, Taormina fino a Briga, orientata, pertanto, NNE-SSO, la cui attività verrebbe documentata anche da evidenze paleosismiche (STEWART *et al.*, 1997; RUST and KERSHAW, 2000; DE GUIDI *et al.*, 2003; SPAMPINATO *et al.*, 2012), che potrebbe rappresentare l'elemento di

continuità tra i sistemi di faglie della Sicilia sud-orientale ed i sistemi dello Stretto (Figura 19).

L'analisi dei cataloghi indica però che l'attività sismica in epoca storica di questo settore della costa ionica è molto scarsa ed inesistente per sismi di magnitudo superiore a 7, circostanza che può essere spiegata ricorrendo all'ipotesi che un'eventuale "Faglia di Taormina" sia in stato di quiescenza sismica. Le indagini di sismica marina più recenti (ARGNANI *et al.*, 2009), condotte lungo le coste ioniche della Sicilia, non hanno evidenziato però nessuna struttura off-shore che possa essere riferita alla ipotizzata faglia di Taormina, anche se è da segnalare che tali ricerche sono state arrestate, per motivi di sicurezza, a circa 1000 m dalla costa.



**Figura 19 – Schema morfotettonico della Calabria meridionale e della Sicilia orientale. In legenda schema tettonico del Mediterraneo centrale, le linee con i triangoli indicano i fronti di ricoprimento, le linee con il tratteggio le principali faglie Quaternarie. SCRZ: Zona del Rift Siculo Calabro; TF: Faglia di Taormina. (modificato da Monaco e Tortorici, 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

L'epicentro del terremoto del febbraio 1818 è stato individuato a N di Catania ed ha causato la distruzione di molti paesi dell'area etnea causando gravi danni in una vasta area, estesa più a N del distretto vulcanico etneo, con un perimetro di avvertibilità che ha raggiunto la Calabria a N e l'isola di Malta a S. Per tali caratteristiche non è possibile inquadrare tale evento nello stile sismico proprio dell'area etnea, contraddistinto da eventi a bassa magnitudo e bassa profondità, che come si evince dalla storia sismica dell'area taorminese, producono lievi effetti sul territorio comunale qui in esame. Pertanto l'evento del 1818 deve essere considerato un terremoto crostale la cui sorgente va inserita nel quadro della sismicità della Sicilia sud orientale (AZZARO *et al.*, 1999; AZZARO e BARBANO, 2000).

Storia sismica di Taormina [37.852, 15.286]						
Numero di eventi: 27						
Effetti		In occasione del terremoto del:				
I [MCS]	Data	Ax	Np	Io	Mw	
7	1693 01 11 13:30	Sicilia orientale	185	11	7.41	±0.15
7-8	1780 03 28 22:15	Taormina	8	7-8	5.55	±0.64
7-8	1818 02 20 18:15	Catanese	128	9-10	6.23	±0.12
4	1823 03 05 16:37	Sicilia settentrionale	107		6.47	±0.15
4	1893 04 22 03:20	MONTALBANO	33	6-7	4.87	±0.28
2	1905 09 08 01:43	Calabria meridionale	895		7.04	±0.16
4	1907 10 23 20:28	Calabria meridionale	274	8-9	5.87	±0.25
NF	1907 12 07 21:28	FIANDACA	24	7-8	4.39	±0.26
3-4	1908 12 10 06:20	NOVARA DI SICILIA	64	7	5.13	±0.26
6-7	1908 12 28 04:2	Calabria meridionale-Messina	800	11	7.10	±0.15
NF	1911 10 15 08:52	FONDO MACCHIA	48	8-9	4.84	±0.26
3	1914 05 08 18:01	LINERA	82	9-10	5.29	±0.26
4	1959 12 23 09:29	PIANA DI CATANIA	108	6-7	5.29	±0.20
4	1961 03 24 10:36	ASPROMONTE	59	5-6	4.79	±0.28
3	1975 01 16 00:0	Stretto di Messina	346	7-8	5.20	±0.09
NF	1977 06 05 13:5	MISTRETTA	108	6	4.72	±0.11
4	1978 03 11 19:2	Calabria meridionale	126	8	5.24	±0.09
NF	1978 04 15 23:3	Golfo di Patti	332		6.06	±0.09
NF	1983 07 20 22:03	VIAGRANDE	106	7	4.16	±0.26
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
NF	2001 01 09 02:51	ZAFFERANA ETNEA	104	6	3.71	±0.26
NF	2001 04 22 13:56	VERSANTE OCCIDENTALE	55	5-6	3.49	±0.26
NF	2001 10 28 09:03	S. M. AMMALATI	67	6	3.71	±0.26
4	2002 09 06 01:2	PALERMO	132		5.94	±0.09
NF	2002 09 22 16:01	PIANO PROVENZANA	35	6	3.71	±0.26
NF	2005 10 31 00:02	TRECASTAGNI	32	6	3.71	±0.26



PROTEZIONE CIVILE  
Presidenza del Consiglio dei Ministri  
Dipartimento della Protezione Civile

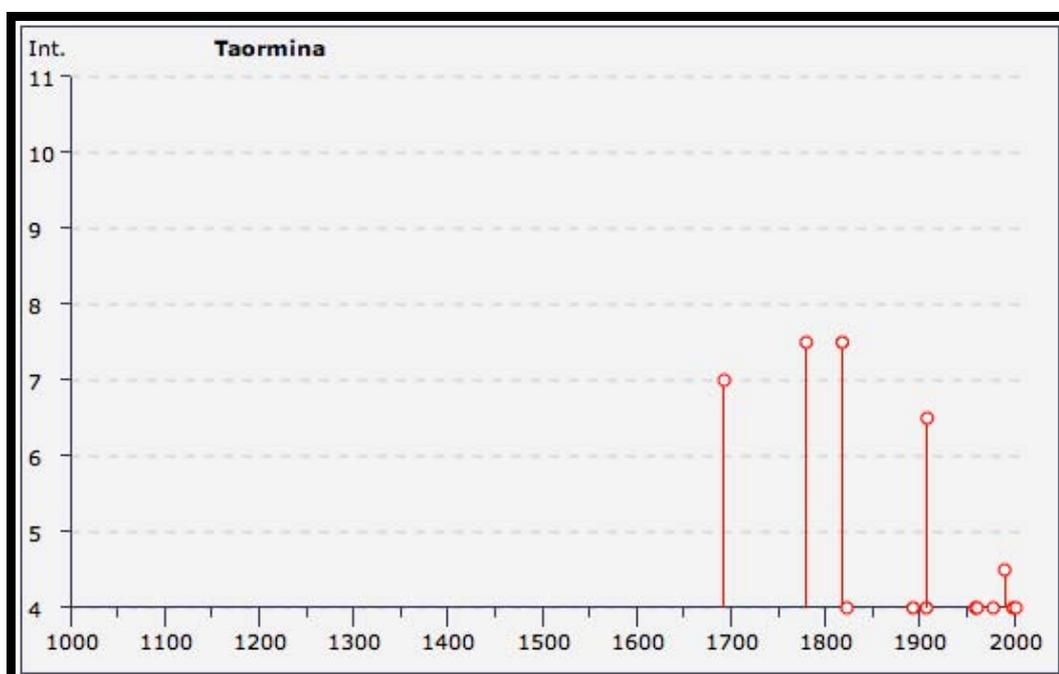


Regione Siciliana – Presidenza  
Dipartimento della Protezione  
Civile



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

**Tabella 3 – Storia sismica del comune di Taormina (DBMI11 Locati *et al.*, 2011);**  
 **$I_s$  è l'intensità macrosismica risentita (MCS);  $A_x$  l'area epicentrale;  $N_p$  è il**  
**numero di località in cui è disponibile il dato macrosimico;  $I_0$  è l'intensità**  
**macrosismica dell'epicentro (MCS);  $M_w$  è la magnitudo momento dell'evento**  
**con accanto il grado d'incertezza della stima**



**Figura 20 – Grafico della storia sismica di Taormina (DBMI11, Locati *et al.*, 2011)**

Per la definizione quantitativa della pericolosità sismica di base, si può fare riferimento ai valori di pericolosità sismica del territorio nazionale (Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n.3519, All. 1b) espressi in termini di accelerazione massima orizzontale al suolo (Figura 14) con probabilità di eccedenza del 2, 5, 10, 22, 30% in 50 anni riferita a suoli rigidi (<http://zonesismiche.mi.ingv.it>).

Le stime del Parametro di scuotimento (PGA) sono state determinate con la tecnica di analisi statistica degli effetti valutati sulla base dei dati contenuti nei

cataloghi sismici, proposta da CORNELL (1968), da BENDER & PERKINS (1987) e dal Gruppo di Lavoro MPS (2004); la loro incertezza è espressa mediante percentili, nell'assunto che il catalogo sia un campione rappresentativo dell'intera popolazione di eventi possibili con effetti significativi nel sito considerato.

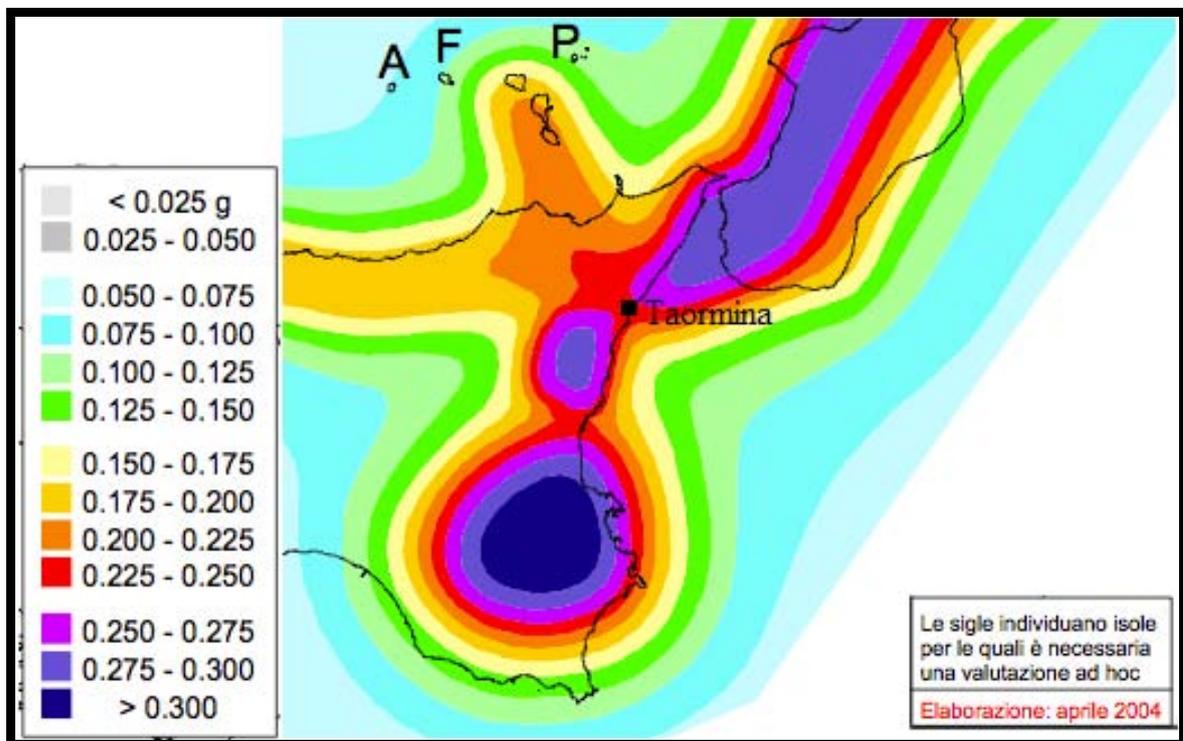


Figura 21 – Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (riferimento: Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n. 3519) espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi

I valori di PGA pubblicati sul sito INGV, risultano riferiti a suoli rigidi ( $V_s > 800$  m/s) e sono restituiti in una mappa di pericolosità sismica generata da una griglia di valori con maglia di circa 5,5 x 5,5 km. Per un generico sito il calcolo è eseguito



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

mediante la media pesata della distanza del sito considerato dai quattro vertici della griglia dei valori di accelerazione, entro cui questo ricade:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{P_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}}$$

Nella seguente tabella vengono prodotti i valori di PGA, stimati per il territorio comunale di Taormina, per differenti livelli di probabilità in 50 anni, o in modo equivalente per differenti periodi di ritorno.

Parametro di scuotimento <b>PGA (g)</b>		Probabilità in 50 anni/Periodo di ritorno				
		2%	5%	10%	22%	30%
		2475a	975a	475a	201a	140a
Percentile	16	0,351	0,240	0,174	0,116	0,097
	50	0,408	0,286	0,215	0,152	0,130
	84	0,490	0,332	0,242	0,166	0,142

**Tabella 4 – Valori di PGA stimati per il comune di Taormina per differenti livelli di probabilità in 50 anni, o equivalentemente differenti periodi di ritorno, e per diverso percentile. I dati sono stati derivati dalla mappa digitale della pericolosità sismica sul sito INGV e risultano riferiti a suoli rigidi**



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

Nel presente capitolo viene esplicitata la procedura informatica seguita per l'inserimento dei dati nel database del progetto che di fatto è la base per la redazione della presente nota illustrativa.

In merito all'acquisizione informatica delle indagini fornite dal Comune di Taormina 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.

Nello specifico, il Comune di Taormina ha provveduto a fornire i seguenti elaborati tecnici:

Nome documento	Descrizione	Data
Studio Geologico nuove aree PRG	Studio geologico tecnico delle nuove aree interessate dalle prescrizioni esecutive della revisione generale del Piano Regolatore	19/02/2001

La relazione prevedeva 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
Studio geologico tecnico delle nuove aree interessate dalle prescrizioni esecutive della revisione generale del Piano Regolatore	HVSR, sismica a rifrazione	Sondaggio con prelievo di campioni, penetrometrica dinamica SPT, prova di carico con piastra	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).

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	HVSR	FR	25
GG	S	L	4
GG	SC	CAM	4
GG	SS	L	36
GL	SM	AR	4
GL	SM	E1	4
GL	SM	GH	4
GL	SM	LM	4
GL	SM	PV	8
GL	SM	SA	4
GL	SM	W	4
GL	TD	C	4
GL	TD	F1	4
GS	PLT	PIA	13
GS	SPT	PT	8
Indagini Lineari			
Classe Indagine	Tipo Indagine	Parametro	Numero
GF	SR	-	6

Per il comune in oggetto si è quindi provveduto al caricamento di 52 siti di indagine, fra puntuali e lineari, caratterizzati da un totale di 72 indagini e 130 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



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

1:10.000 della Regione Siciliana. Per quanto concerne gli indirizzi del campo *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

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 nell'ottobre 2000, *data\_ind*: 01/10/2000).

Il campo *note\_ind* è stato inoltre utilizzato per illustrare la presenza di particolari situazioni.

#### 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 di archiviazione (versione 2.0). Anche per questa tabella il campo *note\_par* è stato utilizzato per descrivere situazioni particolari.

#### Tabella Sito Lineare



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 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 perché, 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 Taormina.



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 l'area oggetto di studio è stata definita su un intorno di 500 m a partire dalle aree di studio comunicate dall'Amministrazione Comunale, pertanto 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:



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
Depositi alluvionali attuali e recenti – Depositi sciolti ghiaioso-limoso-argillosi relativi alle alluvioni attuali e recenti presenti lungo gli alvei fluviali	GM – Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo	14	tf
Depositi di spiaggia – Depositi di spiaggia sciolti costituiti da sabbie e ghiaie	GP – Ghiaie pulite con granulometria poco assortita, miscela di ghiaia e sabbia	14	sp
Colate di M. Moio e dell'Alcantara – Vulcaniti recenti a composizione basaltica costituite da un ammasso a struttura caotica di volumi compatti coesive molto consistenti a fratturazione variabile	LP – Lapideo	22	la
Depositi alluvionali terrazzati e depositi di terrazzi marini – Depositi alluvionali terrazzati e depositi di terrazzi marini con granulometria eterogenea con ciottoli arenacei, basaltici e metamorfici. Poco addensati con stratificazione suborizzontale, incrociata e lenticolare	SW – Sabbie pulite e ben assortite, sabbie ghiaiose	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:



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
Unità di Taormina, Unità di San Marco d'Alunzio, Unità di Capo Sant'Andrea – Complessi metamorfici intensamente fratturati appartenenti alle Unità di San Marco d'Alunzio, Unità di Taormina e Unità di Capo Sant'Andrea. Caratterizzati da semimetamorfiti con prevalenti scisti cloritico-sericitici grigio-nerastri, con vene e noduli di quarzo e semimetamorfiti grafitiche e intervalli di metareniti	LP – Lapideo	31
Unità Antisicilide – Argille varicolori dell'Unità Antisicilide con straterelli di calcare nummulitico, inglobanti altri materiali alloctoni e/o parautoctoni	CO – Coesivo sovraconsolidato	23
Successioni sedimentarie trasgressive dell'Unità di Taormina e dell'Unità di Capo Sant'Andrea	LPS – Lapideo stratificato	23
Flysh di Capo d'Orlando – Banconi arenacei sommitali sovrastanti l'alternanza di arenarie arkosiche e livelli argillitico-siltosi	ALS – Alternanza di litotipi stratificato	31
Marne e argille gessose, microconglomerati e sabbie e Marne argillose grigio azzurre con livelli sabbiosi ed arenacei	ALS – Alternanza di litotipi stratificato	24

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 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.

Tutti gli elaborati prodotti contengono il frutto del collezionamento delle informazioni fornite dal Comune di Taormina, integrate con la bibliografia scientifica



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 maggior rilievo, ed ospitano 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 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 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



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

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 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:

Terreni di copertura						
Tipo_gt	Descrizione	Stato	Descrizione	Gen	Descrizione	Numero
GM	Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo	14	Sciolto	tf	Terrazzo fluviale	6
GP	Ghiaie pulite con granulometria poco assortita, miscela di ghiaia e sabbia	14	Sciolto	sp	Spiaggia	8
LP	Lapideo	22	Coesivo molto consistente	la	Colate	2
SW	Sabbie pulite e ben assortite, ghiaiose	13	Poco addensato	tf	Terrazzo fluviale	4
Substrato rigido / non rigido						
Tipo_gt	Descrizione	Stato	Descrizione	Gen	Descrizione	Numero
ALS	Alternanza di litotipi stratificato	24	Coesivo moderatamente consistente	-	-	4
ALS	Alternanza di litotipi stratificato	31	Molto fratturato	-	-	3
CO	Coesivo sovraconsolidato	23	Coesivo consistente	-	-	1
LP	Lapideo	31	Molto fratturato	-	-	14
LPS	Lapideo stratificato	23	Coesivo consistente	-	-	23

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



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

verifica speditiva mediante DTM (2m), CTRN (agg. 2008) e Ortofoto (2008) ed infine 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	27
7012	Faglia diretta – tratto inferito	1
7021	Faglia inversa – tratto accertato	14
Altri elementi lineari		
Tipo_el	Descrizione	Numero
5041	Orlo di scarpata morfologica (10-20m)	92
5042	Orlo di scarpata morfologica (>20m)	15
5060	Cresta	2

Per quanto concerne l'identificazione dei picchi isolati, che come previsto dalle specifiche di riferimento rientrano all'interno della feature E puntuali, 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	4

La base cartografica CTRN scala 1:10.000, le carte geomorfologiche consegnate dal Comune di Taormina e le carte geomorfologiche presenti in letteratura, ulteriormente integrate con gli elementi di dissesto geomorfologico



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

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	22
3014	Complessa – attiva	1
3015	Non definito – attiva	18
3042	Scorrimento – 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).

Di seguito la sintesi degli elementi geologici e idrogeologici archiviati nella feature *Geidr*.

Elementi geologici e idrogeologici		
Tipo_gi	Descrizione	Numero
11	Giacitura strati	16
21	Profondità (m) substrato rigido raggiunto da sondaggio o pozzo	6
22	Profondità (m) sondaggio o pozzo che non ha raggiunto il substrato	2

### *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. Rispetto a quanto previsto dalla specifiche si è provveduto ad



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

inserire il layer “Aree di Studio”, in modo da agevolare l’individuazione delle aree di interesse individuate dal Comune.

### *Carta delle frequenze*

L’elaborato in questione è stato realizzato perché previsto dalla convenzione fra il DRPC e l’Università e prevede la rappresentazione delle indagini HVSR di nuova realizzazione. In particolare si è provveduto ad evidenziare per ciascun punto di misura i valori di frequenze e le relative amplificazioni secondo la seguente convenzione:

- in nero l’indicazione del valore della frequenza fondamentale e relativa amplificazione
- in blu l’indicazione del secondo valore di frequenza e relativa amplificazione
- n.a. nessuna amplificazione

Poiché le specifiche non prevedono degli standard di rappresentazione per la carta in oggetto si è provveduto a realizzare un layout ad hoc per l’inserimento nella presente relazione, per quanto concerne invece la metodologia di acquisizione si rimanda al capitolo dedicato.



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 Limina a professionisti e ditte specializzate, allo scopo di supportare il progetto di redazione del P.R.G. e 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



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

potenzialmente in grado di introdurre rumori meccanici od elettronici nel processo di acquisizione.

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  $\pm 1.5$  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 dal progetto Site EffectS Assessment using AMbient Excitations (SESAME, 2005) basato su due serie di criteri (3 il primo e 6 il secondo).



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 criteri del primo gruppo valutano la durata della registrazione e la durata delle finestre di analisi verificando la loro adeguatezza alla frequenza analizzata; i successivi sei criteri sono 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 & 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



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

microtremore se contiene alte frequenze (> di 0.5 Hz) e microsisma per basse frequenze (< di 0.5 Hz).

Per quanto riguarda l'origine del rumore sismico, è noto (GUTENBERG, 1958; ASTEN, 1978, 1984) che le sorgenti dei microsismi sono molteplici (Tabella 5 – Sorgenti del rumore sismico): 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.

<b>Sorgenti microsismiche</b>	<b>Gutenberg (1958)</b>	<b>Asten (1978, 1984)</b>
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



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

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 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 al.*, 1988) e Los Angeles (YAMANAKA *et al.*, 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



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

(YAMANAKA *et al.*, 1993). Risultati controversi sono stati invece ottenuti a frequenze più alte (GUTIERREZ and SINGH, 1992).

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 al.*, 1992; FIELD & JACOB, 1993; LERMO & CHAVEZ-GARCIA, 1994; LACHET & BARD, 1995; FAH *et al.*, 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 al.*, 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



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

di microtremore ambientale in stazione singola ed array, si è certificata l'affidabilità delle misure spettrali per la ricostruzione sismica del sottosuolo.

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

In riferimento alla delimitazione delle aree del Comune di Taormina da sottoporre agli studi di MS di primo livello, sulla base delle indicazioni dell'Amministrazione Comunale, sono state esaminate le aree riportate in Figura 22.

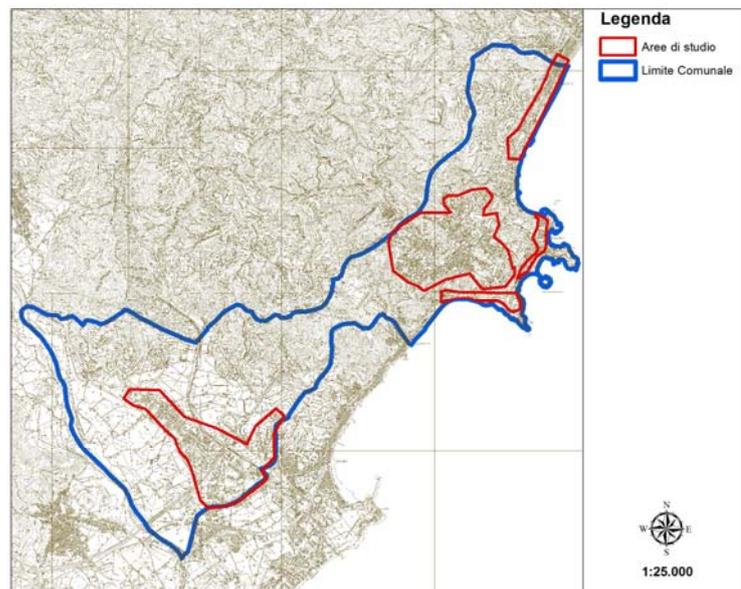


Figura 22 – Comune di Taormina: delimitazione delle aree indagate

Le aree oggetto d'indagine sono state complessivamente coperte con 25 punti di registrazione di rumore sismico (Figura 23 – Distribuzione delle indagini HVSR in

relazione alle aree indagate nel Comune di Taormina), nelle tabelle seguenti (Tabella 6; Tabella 7), sono riassunte: sigla identificativa, coordinate geografiche, quota dei siti di registrazione e risultati ottenuti.

IDENTIFICATIVO	DATA	SITO DI REGISTRAZIONE
HVSR - TAO 1 - 2012	30/10/2012	AGRUMETO
HVSR - TAO 2 - 2012	30/10/2012	AGRUMETO INCOLTO
HVSR - TAO 3 - 2012	30/10/2012	AGRUMETO
HVSR - TAO 5 - 2012	30/10/2012	AGRUMETO
HVSR - TAO 6 - 2012	30/10/2012	AGRUMETO
HVSR - TAO 7 - 2012	30/10/2012	AGRUMETO
HVSR - TAO 8 - 2012	30/10/2012	AGRUMETO INCOLTO
HVSR - TAO 9 - 2012	30/10/2012	TERRENO INCOLTO
HVSR - TAO 11 - 2012	30/10/2012	AGRUMETO
HVSR - TAO 13 - 2013	08/11/2012	SPIAGGIA
HVSR - TAO 14 - 2014	08/11/2012	SPIAGGIA
HVSR - TAO 16 - 2016	08/11/2012	SPIAGGIA
HVSR - TAO 18 - 2018	08/11/2012	SPIAZZO IN TERRA BATTUTA
HVSR - TAO 19 - 2019	08/11/2012	TERRENO INCOLTO
HVSR - TAO 20 - 2020	08/11/2012	AFFIORAMENTO ROCCIOSO
HVSR - TAO 21 - 2021	08/11/2012	TERRENO INCOLTO
HVSR - TAO 22 - 2022	08/11/2012	SPIAZZO A VERDE
HVSR - TAO 24 - 2024	08/11/2012	SPIAZZO IN TERRA BATTUTA
HVSR - TAO 25 - 2025	08/11/2012	SPIAZZO IN TERRA BATTUTA
HVSR - TAO 27 - 2027	09/11/2012	TERRENO INCOLTO
HVSR - TAO 28 - 2028	09/11/2012	TERRENO INCOLTO
HVSR - TAO 29 - 2029	08/01/2013	TERRENO INCOLTO
HVSR - TAO 30 - 2030	08/01/2013	SPIAZZO A VERDE
HVSR - TAO 31 - 2031	08/01/2013	TERRENO INCOLTO
HVSR - TAO 33 - 2033	08/01/2013	SPIAZZO A VERDE

**Tabella 6 – Sigle 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 <sub>0</sub>	H/V	f <sub>1</sub>	H/V	f <sub>2</sub>	H/V
HVSR - TAO 1 - 2012	083097P22	37° 50' 17,179" N	15° 14' 19,249" E	62.4	2.73	2.32	17.00	2.00		
HVSR - TAO 2 - 2012	083097P23	37° 50' 11,058" N	15° 14' 34,900" E	55.5	1.14	2.12				
HVSR - TAO 3 - 2012	083097P24	37° 49' 56,389" N	15° 14' 44,261" E	50.2	3.36	3.95				
HVSR - TAO 5 - 2012	083097P25	37° 50' 2,795" N	15° 14' 47,838" E	54.7	3.00	2.97				
HVSR - TAO 6 - 2012	083097P26	37° 49' 45,245" N	15° 15' 2,033" E	47.8	3.84	2.51				
HVSR - TAO 7 - 2012	083097P27	37° 49' 59,913" N	15° 15' 5,104" E	50.6	3.23	2.41				
HVSR - TAO 8 - 2012	083097P28	37° 49' 55,757" N	15° 15' 22,805" E	41.4	2.39	2.65				

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

HVSR - TAO 9 - 2012	083097P29	37° 49' 35,727" N	15° 15' 17,985" E	34.0	4.80	2.85					
HVSR - TAO 11 - 2012	083097P30	37° 50' 3,201" N	15° 15' 42,656" E	79.4	3.00	3.22	9.00	2.95			
HVSR - TAO 13 - 2012	083097P31	37° 52' 28,274" N	15° 18' 10,945" E	1.0	1.80	2.80	3.30	2.80	16.22	3.46	
HVSR - TAO 14 - 2012	083097P32	37° 52' 13,875" N	15° 18' 0,919" E	0.0	2.20	1.80	12.61	4.47			
HVSR - TAO 16 - 2012	083097P33	37° 51' 30,131" N	15° 17' 54,025" E	10.6	11.17	2.43	20.00	2.50			
HVSR - TAO 18 - 2012	083097P34	37° 51' 15,720" N	15° 17' 56,813" E	60.3	19.39	1.69					
HVSR - TAO 19 - 2012	083097P35	37° 51' 7,007" N	15° 17' 54,087" E	28.6	8.28	1.50					
HVSR - TAO 20 - 2012	083097P36	37° 50' 54,980" N	15° 17' 11,633" E	17.4	5.52	1.82					
HVSR - TAO 21 - 2012	083097P37	37° 51' 8,104" N	15° 16' 58,567" E	243.8	3.80	2.00	19.98	2.52			
HVSR - TAO 22 - 2012	083097P38	37° 51' 17,704" N	15° 16' 40,939" E	250.1	19.98	1.88					
HVSR - TAO 24 - 2012	083097P39	37° 51' 7,921" N	15° 17' 31,526" E	225.7	n.a.	0.00					
HVSR - TAO 25 - 2012	083097P40	37° 51' 36,759" N	15° 17' 26,811" E	97.5	7.00	2.40	17.19	2.72			
HVSR - TAO 27 - 2012	083097P41	37° 50' 56,373" N	15° 16' 48,936" E	163.8	2.10	1.80	4.50	1.80	15.50	2.08	
HVSR - TAO 28 - 2012	083097P42	37° 51' 25,343" N	15° 17' 43,147" E	110.0	2.27	2.00					
HVSR - TAO 29 - 2013	083097P43	37° 51' 6,100" N	15° 16' 41,329" E	210.2	12.50	5.38					
HVSR - TAO 30 - 2013	083097P44	37° 51' 19,929" N	15° 17' 12,168" E	241.8	8.64	2.27					
HVSR - TAO 31 - 2013	083097P45	37° 50' 54,720" N	15° 17' 23,670" E	18.4	2.70	1.70	19.98	1.95			
HVSR - TAO 33 - 2013	083097P46	37° 50' 49,359" N	15° 17' 43,758" E	96.3	6.13	1.91					

**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 N; 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

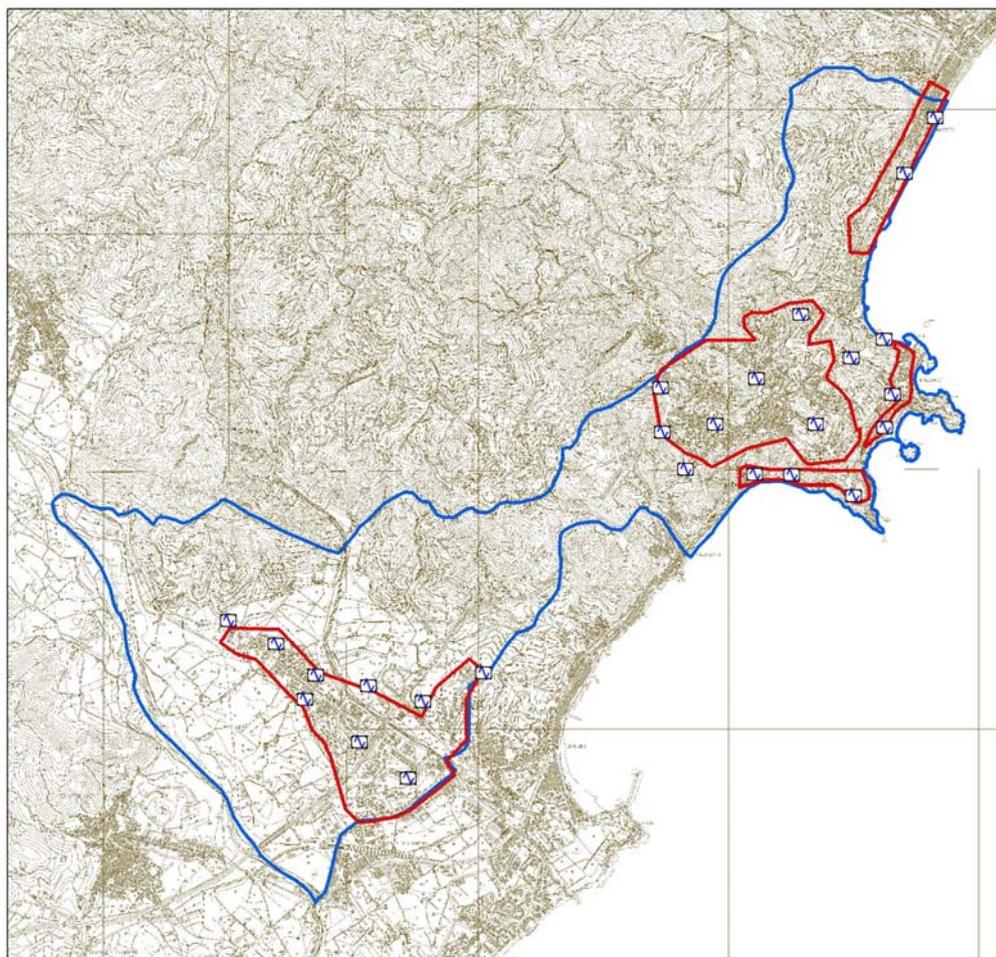


Figura 23 – Distribuzione delle indagini HVSR in relazione alle aree indagate nel Comune di Taormina

## 8.6 Rappresentazione dei valori di frequenza ottenuti

I valori di frequenza ottenuti dal processing dei dati acquisiti (Tabella 7), sono stati esibiti nel relativo elaborato (Figura 24 – Carta delle frequenze nel Comune di Taormina) a fianco del simbolo, che individua il sito di registrazione, con i seguenti criteri:



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 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 i 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).



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 24 – Carta delle frequenze nel Comune di Taormina**



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

## 8.7 Modello geologico dell'area in studio e bedrock geofisico

In riferimento alla classificazione, illustrata al paragrafo 7 del capitolo 4, è possibile compendiare una rappresentazione schematica, della distribuzione dei gruppi litologici in profondità, indirizzata alla definizione dei rapporti giaciture e delle caratteristiche geotecniche. I risultati sono mostrati nelle sezioni che corredano la Carta geologico – tecnica (Figura 25, Figura 26).

La sezione A-A' con direzione sub ortogonale all'asse della dorsale Capo Taormina - Castelmola, attraversa il centro abitato principale di Taormina, mentre la sezione B-B' è trasversale al fianco sinistro della bassa valle del F. Alcantara, che ricade nel territorio comunale taorminese, ed attraversa la frazione di Trappitello.

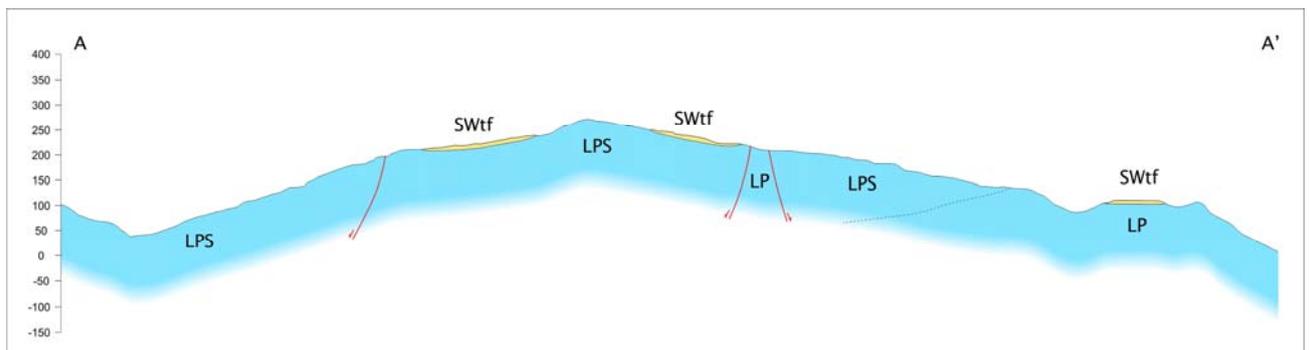


Figura 25 – Profilo A-A'

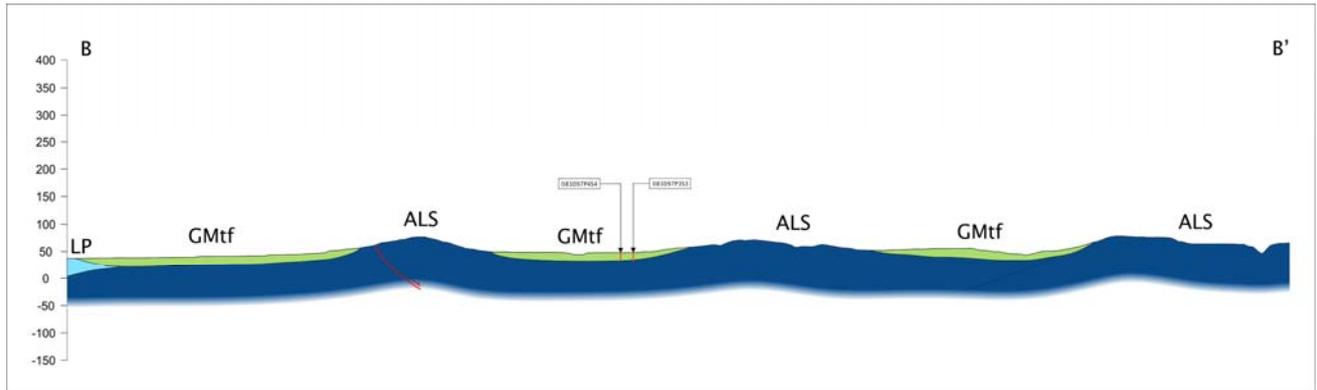


Figura 26 – Profilo B-B'

### Area collinare

In questo settore si apprezza il motivo largamente dominante del territorio considerato cioè il blocco del substrato geologico sollevato e modellato dall'erosione, discontinuamente sormontato dai depositi marini terrazzati. Il substrato incontrato lungo la traccia della sezione è costituito da terreni metamorfici molto fratturati in facies di semiscisti, calcarei e calcareo marnosi dell'Unità tettonica di Taormina a contatto mediante rapporti giaciture in prevalenza di tipo tettonico.

Nell'insieme questo schema, alla luce della rilevante variabilità litologica delle formazioni affioranti e dell'esiguità di taluni affioramenti, restituisce un andamento del substrato geologico complesso e variamente articolato da luogo a luogo. Nei comparti caratterizzati da maggiore rigidità, segnatamente i terreni metamorfici ed i livelli più tenaci delle alternanze calcareo marnose e pelitico arenacee, delle varie Unità, è presente un diffuso e irregolare sistema di fratturazione, derivato dagli stress tettonici subiti durante la fase di messa in posto delle formazioni, che nei settori in affioramento rende la roccia disarticolata ed incline allo sgretolamento. Questa, pertanto, mostra un grado di coerenza e di compattezza più tipico di un ammasso detritico che di una formazione rocciosa integra e continua, come dimostrato dalla individuazione delle tipologie di dissesti presenti nell'area. Il risultato è la produzione di una coltre detritica discontinua ma abbastanza estesa che, nelle aree a minore acclività, tende ad accumularsi fino a raggiungere spessori anche ragguardevoli,



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

denudando gli affioramenti più integri che nelle adatte condizioni giaciture si esprimono anche con fronti di arretramento pressoché verticali.

Questo schema strutturale degli ammassi rocciosi, 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 la roccia sottostante più integra, sebbene deformata, o i comparti più pelitici delle alternanze, presentano permeabilità più bassa sostenendo il moto suborizzontale dei volumi infiltrati generando manifestazioni sorgentizie (Figura 27) segnalate anche nello studio geologico della variante al P.R.G.

Come indicato in precedenza, i depositi detritici non sono stati cartografati nello studio geologico di supporto alla variante del P.R.G., né è stato possibile reperire dati geognostici, diretti od indiretti, in grado di consentire l'apprezzamento del loro spessore. Considerazioni stratimetriche, comunque, possono indurre a stimarne una potenza media, nelle zone di accumulo, superiore ai 5 m.

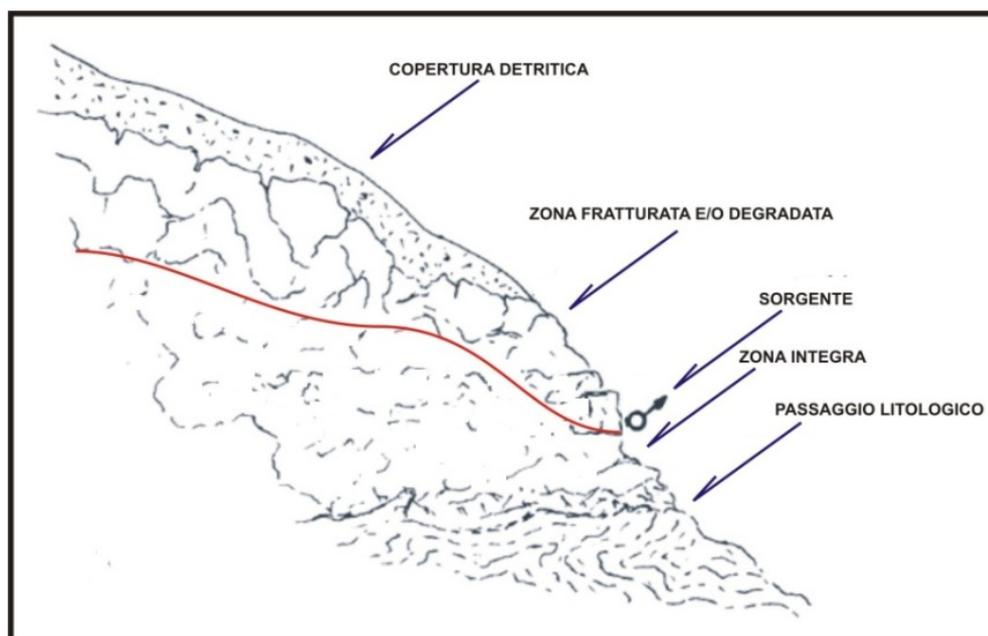


Figura 27 – Rappresentazione schematica di manifestazioni sorgentizie nelle successioni metamorfiche dei Monti Peloritani (da Ferrara, 1999 modificato)

Per questo modello di sottosuolo, pertanto, le condizioni superficiali sono tali da non raggiungere i requisiti necessari per essere assimilabile al bedrock geofisico ( $V_s > 800$  m/s) che, pertanto, deve collocarsi a profondità maggiori del tetto del substrato geologico entro i suoi volumi più interni dove, per le minori condizioni di fratturazione e/o per l'incremento del carico litostatico, si determinano maggiori prestazioni geomeccaniche.

#### Bassa valle del F. Alcantara

In questo settore il substrato geologico, costituito da alternanze argilloso arenacee prevalenti, con i comparti arenacei molto fratturati, e marne ed argille gessose, a cui si associano caratteristiche di media consistenza, è diffusamente ricoperto da depositi alluvionali e, in modo subordinato, da colate laviche basaltiche.



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'estesa copertura alluvionale e l'esiguità dei dati geognostici reperiti, tutti concentrati in un'area ristretta e che, in qualche caso, non hanno attraversato completamente i depositi alluvionali, non permettono la ricostruzione dell'andamento del substrato geologico né la completa definizione delle sue caratteristiche litologiche che pertanto deve essere estrapolata da quella osservabile nei limitati lembi in affioramento che potrebbe anche non essere rappresentativa di quella presente sotto i depositi alluvionali.

Naturalmente questo livello di incertezza si traduce in una imprecisione nella definizione delle Microzone Omogenee la cui estensione è vincolata alla qualità della conoscenza delle caratteristiche del substrato che, in questo contesto stratigrafico ed in relazione ai dati di sottosuolo disponibili, è particolarmente insufficiente.

In via preliminare è possibile prevedere la presenza di orizzonti fratturati e decompressi nei comparti arenacei delle alternanze pelitico arenacee e di fasce di alterazione nelle formazioni marnose ed argillose. Anche in questo caso, quindi, le condizioni superficiali sono tali da non permettere di identificare il tetto del substrato geologico con il bedrock geofisico.

### Dati HVSR

Nella seguente tabella sono riportati i risultati derivati dal processing dei dati delle misure di rumore sismico eseguite associate alla litologia del sito di registrazione.

IDENTIFICATIVO	LITOLOGIA	QUOTA s.l.m.	f <sub>0</sub>
HVSR - TAO 1 - 2012	ALLUVIONI RECENTI	62.40	2.73
HVSR - TAO 2 - 2012	ALLUVIONI RECENTI	55.47	1.14
HVSR - TAO 3 - 2012	ALLUVIONI RECENTI	50.21	3.36
HVSR - TAO 5 - 2012	ALLUVIONI RECENTI	54.69	3.00
HVSR - TAO 6 - 2012	ALLUVIONI RECENTI	47.83	3.84
HVSR - TAO 7 - 2012	ALLUVIONI RECENTI	50.58	3.23
HVSR - TAO 8 - 2012	ALLUVIONI RECENTI	41.40	2.39
HVSR - TAO 9 - 2012	ALLUVIONI RECENTI	34.03	4.80
HVSR - TAO 13 - 2012	DEPOSITI DI SPIAGGIA	1.03	1.80
HVSR - TAO 14 - 2012	DEPOSITI DI SPIAGGIA	0.00	2.20
HVSR - TAO 16 - 2012	DEPOSITI DI SPIAGGIA	10.63	11.17
HVSR - TAO 28 - 2012	DEPOSITI MARINI TERRAZZATI	110.02	2.27
HVSR - TAO 11 - 2012	ARGILLE CON INTERCALAZIONI ARENACEE	79.37	3.00



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

HVSR - TAO 27 - 2012	U.T. CALCARI CON SELCE	163.79	2.10
HVSR - TAO 22 - 2012	U. T. ALT. CALCAREO MARNOSA	250.09	19.98
HVSR - TAO 29 - 2013	U. T. ALT. CALCAREO MARNOSA	210.19	12.50
HVSR - TAO 31 - 2013	U. T. ALT. CALCAREO MARNOSA	18.35	2.70
HVSR - TAO 20 - 2012	U. T. ALT. CALCAREO MARNOSA	17.39	5.52
HVSR - TAO 21 - 2012	U. T. CALCARI E DOLOMIE	243.84	3.80
HVSR - TAO 24 - 2012	U. T. CALCARI E DOLOMIE	225.71	n.a.
HVSR - TAO 33 - 2013	U. T. CALCARI E DOLOMIE	96.34	6.13
HVSR - TAO 30 - 2013	U. T. SEMISCISTI	241.75	8.64
HVSR - TAO 18 - 2012	U. T. SEMISCISTI	60.35	19.39
HVSR - TAO 19 - 2012	U. T. SEMISCISTI	28.62	8.28
HVSR - TAO 25 - 2012	U. C. S. A. SEMISCISTI	97.47	7.00

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

E' evidente la tendenza dei valori di autofrequenza, rilevati nella copertura alluvionale, a stabilizzarsi entro valori a 3 Hz che, se confrontati con le quote dei siti di registrazione, appaiono coerenti con il contesto geologico dell'area di fondovalle del territorio comunale.

Le curve ottenute si mostrano ben amplificate (Figura 28) e le autofrequenze, in riferimento alla relazione tra queste e la velocità delle onde di taglio (AKI, 1964; WATHELET *et al.*, 2004), congruamente stimata per i depositi alluvionali da dati di bibliografia, indicherebbero valori di profondità del bedrock sismico compresa tra 30 e 65 m dal p.c.

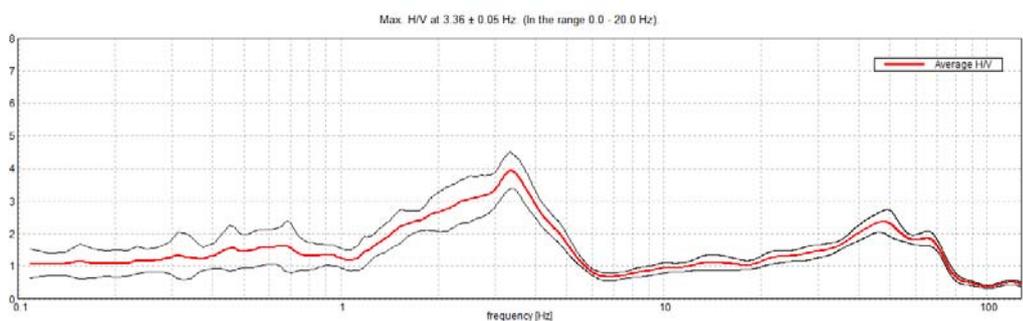


Figura 28 – Curva HVSR relativa al sito di registrazione 083097P24 ubicato nell'area della bassa valle del F. Alcantara



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

Nell'area della dorsale Capo Taormina - Castelmola la variabilità litologica, la complessità strutturale e la completa assenza di dati geognostici, in rapporto al numero delle stazioni di misura del rumore sismico, inducono a considerare solo a titolo indicativo i dati derivati dalle registrazioni del rumore sismico. I valori di frequenza sono infatti molto dispersi e la loro analisi, anche solo dal punto di vista della valutazione della profondità del bedrock, è indicatrice della necessità di importanti ampliamenti del quadro geognostico. E' possibile, infatti, osservare valori di autofrequenze che in corrispondenza dei depositi di spiaggia, quindi a livello del mare, variano tra 1,8 Hz (**083097P31**) e 11,17 Hz (**083097P33**), rispettivamente corrispondenti, ad un bedrock situato a profondità maggiori di 50 m nel primo caso ed entro pochi metri dal p.c. nel secondo caso (Figura 29).

Analoghe osservazioni sono possibili nell'area collinare in cui il range di frequenze si espande maggiormente dal sito privo di amplificazione, individuato entro affioramenti di Calcari e dolomie dell'Unità di Taormina (083097P39), fino al sito 083097P41, individuato nell'ambito della formazioni di Calcari con selce dell'Unità di Taormina, in cui il valore di autofrequenza rilevato (2,1 Hz) porrebbe il bedrock a profondità oscillanti attorno al valore di 50 m di profondità in funzione del valore della velocità delle onde di taglio da attribuire a questo litotipo.

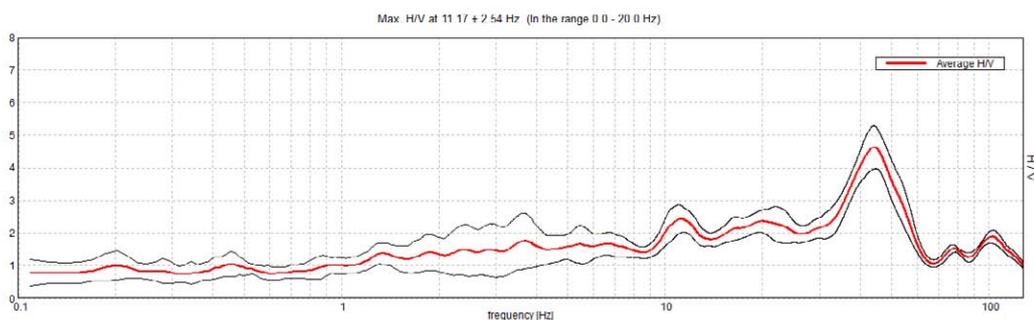


Figura 29 – Curva HVSr relativa al sito 083097P33



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

## 8.8 Considerazioni sui risultati ottenuti

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

I risultati ottenuti indicano che la tecnica impiegata permette l'acquisizione, in modo agevole ed in tempi relativamente brevi, di dati in grado di trasportare ad un ambito quantitativo il modello elaborato e valutare con maggiore affidabilità le caratteristiche delle formazioni d'interesse (litologia e rigidità sismica), condizione questa essenziale per gli obiettivi degli studi di MS di livello superiore.

A questo scopo è però indispensabile il miglioramento del quadro conoscitivo, che, in rapporto alla complessità geologica del territorio, è insoddisfacente attraverso un programma di indagini geofisiche e geognostiche orientato dai risultati fin qui conseguiti.



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 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 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 Taormina non sono presenti Zone stabili, quindi di seguito sono state individuate solo quelle appartenenti alle altre due 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

La carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (da qui in poi MOPS) realizzata per il Comune di Taormina ha una superficie di circa 8,8 Km<sup>2</sup> e comprende una zona di estensione più ampia rispetto a quella dell'area interessata dai rilievi di rumore sismico.

I terreni del substrato geologico che affiorano nell'area oggetto di studio non costituiscono 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 degradazione che generalmente interessa i primi metri delle formazioni il cui spessore, sulla base dei dati ad oggi disponibili, può raggiungere valori superiori ai 3 m.

Per quanto concerne i terreni di copertura questi sono stati classificati come zone suscettibili di amplificazioni locali a partire dalle indicazioni degli ICMS e, quindi, sulla base di fattori topografici e morfologici locali, nonché fattori di carattere litostratigrafico ( $V_s < 800$  m/s, spessori  $> 5$  m).

Nella selezione areale studiata sono state individuate 6 zone suscettibili di amplificazione (Figura 30) e 42 zone suscettibili di instabilità (Figura 31) che verranno di seguito descritte.

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

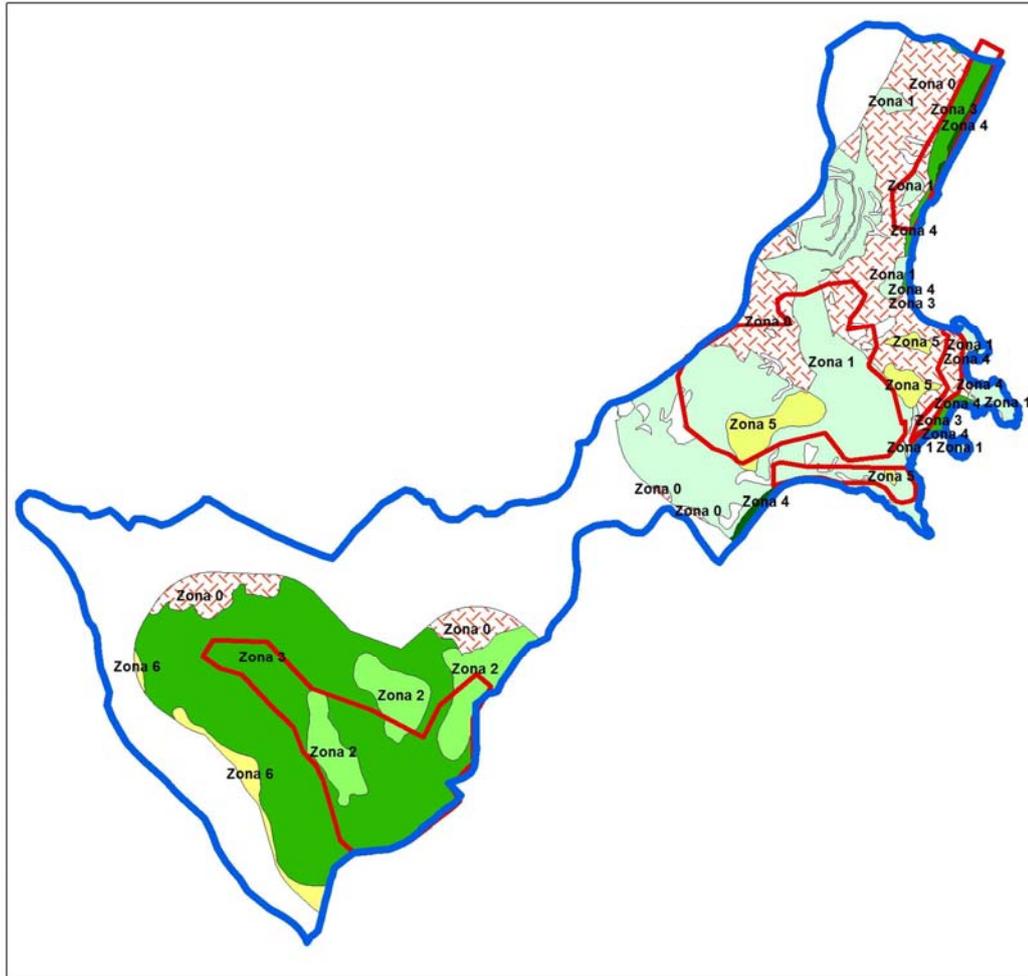


Figura 30 – Schema delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica

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

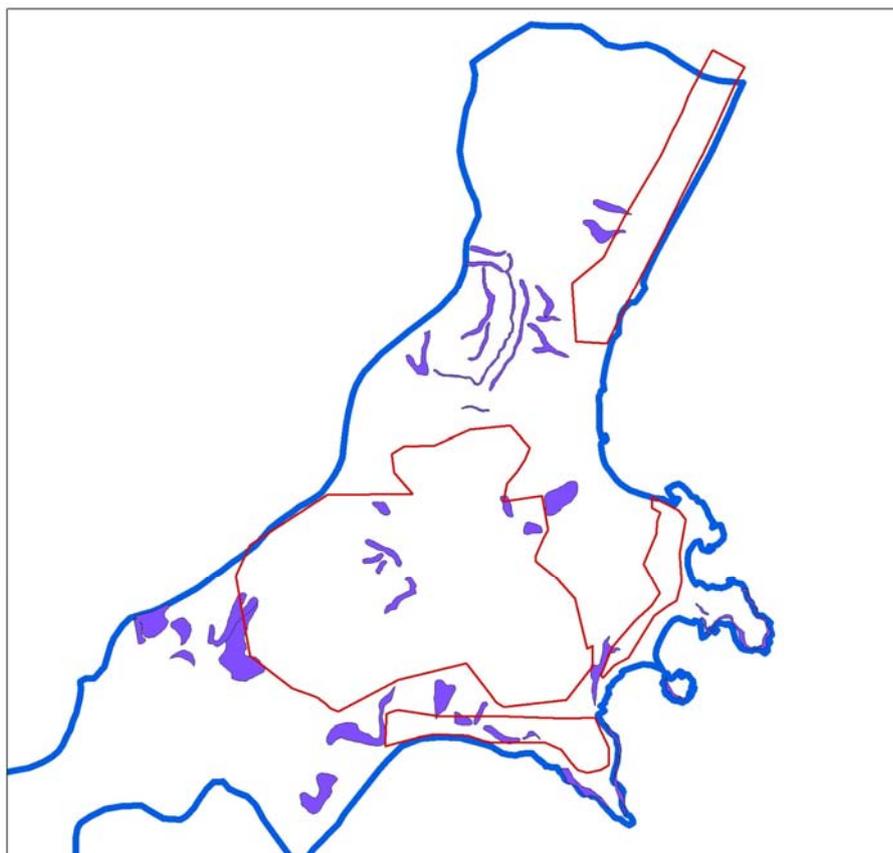


Figura 31 – Schema delle zone suscettibili di instabilità

## 9.1 Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

### Zona 0

In questa zona, che si localizza estesamente nel settore N del territorio comunale e in piccoli comparti più a S, sono stati raggruppati terreni metamorfici delle Unità di Capo S. Andrea, Taormina e S. Marco d'Alunzio e quelli delle alternanze argilloso arenacee del Flysch di Capo d'Orlando.



PROTEZIONE CIVILE  
Presidenza del Consiglio dei Ministri  
Dipartimento della Protezione Civile



Regione Siciliana – Presidenza  
Dipartimento della Protezione  
Civile

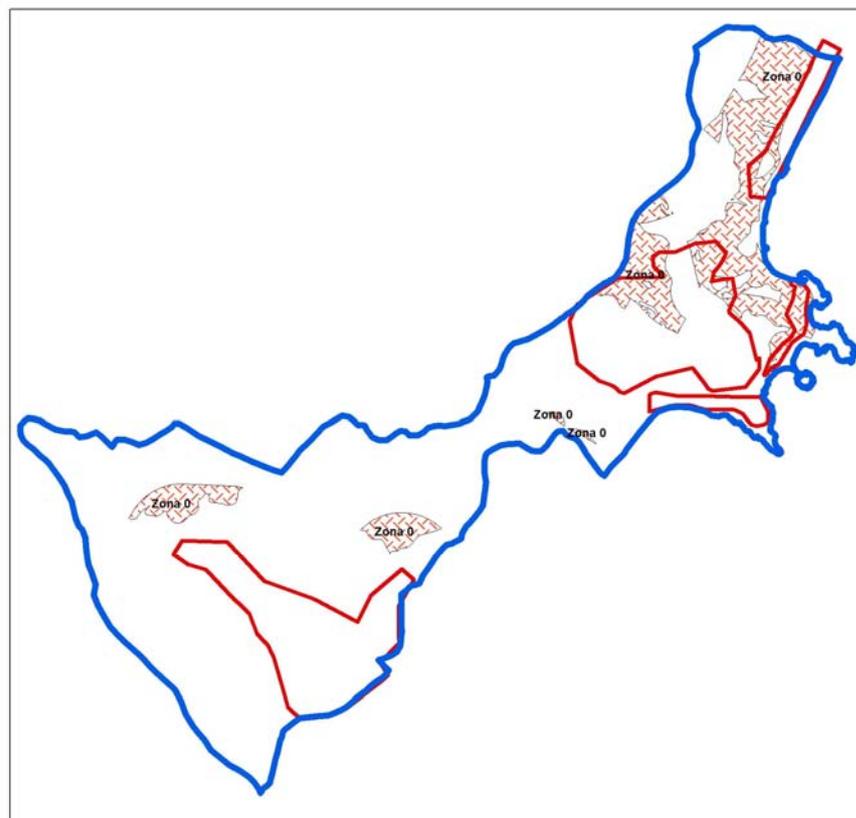


Università degli Studi di Messina  
C.A.R.E.C.I  
Centro Attrazione Risorse  
Esterne e Creazione d'Impresa

Tali formazioni appaiono interessate, nelle parti apicali, da un esteso sistema di fratture che determina frequenti soluzioni di continuità dell'ammasso roccioso che pertanto risulta disarticolato ed allentato. In conseguenza di queste condizioni strutturali il tetto del bedrock geofisico si trova a profondità maggiori di quelle del tetto del substrato geologico. I dati HVSR confermano questa previsione.

Inoltre è presente una copertura detritica incoerente, non segnalata nello studio geologico di P.R.G., il cui spessore, discontinuamente variabile, in assenza di dati puntuali, è stimabile nell'ordine di alcuni metri. In corrispondenza delle zone meno acclivi tale strato di copertura può, presumibilmente, raggiungere spessori maggiori.

Non si dispone di dati geognostici diretti per ulteriori caratterizzazioni di dettaglio.





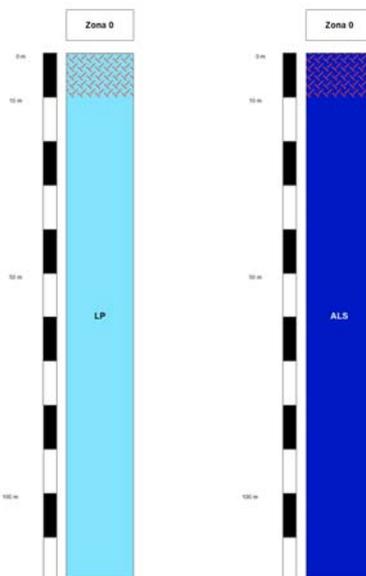
PROTEZIONE CIVILE  
Presidenza del Consiglio dei Ministri  
Dipartimento della Protezione Civile



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

Raggruppa le successioni sedimentarie prevalentemente calcaree e calcareo marnose delle Unità di Capo S. Andrea e di Taormina che affiorano estesamente in tutta la dorsale Capo Taormina - Castelmola e nel promontorio di capo S. Andrea. Gli ammassi mantengono l'aspetto litoide e si presentano spesso ben stratificati anche se interessati, in modo discontinuo da sistemi di fratture e processi di carsificazione che possono spiegare la presenza di sorgenti sottomarine, già segnalate nello studio geologico di P.R.G.

Dai rilievi HVSR, fin qui eseguiti, si evince, in questa zona (sito di registrazione **083097P39**), la presenza dell'unico comparto privo di amplificazione reperito in tutte le aree indagate che, in relazione ai dati delle altre registrazioni, può essere indicativo della variabilità strutturale delle successioni calcaree e calcareo marnose.

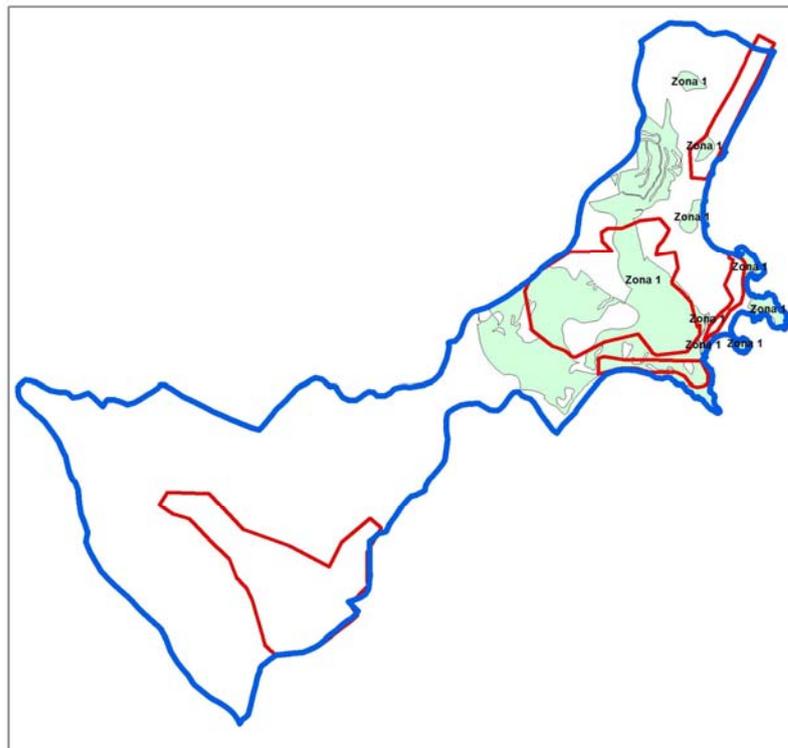
Analogamente a quanto riscontrato per la precedente zona, anche in questa è presente una copertura detritica incoerente e discontinua, non segnalata nello studio geologico di P.R.G., per cui valgono le considerazioni espresse in precedenza.



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

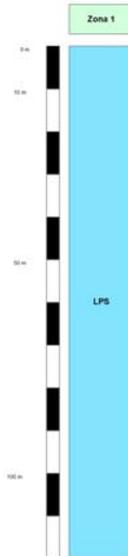
Non si dispone di dati geognostici diretti per ulteriori caratterizzazioni di dettaglio.





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

Ricade sul versante di sinistra della bassa valle del F. Alcantara e si dispone in tre comparti limitrofi in cui affiorano formazioni prevalentemente argillose.

Per la caratterizzazione di questa zona sono disponibili due sondaggi geognostici (**083097P1S1** e **083097P2S2**), le cui stratigrafie sono riportate di seguito (Tabella 9), che hanno attraversato una successione di terreni in facies argillosa fino alla profondità massima di 15 m dal p.c.

I relativi dati stratigrafici sono generici ma nel vicino sito di registrazione HVSR (**083097P30**), che ricade nelle stesse formazioni, ed in cui è stato rilevato un valore di autofrequenza pari a 3 Hz, il contrasto d'impedenza di fondo, riferibile al bedrock geofisico, dovrebbe porsi a profondità certamente superiori a quelle raggiunte dai sondaggi geognostici.

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

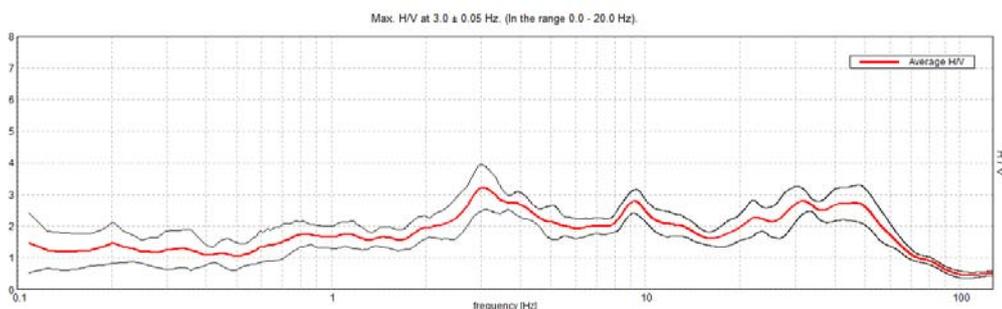


Figura 32 – Curva HVSr relativa al sito 083097P30

Questa osservazione, evidentemente limitata dal punto di vista statistico e suscettibile pertanto di ulteriori conferme, ben si accorda con le caratteristiche di intensa degradazione superficiale delle formazioni argillose che qui costituiscono il substrato geologico.

Codice	Profondità sondaggio	Codice litologia	Descrizione litologia	Spessore dello strato (m)
083097P1S1	15	PT	Pedosuolo. Quote e spessori non specificati nel log del sondaggio. I valori sono approssimativi	0,8
		SP	Sabbie fini. Quote e spessori non specificati nel log del sondaggio. I valori sono approssimativi	0,5
		AL	Argille bruno-giallo-verdastre con arenaria del Tortoniano. Quote e spessori non specificati nel log del sondaggio. I valori sono approssimativi	2,6
		NR	Argille azzurre scagliettate. Quote e spessori non specificati nel log del sondaggio. I valori sono approssimativi	11,1
083097P2S2	15	PT	Pedosuolo. Quote e spessori non specificati nel log del sondaggio. I valori sono approssimativi	0,5
		SP	Sabbie fini. Quote e spessori non specificati nel log del sondaggio. I	1,6



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

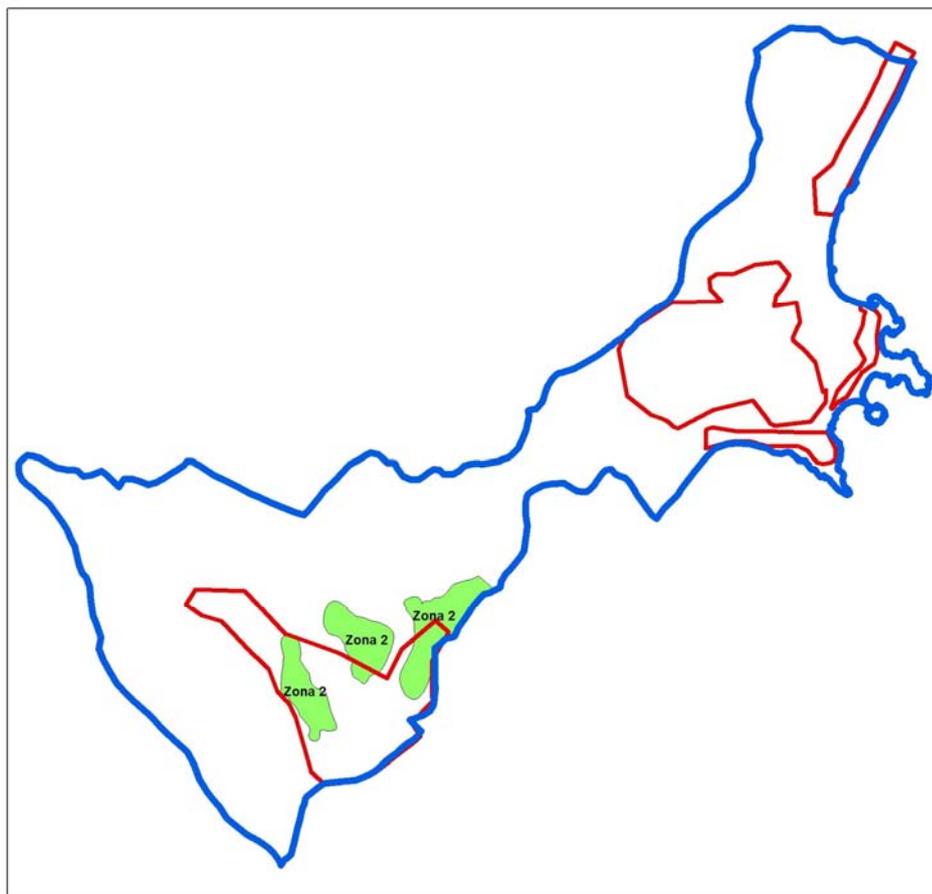
Codice	Profondità sondaggio	Codice litologia	Descrizione litologia	Spessore dello strato (m)
			valori sono approssimativi	
		AL	Argille bruno-giallo-verdastre con arenarie del Tortoniano. Quote e spessori non specificati nel log del sondaggio. I valori sono approssimativi	3,8
		NR	Argille azzurre scagliettate. Quote e spessori non specificati nel log del sondaggio. I valori sono approssimativi	9,1

**Tabella 9 – Compendio dei dati geognostici diretti disponibili per la Zona 2**



Regione Siciliana – Presidenza  
Dipartimento della Protezione  
Civile

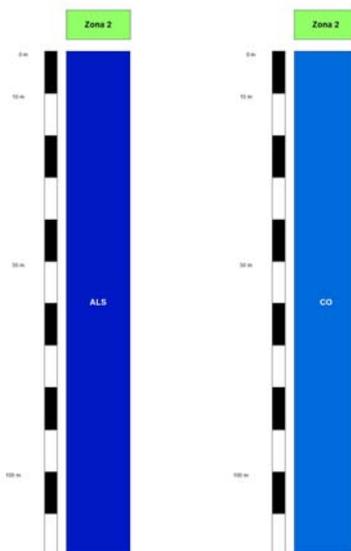
Università degli Studi di Messina  
C.A.R.E.C.I  
Centro Attrazione Risorse  
Esterne e Creazione d'Impresa





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

Questa zona ricade nell'area di fondovalle del F. Alcantara dove sono presenti i depositi alluvionali recenti di questo corso d'acqua e del T. S. Venera che sormontano il substrato geologico costituito dalle alternanze argilloso arenacee del Flysch di Capo d'Orlando, dalle formazioni delle Argille scagliose e dalle successioni argilloso marnose e arenacee tortoniane (Formazione di San Pier Niceto, Serie gessoso solfifera). Non è attualmente possibile definire i limiti di queste formazioni al di sotto della copertura alluvionale.

Per la caratterizzazione di questa zona sono disponibili sei sondaggi geognostici (**083097P1S3**, **083097P2S4**, **083097P2S5**, **083097P2S6**, **083097P2S7**, **083097P2S8**), che hanno attraversato una successione di terreni sabbioso ghiaioso argillosi, fino alla profondità massima di 15 m dal p.c. e le cui stratigrafie sono riportate di seguito (Tabella 10).

I dati stratigrafici di questo gruppo di sondaggi indicano che nel settore a N della frazione di Trappitello il substrato geologico, è costituito dalla facies conglomeratica del Flysch di Capo d'Orlando (sondaggi **083097P7S7** e



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

**083097P8S8**) ed è stato reperito tra i 12 ed i 14 m di profondità dal p.c.

In corrispondenza dei sondaggi **083097P3S3** e **083097P4S4** il substrato non è stato incontrato, ed in corrispondenza dei sondaggi **083097P5S5** e **083097P6S6** sono stati ritrovati depositi della Serie Gessoso Solifera a 14 e 6 m, rispettivamente, di profondità.

Mentre non sono possibili confronti con le misure HVSR per i sondaggi **083097P7S7** e **083097P8S8**, per i sondaggi **083097P1S3** e **083097P2S4** nei siti di registrazione più vicini (**083097P25** e **083097P27**) sono state rilevate autofrequenze di 3 Hz e 3.23 Hz, rispettivamente, che individuerrebbero il bedrock geofisico alla profondità di circa 25 m dal p.c.

Per i sondaggi **083097P5S5** e **083097P5S6**, infine sono possibili cauti confronti, stante la distanza, con il sito di registrazione HVSR **083097P29** per il primo e **083097P28** per il secondo. Le autofrequenze rilevate sono state di 4,8 Hz e di 2.39 hz, rispettivamente, che forniscono profondità del bedrock di circa 15 e 30 m.

Codice	Profondità sondaggio	Codice litologia	Descrizione litologia	Spessore dello strato (m)
083097P3S3	15	PT	Pedosuolo. Quote e spessori non specificati nel log del sondaggio. I valori sono approssimativi	0,9
		SW	Alluvioni del S. Venera costituite da sabbie grossolane e ciottoli di varia natura (arenacei, calcarei, microconglomeratici, filladici, ecc.). Quote e spessori non specificati nel log del sondaggio. I valori sono approssimativi	14,1
083097P4S4	15	RI	Sfabbricidi e discarica di inerti. Quote e spessori non specificati nel log del sondaggio. I valori sono approssimativi	3,8
		SW	Alluvioni del S. Venera costituite da sabbie grossolane e ciottoli di varia natura (arenacei, calcarei, microconglomeratici, filladici, ecc.). Quote e spessori non specificati nel log del sondaggio. I valori sono approssimativi	11,2

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	Codice litologia	Descrizione litologia	Spessore dello strato (m)
083097P5S5	15	RI	Sfabbricidi e discarica di inerti. Quote e spessori non specificati nel log del sondaggio. I valori sono approssimativi	3,2
		SW	Alluvioni del S. Venera costituite da sabbie grossolane e ciottoli di varia natura (arenacei, calcarei, microconglomeratici, filladici, ecc.). Quote e spessori non specificati nel log del sondaggio. I valori sono approssimativi	3
		LPS	Marne grigio-verdastre. Quote e spessori non specificati nel log del sondaggio. I valori sono approssimativi	3,6
		NR	Lente limoso-argillosa, presenta plasticità elevata. Quote e spessori non specificati nel log del sondaggio. I valori sono approssimativi	0,7
		AL	Argille arenacee con frammenti gessosi (Tortoniano). Quote e spessori non specificati nel log del sondaggio. I valori sono approssimativi	4,5
083097P6S6	15	PT	Pedosuolo. Quote e spessori non specificati nel log del sondaggio. I valori sono approssimativi	0,2
		SM	Sabbie fini debolmente limose.	1,8
		SP	Sabbie medio-fini. Quote e spessori non specificati nel log del sondaggio. I valori sono approssimativi	0,8
		SM	Sabbie fini limose con rare lenti decimetriche di ciottoli. Quote e spessori non specificati nel log del sondaggio. I valori sono approssimativi	2,8
		SW	Sabbie grossolane con rari ciottoli e ghiaie. Quote e spessori non specificati nel log del sondaggio. I valori sono approssimativi	5
		SW	Sabbie grossolane mediamente cementate con ciottoli e ghiaie. Quote e spessori non specificati nel log del	1,2

Codice	Profondità sondaggio	Codice litologia	Descrizione litologia	Spessore dello strato (m)
			sondaggio. I valori sono approssimativi	
		GR	Microconglomerato Tortoniano. Quote e spessori non specificati nel log del sondaggio. I valori sono approssimativi	0,8
		SM	Sabbie grossolane debolmente limose. Quote e spessori non specificati nel log del sondaggio. I valori sono approssimativi	2,4
083097P7S7	15	PT	Pedosuolo. Quote e spessori non specificati nel log del sondaggio. I valori sono approssimativi	2
		SW	Sabbie grossolane con ciottoli e rare ghiaie. Quote e spessori non specificati nel log del sondaggio. I valori sono approssimativi	0,6
		SM	Sabbie limose. Quote e spessori non specificati nel log del sondaggio. I valori sono approssimativi	0,4
		SW	Sabbie grossolane con ciottoli e rare ghiaie. Quote e spessori non specificati nel log del sondaggio. I valori sono approssimativi	1
		SM	Sabbie limose. Quote e spessori non specificati nel log del sondaggio. I valori sono approssimativi	2,6
		SW	Sabbie grossolane con ciottoli e rare ghiaie. Quote e spessori non specificati nel log del sondaggio. I valori sono approssimativi	0,6
		MH	Limo con sabbia. Quote e spessori non specificati nel log del sondaggio. I valori sono approssimativi	0,3
		SM	Sabbie limose. Quote e spessori non specificati nel log del sondaggio. I valori sono approssimativi	1,5
		SW	Sabbie grossolane con ciottoli e rare ghiaie. Quote e spessori non specificati nel log del sondaggio. I valori sono approssimativi	5,2

Codice	Profondità sondaggio	Codice litologia	Descrizione litologia	Spessore dello strato (m)
		GR	Conglomerato basale del Flysch di Capo d'Orlando. Quote e spessori non specificati nel log del sondaggio. I valori sono approssimativi	0,8
083097P8S8	15	PT	Pedosuolo. Quote e spessori non specificati nel log del sondaggio. I valori sono approssimativi	0,5
		SM	Sabbie limose. Quote e spessori non specificati nel log del sondaggio. I valori sono approssimativi	2,5
		SW	Sabbie grossolane con ciottoli e rare ghiaie. Quote e spessori non specificati nel log del sondaggio. I valori sono approssimativi	3
		SM	Sabbie limose tendenti con la profondità a limi sabbiosi. Quote e spessori non specificati nel log del sondaggio. I valori sono approssimativi	6,5
		GR	Conglomerato basale del Flysch di Capo d'Orlando. Quote e spessori non specificati nel log del sondaggio. I valori sono approssimativi	2,5

**Tabella 10 – Compendio dei dati geognostici diretti disponibili per la Zona 3**



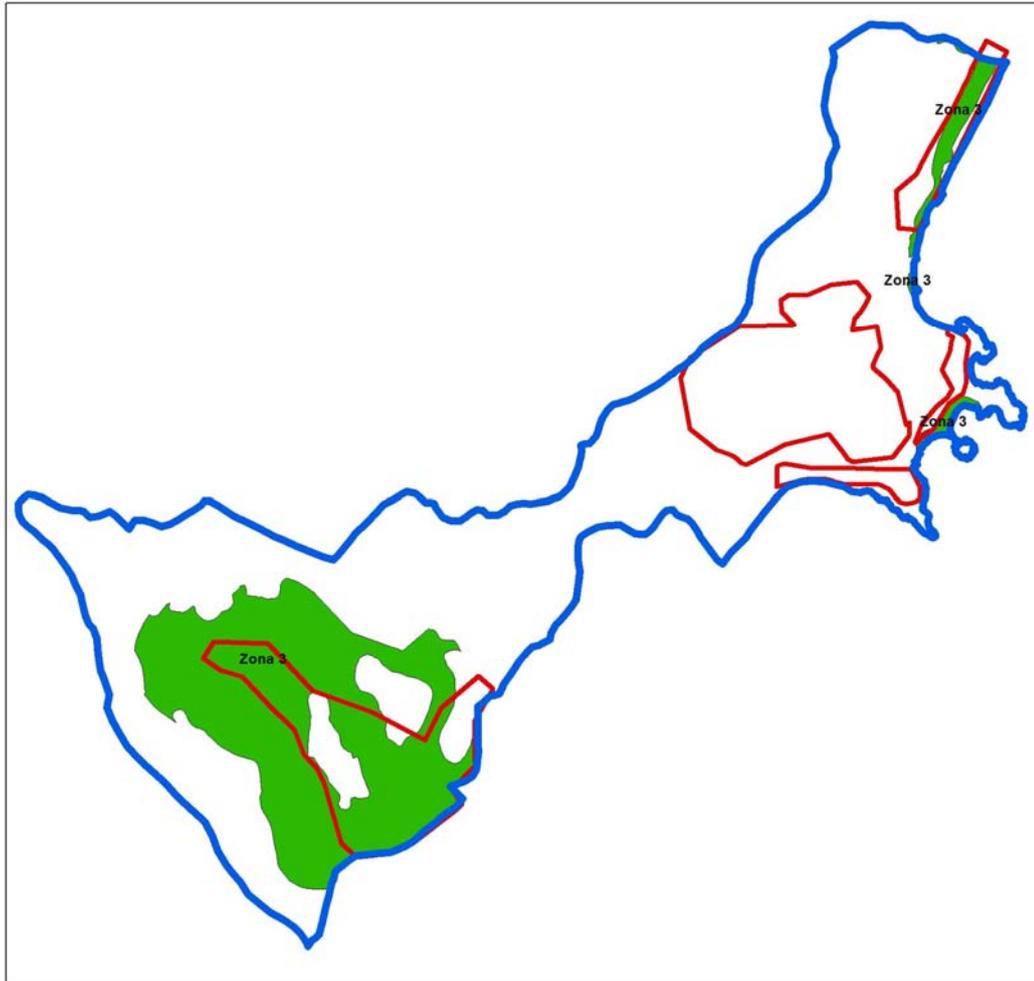
PROTEZIONE CIVILE  
Presidenza del Consiglio dei Ministri  
Dipartimento della Protezione Civile



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





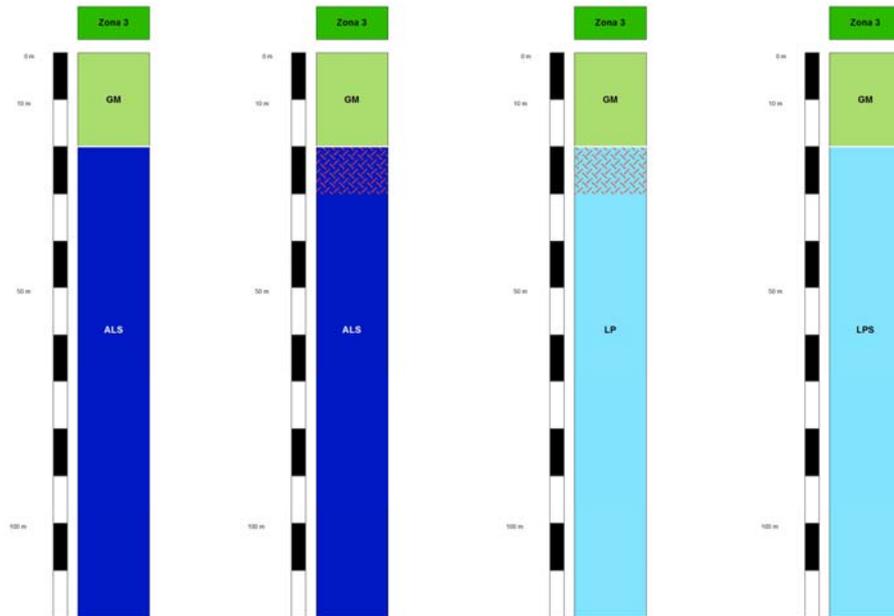
PROTEZIONE CIVILE  
Presidenza del Consiglio dei Ministri  
Dipartimento della Protezione Civile



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 4

E' la zona che comprende le pianure costiere dove i depositi sabbioso ghiaiosi incoerenti delle spiagge sormontano le formazioni metamorfiche delle Unità di Capo S. Andrea, Taormina e S. M. d'Alunzio, l'alternanza argilloso arenacea del Flysch di Capo d'Orlando e le successioni sedimentarie prevalentemente calcaree e calcareo marnose delle Unità di Capo S. Andrea e di Taormina.

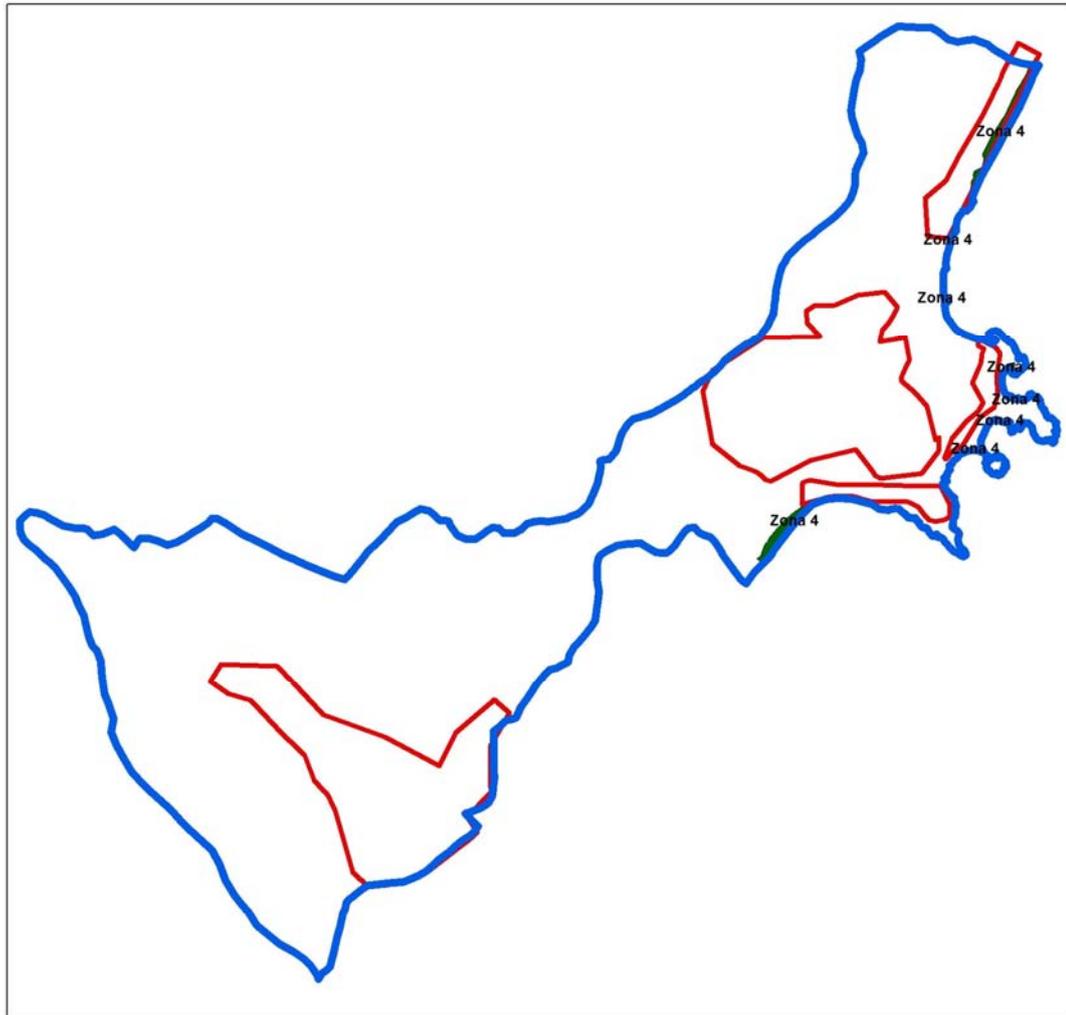
In questa zona, come è stato già descritto, la profondità del bedrock può oscillare in modo cospicuo; sono stati registrate, infatti, autofrequenze che a livello del mare, variano tra 1,8 Hz (**083097P31**) e 11,17 Hz (**083097P33**), rispettivamente corrispondenti, a profondità maggiori di 50 m nel primo caso ed entro pochi metri dal p.c. nel secondo caso.

Per questa zona non si dispone di dati geognostici diretti per ulteriori caratterizzazioni di dettaglio.



Regione Siciliana – Presidenza  
Dipartimento della Protezione  
Civile

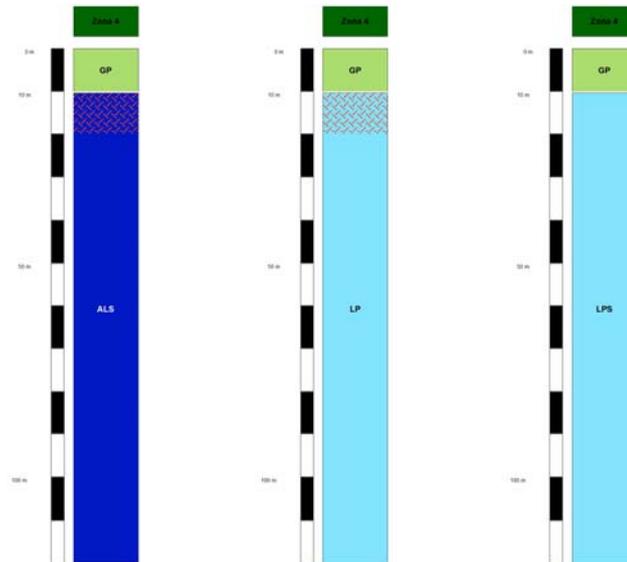
Università degli Studi di Messina  
C.A.R.E.C.I  
Centro Attrazione Risorse  
Esterne e Creazione d'Impresa





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 5

Comprende tutte le aree della dorsale taorminese in cui sono presenti depositi marini terrazzati poggianti sulle formazioni del substrato che, in relazione ai terrazzi cartografati, sono costituite dalle facies metamorfiche delle Unità di Capo S. Andrea, Taormina e S. M. d'Alunzio, e le successioni sedimentarie prevalentemente calcaree e calcareo marnose delle Unità di Capo S. Andrea e di Taormina.

In assenza di dati geognostici diretti e sulla base del sito di registrazione HVSR **083097P42**, che si individua nei depositi terrazzati poggianti sui semiscisti dell'Unità di Taormina prospicienti la baia di Mazzarò, in cui è stato rilevato un valore dell'autofrequenza di 2.27 Hz, si può stimare la profondità del bedrock geofisico entro i 30 m di profondità dal p.c.

Questo valore è superiore alle potenze presunte per i depositi marini terrazzati e segnala ancora una volta la misura della profondità del bedrock rispetto alle quote del tetto delle formazioni che costituiscono il substrato geologico.



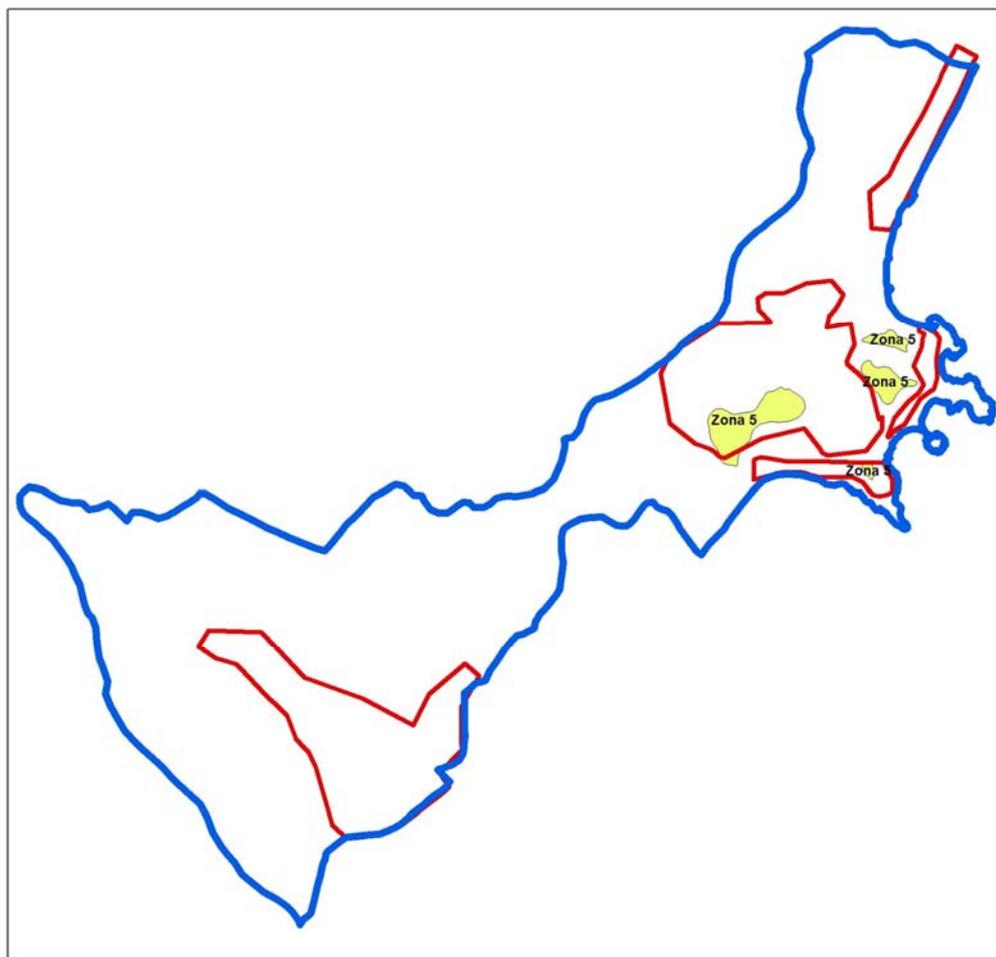
PROTEZIONE CIVILE  
Presidenza del Consiglio dei Ministri  
Dipartimento della Protezione Civile



Regione Siciliana – Presidenza  
Dipartimento della Protezione  
Civile



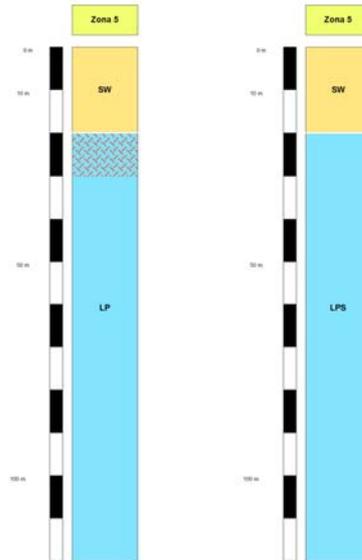
Università degli Studi di Messina  
C.A.R.E.C.I  
Centro Attrazione Risorse  
Esterne e Creazione d'Impresa





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 6

Comprende l'area di fondo valle del F. Alcantara limitrofa all'alveo del corso d'acqua subito ad O della frazione di Trappitello. La stratigrafia è data dagli spandimenti lavici che hanno invaso il letto del F. Alcantara che ricoprono terreni del substrato presuntivamente appartenenti all'alternanza pelitico arenacea del Flysch di Capo d'Orlando e alle successioni argilloso marnose e arenacee tortoniane (Formazione di San Pier Niceto, Serie gessoso solfifera).

Non è attualmente possibile definire i limiti e la profondità di queste formazioni sotto della copertura alluvionale in quanto non sono disponibili dati geognostici in grado di fornire le necessarie caratterizzazioni di dettaglio.



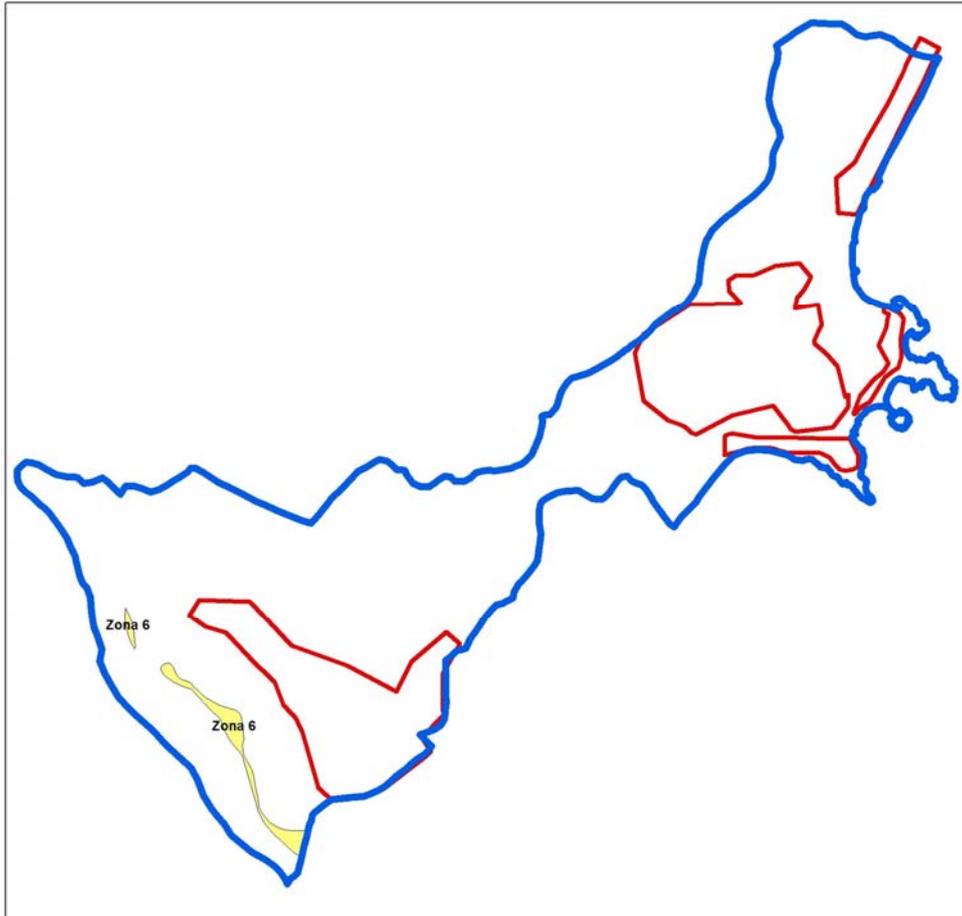
PROTEZIONE CIVILE  
Presidenza del Consiglio dei Ministri  
Dipartimento della Protezione Civile



Regione Siciliana – Presidenza  
Dipartimento della Protezione  
Civile



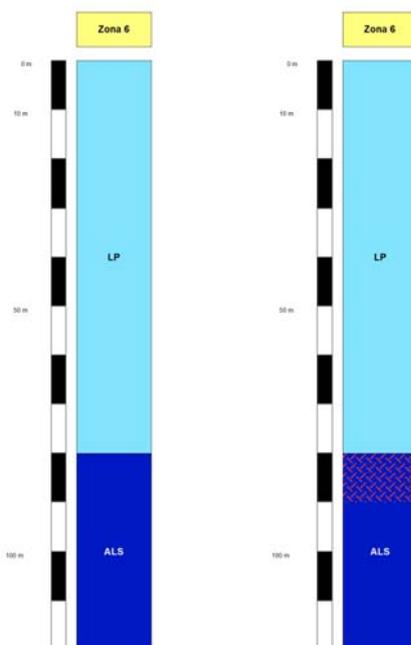
Università degli Studi di Messina  
C.A.R.E.C.I  
Centro Attrazione Risorse  
Esterne e Creazione d'Impresa





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



## 9.2 Zone suscettibili di instabilità

Sulla base delle informazioni disponibili è stato possibile ascrivere a questa categoria tutti quei fenomeni legati ai processi morfogenetici che innescano, o hanno indotto, deformazioni permanenti sul territorio. Come descritto nel capitolo 0 e nel paragrafo 4.3 per la definizione di queste zone sono state analizzate ed elaborate le informazioni acquisite dal PAI. Questo piano ad oggi rappresenta, a livello regionale, lo strumento tecnico-scientifico con valenza amministrativa che meglio rappresenta lo stato conoscitivo del territorio in termini di dissesti geomorfologici e più in generale idro-geomorfologici. Va precisato che, pur essendo un valido strumento con elevata valenza amministrativa e governo della pianificazione territoriale, il PAI si riferisce ad uno stato dei luoghi e dei fenomeni funzione della data di esecuzione dei rilievi.



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'ambito del presente progetto e della costituita banca dati sono stati inseriti i dissesti presenti in tutto il territorio comunale al fine di avere una visione completa della relativa tematica.

Al contrario per la realizzazione della carta delle MOPS sono state individuate e classificate, come zone suscettibili di instabilità, solo quelle ricadenti all'interno delle aree interessate dai piani di espansione urbanistica così come vengono definite nel P.R.G.

Ciò premesso 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 44 dissesti presenti sul territorio comunale 42 ricadono all'interno di questa carta (Figura 31).

Comune	Taormina (ME)				
Bacino Idrografico (P.A.I.)	Area tra F. Alcantara e Fiumara Agrò				
LOCALITA	SIGLA	COD_TIP	COD_ATT	PERICOLO	Superficie
<b>Contrada Zaccani</b>	<b>097-5TA-042</b>	11	1	1	5034,79
<b>Contrada Zaccani</b>	<b>097-5TA-041</b>	11	1	1	8256,15
<b>Contrada Zaccani</b>	<b>097-5TA-040</b>	11	1	1	4902,79
<b>Contrada Zaccani</b>	<b>097-5TA-039</b>	11	1	1	3890,70
<b>Contrada S. Antonio</b>	<b>097-5TA-034</b>	1	1	n.c.	8936,78
<b>Contrada S. Antonio</b>	<b>097-5TA-035</b>	1	1	n.c.	8768,28
<b>Contrada Zaccani</b>	<b>097-5TA-038</b>	1	1	n.c.	4303,22
<b>Contrada Zaccani</b>	<b>097-5TA-032</b>	1	1	n.c.	7966,56
<b>Contrada S. Antonio</b>	<b>097-5TA-033</b>	1	1	n.c.	3083,92
<b>Contrada Zaccani</b>	<b>097-5TA-037</b>	11	1	1	1944,67
<b>Contrada S. Antonio</b>	<b>097-5TA-036</b>	11	1	1	6855,90
<b>località castello</b>	<b>097-5TA-021</b>	1	1	n.c.	6178,59
<b>Est Centro Abitato</b>	<b>097-5TA-009</b>	11	1	1	6843,09
<b>Est Centro Abitato</b>	<b>097-5TA-008</b>	11	1	1	3360,10
<b>Est Centro Abitato</b>	<b>097-5TA-007</b>	11	1	2	15779,03
<b>Ovest Centro Abitato</b>	<b>097-5TA-006</b>	8	1	2	32798,78



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

Comune	Taormina (ME)				
Bacino Idrografico (P.A.I.)	Area tra F. Alcantara e Fiumara Agrò				
LOCALITA	SIGLA	COD_TIP	COD_ATT	PERICOLO	Superficie
Contrada Pali	097-5TA-002	11	1	2	38355,11
Contrada Pali	097-5TA-003	11	1	2	38671,44
<b>Villagonia-Monte Crocifisso</b>	<b>097-5TA-005</b>	1	1	n.c.	21202,72
<b>Villagonia-Monte Crocifisso</b>	<b>097-5TA-004</b>	1	1	n.c.	15327,40
<b>Torrente San Giovanni</b>	<b>097-5TA-001</b>	11	1	1	7820,61
<b>Monte Purretta</b>	<b>097-5TA-029</b>	4	4	0	2988,60
<b>Ovest Centro Abitato</b>	<b>097-5TA-010</b>	8	1	2	21921,90
<b>Costa Don Lappio</b>	<b>097-5TA-027</b>	11	1	1	3448,26
<b>Costa Don Lappio</b>	<b>097-5TA-026</b>	5	1	3	10588,31
<b>Sud Centro Abitato</b>	<b>097-5TA-014</b>	1	1	n.c.	5094,00
<b>Sud Centro Abitato</b>	<b>097-5TA-013</b>	11	1	1	2455,57
<b>Sud Centro Abitato</b>	<b>097-5TA-012</b>	1	1	n.c.	3423,82
<b>Sud Centro Abitato</b>	<b>097-5TA-011</b>	11	1	2	10732,17
<b>Piazza Franz Pagano</b>	<b>097-5TA-024</b>	1	1	n.c.	3099,07
<b>Località Castello</b>	<b>097-5TA-022</b>	1	1	n.c.	1462,82
<b>Capo S. Andrea</b>	<b>097-5TA-020</b>	1	1	n.c.	9063,74
<b>Ovest Isola Bella</b>	<b>097-5TA-018</b>	1	1	n.c.	9714,53
<b>Sud Centro Abitato</b>	<b>097-5TA-015</b>	1	1	n.c.	1208,44
<b>Cimitero</b>	<b>097-5TA-025</b>	11	1	1	3812,41
<b>Costa Don Lappio</b>	<b>097-5TA-028</b>	11	1	2	15232,58
<b>Contrada S. Antonio</b>	<b>097-5TA-030</b>	1	1	n.c.	1011,48
<b>Contrada S. Antonio</b>	<b>097-5TA-031</b>	11	1	1	8520,07
<b>Località Castello</b>	<b>097-5TA-023</b>	1	1	n.c.	2375,22
<b>Capo Taormina</b>	<b>097-5TA-017</b>	1	1	n.c.	4735,91
<b>Capo Taormina</b>	<b>097-5TA-016</b>	1	1	n.c.	6306,30
<b>Isola Bella</b>	<b>097-5TA-019</b>	1	1	n.c.	1665,03
<b>Località Castello</b>	<b>097-5TA-043</b>	1	1	n.c.	5254,09
<b>Località S. Andrea</b>	<b>097-5TA-044</b>	1	1	n.c.	751,18



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 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.

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



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

## 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, acquisite dallo studio geologico a supporto della variante del P.R.G., che l'Amministrazione comunale ha messo a disposizione, ha evidenziato la mancanza di coerenza con i dati bibliografici integrativi consultati segnatamente in relazione allo studio e restituzione cartografica dei depositi marini terrazzati e delle coperture detritiche che, nell'ambito degli studi di MS, rivestono un ruolo particolarmente importante.

Si renderà pertanto indispensabile la revisione dei dati geologici di base e, laddove necessario, l'esecuzione degli opportuni controlli di campagna sui supporti cartografici più utili allo scopo.

Le indagini che si sono rese disponibili, sia di tipo diretto sia indiretto, sono assolutamente insufficienti, stante anche la complessità geologico strutturale di questo comparto territoriale, a fornire le indicazioni quantitative necessarie alla definizione degli aspetti litostratigrafici e fisico meccaniche delle formazioni affioranti.

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

In questa fase si suggeriscono le seguenti indicazioni:

### 1) MODELLO TRIDIMENSIONALE DEL SOTTOSUOLO.

Nel territorio in esame appare di grande utilità la caratterizzazione delle formazioni affioranti e la ricostruzione della morfologia del substrato geologico al di sotto delle coperture detritiche e dei depositi alluvionali e marini. Questo sia per la



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

determinazione dello spessore delle coperture e sia ai fini dell'individuazione di eventuali strutture 2D nascoste, che potrebbero influenzare la risposta sismica locale.

Il programma d'indagini che si dovrà approntare 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 giaciture 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 fratturati dagli stress tettonici che lo pongono entro 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 all'esaustivo rilievo delle coperture detritiche che potrebbe determinare anche ad una nuova ridefinizione delle Zone Omogenee.

## 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.



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

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.

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 metamorfite 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.



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

Azzaro R., Barbano M.S., Moroni A., Mucciarelli M. & Stucchi M., 1999. The seismic history of Catania. *Journal of Seismology*, 3 3, 235-252.

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 GNDT nel campo della pericolosità sismica (1996-99)*. F. Galadini, C. Meletti, A. Rebez (Eds.). CNR-Gruppo Nazionale per la Difesa Terremoti, Roma, 31-38.

Azzaro R., Bernardini F., Camassi R. and Castelli V., 2007. The 1780 Seismic Sequence in NE Sicily (Italy): Shifting an Underestimated and Mislocated Earthquake to a Seismically Low Rate Zone. *Natural Hazards*, 42, 1, 149-167.

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.

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.



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

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 R., Franchino A., Merlini S., Sulli A., 2000. Central Western Sicily structural setting interpreted from seismic reflection profiles. *Mem. Soc. Geol. It.*, 55, 5-16.

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

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.



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

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.

Del Negro, C., R. Napoli, 2002. Ground and marine magnetic surveys of the lower eastern flank of Etna volcano (Italy). *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 114/3-4, 357-372.

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.

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.



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

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 Alì (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.

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 3<sup>rd</sup> 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:



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

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 Geologi Camerti*, 1995/2, 319-329.

Lentini F., Catalano S., Carbone S., 1996. The external thrust system in southern Italy: a target for petroleum exploration. *Petroleum Geoscience*, 2, 333-342.

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.

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>.



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

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. Nota illustrativa dello schema geologico della Sicilia Nord – Orientale. *Riv. Min. Sic.* II: 183-212

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.

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.



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

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.

Seguenza, L. 1900. I vertebrati fossili della Provincia di Messina. Prima parte. Pesci. Bollettino della Società Geologica Italiana, 19: 443-518, pl. 5-6

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 repeatability: in the Messina Straits (southern Italy) and the 1908 earthquake. Terra Nova, 44: 472-483.

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



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

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)



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

## ALLEGATO A

### INDAGINI PRECEDENTI

- 1) Indagini a supporto dello Studio Geologico Tecnico delle nuove aree interessate dalle prescrizioni esecutive della revisione generale del P.R.G. (16.02.2001 data in calce alla relazione);
- 2) Indagini relative allo Studio Geologico Tecnico a supporto del progetto di adozione della variante generale al P.R.G. (15.05.2006 data protocollo Genio Civile).

### Indagini dirette

1) Indagini a supporto dello Studio Geologico Tecnico delle nuove aree interessate dalle prescrizioni esecutive della revisione generale del P.R.G. (16.02.2001 data in calce alla relazione):

A) Sono state eseguite otto perforazioni geognostiche indicate da H1 ad H8;  
Attrezzatura di perforazione: Atlas Copco mod. Mustang 30;

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

Tecnica di perforazione: non dichiarata;

Diametro di perforazione: non dichiarato;

Profondità raggiunta: - 15 m dal p.c.

Prove in foro: 8 prove SPT standard entro - 3,8 m dal p.c.;

Indicazioni sulla profondità delle falda: fornita;

Schede stratigrafiche: fornite;

Documentazione fotografica: non fornita;

Note: il rapporto tecnico non commenta le risultanze stratigrafiche.

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

Sondaggio H1 - Campione 1 (profondità m 2.80 - 3.20);

Sondaggio H5 - Campione 2 (profondità m 2.50 - 3.00);

Sondaggio H6 - Campione 3 (profondità m 1.60 - 2.00);

Sondaggio H8 - Campione 4 (profondità m 2.80 - 3.20);

Prove eseguite su tutti i campioni:

Caratterizzazione Generale;



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

Analisi Granulometriche;  
Limiti di Attenberg;  
Limiti di ritiro;  
Determinazione passante al setaccio ASTM 2000;  
Prove edometriche;  
Misure di permeabilità;  
Prove di taglio diretto.  
Scheda delle prove: fornite;  
Documentazione fotografica: non fornita;  
Note: il rapporto tecnico sulle prove eseguite non commenta i risultati ottenuti e non dà nessun riferimento sugli standard adottati.  
Valutazione complessiva: La caratterizzazione ottenuta è condizionata dalla profondità di prelievo dei campioni.

#### Indagini Geofisiche - Sismica di superficie di rifrazione

1) Indagini a supporto dello Studio Geologico Tecnico delle nuove aree interessate dalle prescrizioni esecutive della revisione generale del P.R.G. (16.02.2001 data in calce alla relazione):

E' stato eseguito in superficie un rilievo sismico di rifrazione. Sezioni per la misura delle onde P numero 6 (sigle numeri da 1 a 8);  
Strumentazione utilizzata: PASI LCM - 12 a 12;  
Geofoni: Verticali: non ulteriormente specificati;  
Energizzazione: massa battente non ulteriormente specificata;  
Starter: non specificato;  
Numero geofoni: 12;  
Lay out: base distante in linea;  
Distanza intergeofonica: 5 m;  
Numero di tiri di energizzazione: 2;  
Offset esterno: non specificato;  
Profondità massima raggiunta: - 4,5 m;  
Registrazione dei segnali: non fornita;  
Tecnica del picking: non indicata;  
Processing utilizzato: non indicato;  
Software utilizzato: non specificato;  
Tabulati di calcolo: non forniti;  
Grafici forniti: Dromocrone e Sezioni profondità;



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

Range di velocità ottenuto: onde P: 372 - 1049 m/s;

Note: è riportata un'interpretazione litologica dei risultati derivati dalla elaborazione dei dati acquisiti in campagna. Le velocità delle onde P osservate possono, complessivamente, ritenersi congrue con la litologia superficiale, ad eccezione di quelle del rifratore che sembrano sovrastimate. Valutazione complessiva: i risultati permettono la sola caratterizzazione dello strato di alterazione superficiale e stimarne la potenza.