

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

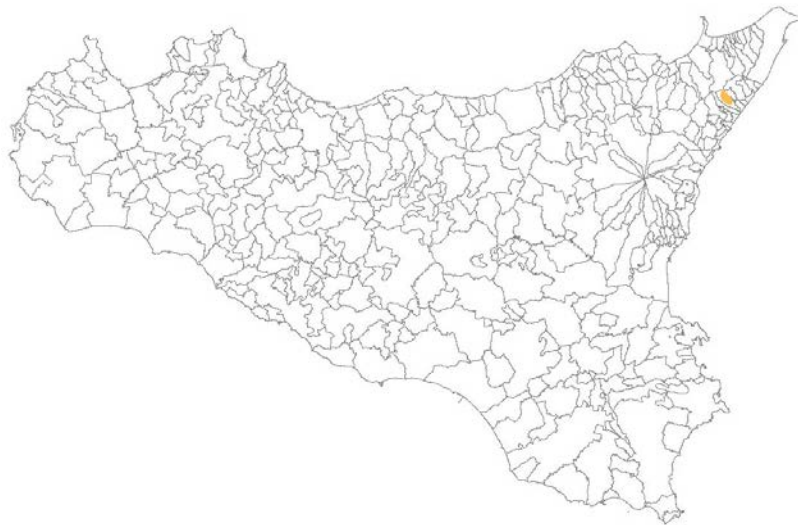
# MICROZONAZIONE SISMICA

## Relazione Illustrativa

### MS Livello 1

#### Regione Sicilia

#### Comune di Mandanici



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

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



Regione Siciliana – Presidenza  
Dipartimento della Protezione  
Civile

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

## Sommario

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA .....</b>	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>CENSIMENTO DATI .....</b>	<b>13</b>
<b>4</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO.....</b>	<b>14</b>
4.1	Analisi Morfologica e Altimetrica .....	14
4.2	Idrografia .....	17
4.3	Inquadramento geologico strutturale regionale .....	18
4.4	Assetto geologico strutturale dell'area esaminata .....	25
4.5	Stratigrafia dell'area esaminata.....	26
4.6	Analisi geomorfologica ed assetto dei versanti .....	29
4.7	Classificazione litologica dei terreni affioranti.....	31
<b>5</b>	<b>SISMICITÀ E ZONE SISMOGENETICHE .....</b>	<b>36</b>
5.1	Storia sismica e pericolosità dell'area .....	38
<b>6</b>	<b>METODOLOGIA DI ACQUISIZIONE DELLE INDAGINI .....</b>	<b>45</b>
<b>7</b>	<b>ELABORATI CARTOGRAFICI.....</b>	<b>49</b>
<b>8</b>	<b>GEOGNOSTICA E GEOFISICA .....</b>	<b>56</b>
8.1	Strumentazione utilizzata.....	56
8.2	Processing dei dati .....	57



Regione Siciliana – Presidenza  
Dipartimento della Protezione  
Civile

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

8.3	Il Rumore sismico .....	58
8.4	Teoria sull'analisi del Rumore Sismico.....	60
8.5	Aree Interessate dalle indagini di MS.....	62
8.6	Rappresentazione dei valori di frequenza ottenuti.....	65
8.7	Modello geologico dell'area in studio e bedrock geofisico .....	67
8.8	Considerazioni sui risultati ottenuti.....	74
<b>9</b>	<b>CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS) ....</b>	<b>75</b>
9.1	Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali .....	78
9.2	Zone suscettibili di instabilità .....	86
<b>10</b>	<b>INDICAZIONI CONCLUSIVE.....</b>	<b>89</b>
<b>11</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>90</b>
<b>12</b>	<b>ALLEGATI.....</b>	<b>98</b>

## Indice delle Figure

Figura 1 – Individuazione geografica dell'area .....	6
Figura 2 – Corografia dell'area.....	12
Figura 3 – Suddivisione del territorio in fasce altimetriche.....	16
Figura 4 – Carta delle pendenze e dei dissesti geomorfologici.....	30
Figura 5 – Legenda della carta geologico tecnica della microzonazione sismica: substrato rigido o non rigido. ....	32
Figura 6 – Legenda della carta geologico tecnica della microzonazione sismica: terreni di copertura .....	33



Regione Siciliana – Presidenza  
Dipartimento della Protezione  
Civile

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

Figura 7 – Carta geologico tecnica.....	35
Figura 8 – Catalogo parametrico dei terremoti (Gruppo di lavoro CPTI, 1999): epicentri dei maggiori terremoti della Sicilia e Calabria nel periodo 1125-1990. I poligoni rappresentano le Zone Sismogenetiche riconosciute (Meletti et alii, 2000).....	36
Figura 9 – Storia sismica di Mandanici estratta dal Database Macrosismico Italiano (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); $MW$ è la magnitudo momento dell'evento con accanto il grado d'incertezza della stima.....	40
Figura 10 – Schema tettonico della Sicilia orientale e della Calabria meridionale. In leggenda i forti terremoti estratti dal catalogo CPTI (Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani) (CPTI Working Group 2004, 2011).....	44
Figura 11 – Comune di Mandanici: delimitazione dell'area d'indagine.....	62
Figura 12 – Distribuzione delle indagini HVSR in relazione all'area studiata del Comune di Mandanici .....	64
Figura 13 – Carta delle frequenze del Comune di Mandanici .....	66
Figura 14 – Profilo A-A' .....	67
Figura 15 – Profilo B-B' .....	68
Figura 16 - Rappresentazione schematica di manifestazioni sorgentizie nelle successioni metamorfiche dei Monti Peloritani (da Ferrara, 1999 modificato). .....	72
Figura 17 – Schema delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica.....	77
Figura 18 – Schema delle zone suscettibili di instabilità.....	78
Figura 19 – Schema delle zone suscettibili di instabilità.....	87

## Indice delle Tabelle



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 1 – Trasposizione analitica degli elementi geomorfologici individuati (PAI).....	31
Tabella 2 – Trasposizione analitica delle aree in dissesto individuate (PAI).....	31
Tabella 3 – Storia sismica di Mandanici .....	39
Tabella 4 – Sorgenti del rumore sismico .....	59
Tabella 5 – Sigle dei siti di selezionati con relativa data di registrazione ed indicazione dell'uso del suolo. ....	63
Tabella 6 – Quadro riassuntivo dei siti di registrazione con esibizione dei dati di frequenza elaborati (per tutti i siti l'accoppiamento suolo/sensore è diretto ed orientato verso Nord; tutti i rilievi sono stati eseguiti in condizioni di bel tempo). ....	63
Tabella 7 – Risultati dei rilievi HVSR in relazione alla litologia. ....	74
Tabella 8 – Compendio dei dati geognostici diretti disponibili per la Zona 0.....	81



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 Mandanici 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

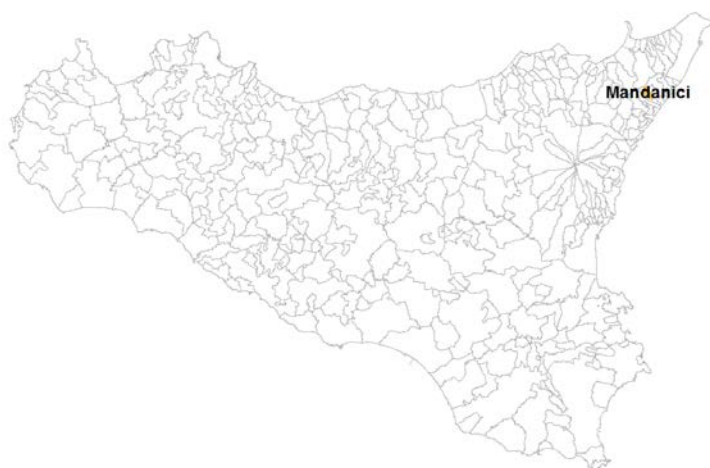


Figura 1 – Individuazione geografica dell'area

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;
- Indicare, per ogni area, il livello di approfondimento necessario;



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

- 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 di altri picchi significativi a più alta frequenza o indicazione dell'assenza 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

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 Mandanici in Provincia di Messina.

Il territorio comunale di Mandanici è ubicato nella parte nord-orientale dei Monti Peloritani, sul versante ionico della Provincia di Messina, occupa un'estensione di circa 11,76 Km<sup>2</sup> (Figura 2 – Corografia dell'area) e ricade, nella cartografia ufficiale in scala 1: 25.000 edita dall'I.G.M., nelle tavolette "Mandanici" F° 253 II SW, Ali Terme F° 253 II SE, "Santa Teresa di Riva e F° 262 I NE e "Limina" F° 262 I NW

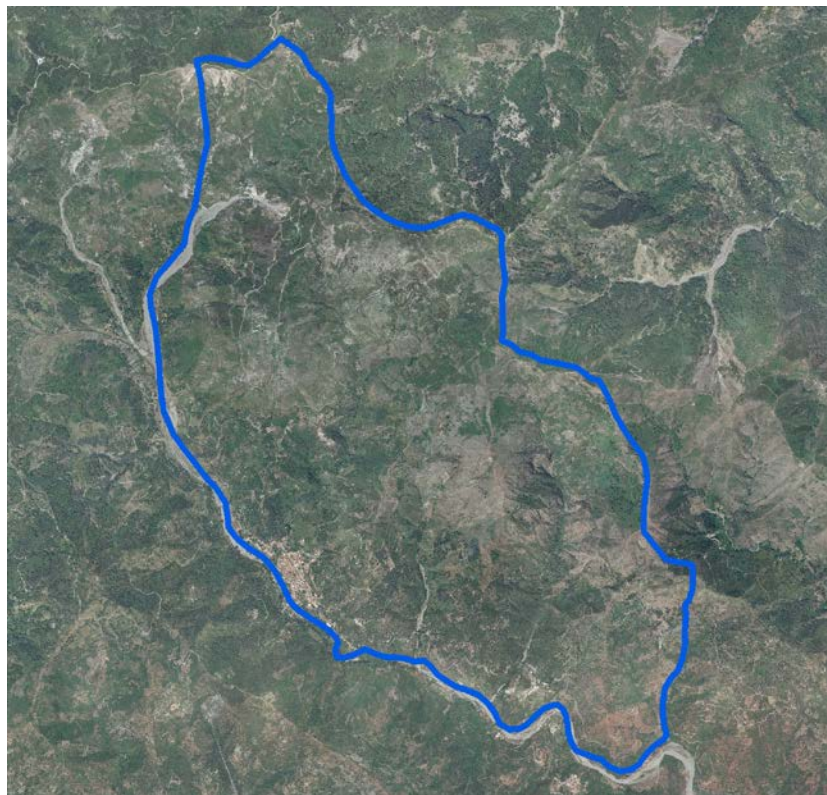
Il centro urbano si estende lungo la sponda sinistra del Torrente Pagliara, ad un'altezza di circa 417 m. s.l.m.. Amministrativamente è caratterizzato dal centro abitato di Mandanici dove risiede la maggior parte della popolazione ed è sede Municipale, nonché dalla frazione di Badia (342 m s.l.m.). Gli abitanti censiti sono circa 649.

La zona di studio comprende una zona sub collinare, entro cui ricade la parte sud occidentale del territorio comunale, e una zona collinare e montana, entro cui ricade la parte più nord orientale del territorio comunale, che raggiunge la maggiore elevazione in corrispondenza di Monte Cavallo (1210 m s.l.m.).



Regione Siciliana – Presidenza  
Dipartimento della Protezione  
Civile

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



**Figura 2 – Corografia dell'area**



Regione Siciliana – Presidenza  
Dipartimento della Protezione  
Civile

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

### 3 CENSIMENTO DATI

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

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

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

- Studio Geologico di supporto al P.R.G. (21.02.2005 data protocollo Genio Civile)
- Studio Geologico relativo al "Progetto esecutivo per i lavori di consolidamento del centro abitato nel Quartiere Rocca - I Stralcio" (18.07.2008 data protocollo Comune)
- Studio Geologico relativo al "Progetto esecutivo per i lavori di consolidamento del centro abitato nel Quartiere Rocca - Completamento" (2010 data ricavata dal documento)





PROTEZIONE CIVILE  
Presidenza del Consiglio dei Ministri  
Dipartimento della Protezione Civile



Regione Siciliana – Presidenza  
Dipartimento della Protezione  
Civile



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

## 4 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 del Comune di Mandanici, ricadente nella Provincia di Messina, ha una superficie complessiva di circa 11,76 Km<sup>2</sup> e confina ad W ed a S con il comune di Furci Siculo a N con il Comune di Santa Lucia del Mela, ad E con il Comune di Pagliara e Roccalumera.

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



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

s.l.m., e modeste aree pianeggianti in corrispondenza della zona costiera e lungo i fondovalle alluvionali.

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

- la zona sub collinare (da 200 fino a circa 600 m s.l.m), entro cui ricade la parte sud occidentale del territorio comunale, che si contraddistingue per la presenza di una prima fascia di rilievi subcollinari con un paesaggio tipicamente rappresentato da rilievi con pendii moderatamente acclivi, localmente interrotto da zone subpianeggianti o debolmente acclivi, corrispondenti a rare superfici naturali e, più frequenti, opere di spianamento e/o terrazzamento antropico, che presentano, quasi sempre, cospicue difficoltà d'accesso;

- la zona collinare e montana (da 600 fino a circa 1250 m s.l.m), entro cui ricade la parte più nord orientale del territorio comunale e che raggiunge la maggiore elevazione in corrispondenza di Monte Cavallo, ripropone il quadro fisiografico di quella precedente con pendii aspri e più ripidi che tendono, pertanto, ad una maggiore instabilità.

La figura di seguito proposta (Figura 3) evidenzia le fasce altimetriche suddivise nei seguenti intervalli: 0-50 m; 50-100 m; 100-200 m; 200-600 m; 600-1236; nella stessa figura è riportata l'area oggetto delle indagini eseguite (poligono di colore fucsia) che, in assenza di precise indicazioni dell'Amministrazione Comunale, è stata circoscritta al nucleo urbanizzato di Mandanici e dalla quale si evince che la maggior parte dell'area considerata nel presente studio ricade nella fascia compresa tra 200 e 600 m s.l.m.





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

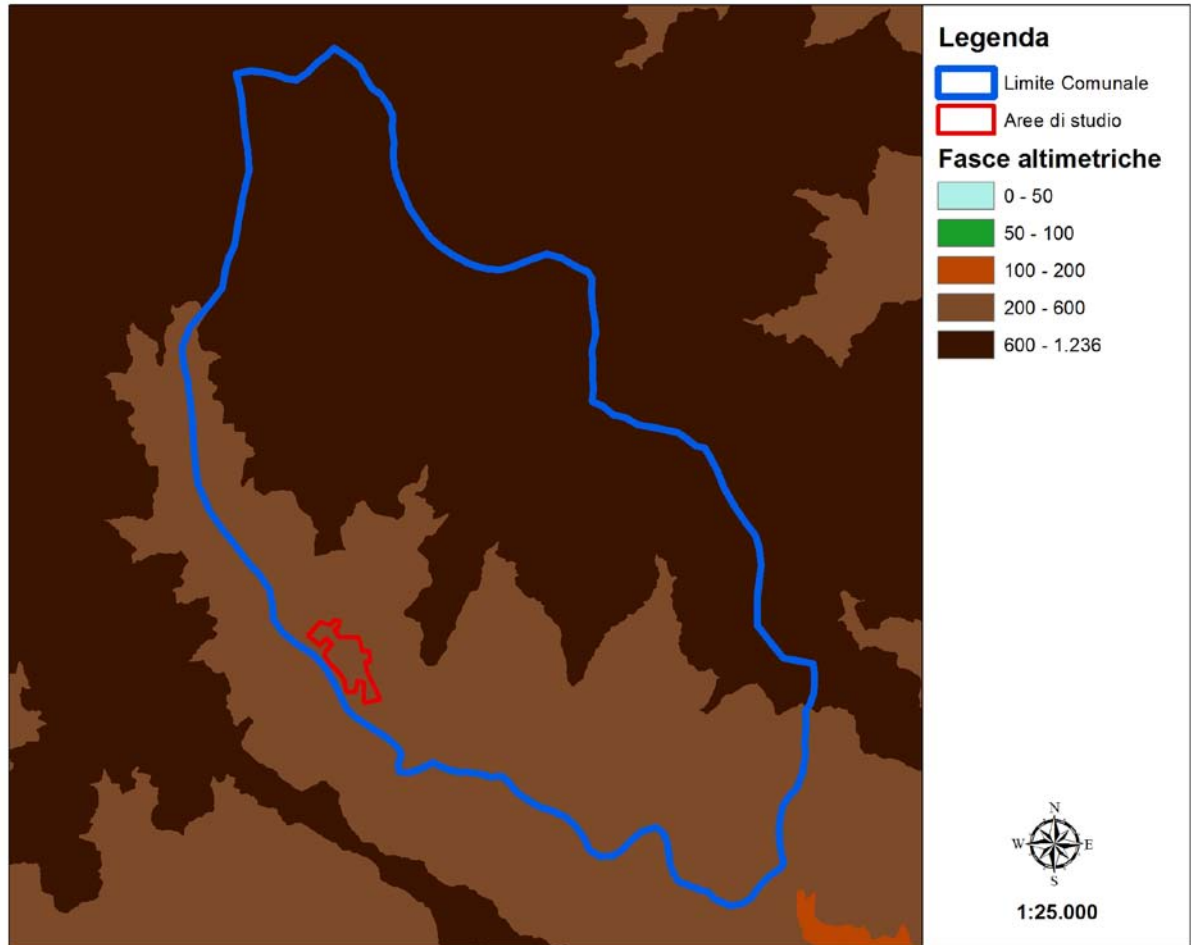


Figura 3 – Suddivisione del territorio in fasce altimetriche



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

## 4.2 Idrografia

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

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

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

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

Dal punto di vista idrografico il Comune di Mandanici ricade totalmente all'interno del Bacino Idrografico denominato "Bacino Idrografico del T.te Pagliara ed area tra T.te Pagliara e T.te Fiumedinisi (100)" (PAI - Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico - ART.1 D.L. 180/98 CONVERTITO CON MODIFICHE CON LA L.267/98 E ss.mm.ii.). L'estensione complessiva del bacino è di circa 26,76 Km<sup>2</sup> con una direzione di drenaggio media NW-SE, il corso d'acqua principale è il Torrente Pagliara che attraversa il settore sud orientale del territorio comunale.

Il tratto montano del bacino, entro cui ricade la maggior parte del territorio comunale, evidenzia una struttura del reticolo idrografico con tendenza dentritica ed elevata gerarchizzazione che sono indici di buona permanenza in superficie e/o a livello subsuperficiale con potenziale aumento dei fenomeni erosi.

Una parte più ridotta del territorio comunale, più precisamente a S del centro urbano di Mandanici, ricade nel tratto vallivo iniziale, qui l'asta torrentizia diventa meandriforme mentre il bacino si restringe ed il reticolo idrografico assume forme meno ramificate.



Regione Siciliana – Presidenza  
Dipartimento della Protezione  
Civile

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

### 4.3 Inquadramento geologico strutturale regionale

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

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

Cartografia geologica disponibile:

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

I primi dati geologici significativi relativi a questa zona derivano da rilevamenti effettuati alla fine dello scorso secolo da SEGUENZA (1869), da CORTESE (Carta geologica 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, in particolare una certa importanza per la conoscenza della struttura geologica della catena peloritana rivestono la carta geologica alla scala 1:100.000 del Servizio Geologico d'Italia elaborata da BALDACCI (1886) e la relativa "Descrizione geologica dell'isola di Sicilia".

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



Regione Siciliana – Presidenza  
Dipartimento della Protezione  
Civile

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

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

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

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

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

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

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

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



Regione Siciliana – Presidenza  
Dipartimento della Protezione  
Civile

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

seguito descritto, non sempre sufficientemente estesi e dettagliati.

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

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

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

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

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

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

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

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

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



Regione Siciliana – Presidenza  
Dipartimento della Protezione  
Civile

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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





Regione Siciliana – Presidenza  
Dipartimento della Protezione  
Civile

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

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

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

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

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

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

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

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



Regione Siciliana – Presidenza  
Dipartimento della Protezione  
Civile

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

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

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





Regione Siciliana – Presidenza  
Dipartimento della Protezione  
Civile

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

In riferimento agli schemi strutturali sopra citati, in letteratura si rinvergono 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 Mandanici sono state individuate attraverso l'analisi dei dati derivabili dalla documentazione fornita dall'Ammistrazione Comunale, descritta in dettaglio nel cap. 3 delle presenti note, integrati con quelli disponibili nella bibliografia consultata.

Tale areale 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.

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

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

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.

Nel settore più limitato del territorio comunale, selezionato per gli scopi del presente studio è possibile riconoscere due unità tettoniche:

- Unità di Mandanici;
- Unità di Ali.

La prima rappresenta il termine più profondo ed esteso affiorante ed è costituita da successioni litologiche molto simili, con un prevalente intervallo basale di epimetamorfiti ricoperte, in corrispondenza dell'alveo delle aste fluviali principali, dai terreni alluvionali recenti ed attuali a composizione prevalentemente sabbioso ghiaiosa.



PROTEZIONE CIVILE  
Presidenza del Consiglio dei Ministri  
Dipartimento della Protezione Civile



Regione Siciliana – Presidenza  
Dipartimento della Protezione  
Civile



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

La seconda è costituita da una serie di scaglie interposte tra l'Unità di Mandanici e l'Unità dell'Aspromonte ed è costituita da una successione di metasiltiti e metareniti seguita da un'alternanza di metasiltiti e metareniti in facies di verrucano, un'alternanza di dolomie evaporitiche e carnirole, ancora un'alternanza di calcareniti e marne calcaree seguita da argilliti silicee e radiolariti.

#### 4.5 Stratigrafia dell'area esaminata

Nel dettaglio la successione stratigrafico-strutturale è costituita:

- Coltre eluvio-detritica superficiale, con le seguenti distinzioni:

- Frane recenti, aree interessate da dissesti morfologici in atto;

- Alluvioni attuali e recenti (Olocene);

- Calcareniti dell'Unità di Ali;

- Metamorfiti dell'Unità di Mandanici: Filladi (Paleozoico)

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

##### *Unità di Mandanici*

In ordine di prevalenza nell'areale considerato si rilevano filladi e filladi quarzifere, quarziti e rare metabasiti.

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

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



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

stato di intensa tettonizzazione che ha provocato la fratturazione dell'ammasso roccioso.

### *Calcareniti dell'Unità di Ali*

Si tratta di una serie di lembi di calcareniti di colore giallastro, con clasti quarzosi e frammenti filladici del basamento, che ricoprono discontinuamente i terreni dell'Unità di Mandanici ed occupano il settore orientale dell'areale qui selezionato con una potenza non superiore ai 60-70 m.

La formazione, nello studio di P.R.G. è descritta, nel suo complesso, tettonizzata, fratturata e moderatamente cementata. La tessitura è costituita da granuli, di carbonati, quarzo muscovite e feldspati, prevalentemente arenitici e subordinatamente ruditici dispersi in matrice carbonatica. Questa, a struttura microcristallina carbonatica, forma stretti legami con i clasti conferendo eccellenti caratteristiche meccaniche all'ammasso roccioso (TRISCARI et alii, 1995).

### *Depositi alluvionali recenti ed attuali*

Si tratta di depositi entro l'alveo delle fiumare a struttura giaciturale irregolare ed eterogeneità granulometrica rappresentata da sabbie, ghiaie, limi e ciottoli talora anche di grandi dimensioni.

Le alluvioni recenti si trovano, in riferimento al profilo della valle, dal contatto con le metamorfiti, laddove il pendio diventa meno acclive, fino ai margini dell'alveo di magra. Si presentano con una morfologia subpianeggiante che ha favorito lo sviluppo di un suolo, pressoché continuo, che favorisce le attività agricole.

Le alluvioni attuali, che si ritrovano nell'alveo di magra e sono frequentemente sottoposte al rimaneggiamento delle acque, durante le fasi di attivazione delle aste torrentizie, si presentano più grossolane, con scarsa o assente frazione limosa e prive di stabilizzazione.

Negli elaborati cartografici, redatti a supporto del P.R.G., non ne è stata curata la distinzione.

Lungo le fasce laterali degli alvei dei principali corsi d'acqua si possono individuare aree a morfologia pianeggiante, costituite da depositi fluviali a



Regione Siciliana – Presidenza  
Dipartimento della Protezione  
Civile

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

granulometria ghiaioso sabbiosa, con ciottoli eterogenei arrotondati, immersi in una matrice limosa giallo ocra. Si tratta di depositi nell'alveo di piena, scarsamente investiti dall'azione del rimaneggiamento delle acque fluenti, che possiedono un certo grado di addensamento in qualche caso così estesi da diventare sede di coltivazioni agricole.

La potenza si presenta estremamente, e tipicamente, variabile e sulla base di considerazioni altimetriche può essere stimata anche superiore ai 40 m.

### *Coltri detritiche*

Tutte le unità litologiche descritte sono ricoperte da una diffusa, anche se discontinua, coltre di materiali detritici derivanti dalla degradazione del substrato e messi in posto da movimenti gravitativi e/o dall'azione di trasporto delle acque meteoriche.

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

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

#### ***Depositi detritici di versante***

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

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

Tali movimenti hanno assunto maggiore rilevanza nelle zone con stratificazioni o discontinuità metamorfiche a franapoggio o nelle fasce di valle dei contatti tra differenti unità litologiche.

#### ***Corpi di frane recenti e storiche***

Sulla carta geologica allegata al P.R.G. vengono evidenziate le aree



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

interessate da movimenti franosi recenti, e da dissesti morfologici attivi.

Si tratta di accumuli a struttura caotica e talvolta di notevole spessore, che si sono depositi in corrispondenza di eventi franosi.

#### 4.6 Analisi geomorfologica ed assetto dei versanti

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

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

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

In generale la fisiografia è condizionata dalle caratteristiche litologiche dei terreni affioranti che determinano la risposta geomorfologia agli agenti morfoevolutivi: è infatti possibile osservare che il territorio qui esaminato presenta una fisiografia aspra ed irregolare totalmente condizionata dalle rocce cristalline che affiorano nella quasi totalità dell'areale considerato.

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





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. Elaborazione numerica e digitale per l'individuazione e classificazione di:
  - a. Scarpare 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.

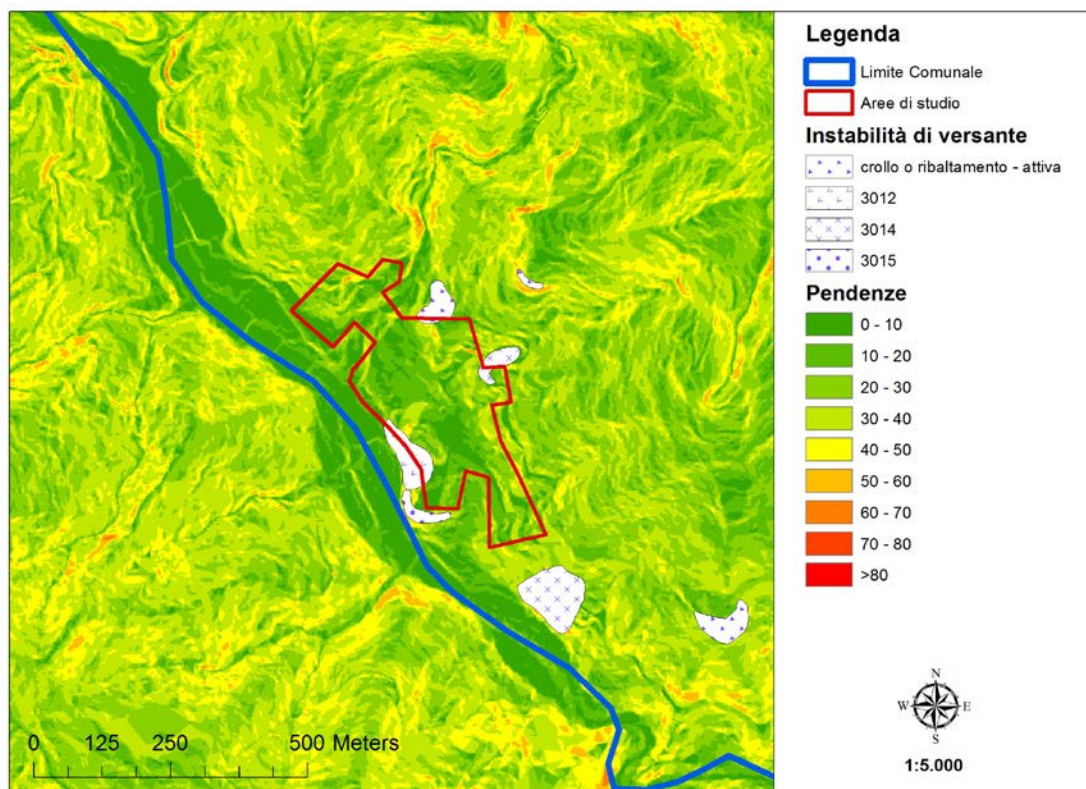


Figura 4 – Carta delle pendenze e dei dissesti geomorfologici



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	Numero
Orlo di scarpata morfologica (10-20m)	8
Cresta	3

**Tabella 1 – Trasposizione analitica degli elementi geomorfologici individuati (PAI)**

Nell'area del territorio comunale di Mandanici, qui selezionata, sono stati censiti 7 dissesti; gli eventi più frequenti risultano varie instabilità provocate da processi crollo o ribaltamento (3) seguiti da eventi dotati di movimenti complessi (2).

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

Tipo dissesto	N° totale	Superficie Totale (mq)
Crollo o ribaltamento	3	8157,6
Scorrimento	1	5773,2
Complessa	2	12174,2
Non definito	1	2058,1

**Tabella 2 – Trasposizione analitica delle aree in dissesto individuate (PAI)**

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

#### **4.7 Classificazione litologica dei terreni affioranti**

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

- Substrato geologico
- Terreni di copertura
















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, 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 nell'area in studio sono classificabili nel modo seguente.

**A) Substrato geologico di tipo “Lapideo” (LP)** - è stata ascritta a questa classe la seguente formazione, di cui si riporta in sintesi una breve descrizione:

- *Unità di Mandanici* - Facies metamorfica di basso grado a filladi e filladi quarzifere prevalenti; rocce di derivazione pelitica, pelitica-arenacea a struttura grano-lepidoblastica. La formazione si presenta intensamente fratturata.



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)** - è stata ascritta a questa classe la seguente formazione, di cui si riporta in sintesi una breve descrizione:

- *Unità di Ali* - Litofacies sedimentaria costituita da calcareniti di colore giallastro, ben stratificate con ottime caratteristiche di tenacità. L'ammasso nel suo complesso si presenta tettonizzato e fratturato. Spessore massimo 70 m.

**C) Terreni di copertura classificati come “Ghiaie limose miscela di sabbie ghiaie e limo” (GM)** - è stata ascritta a questa classe la seguente formazione, di cui si riporta in sintesi una breve descrizione:

- *Alluvioni recenti* - depositi irregolarmente addensati di sabbie giallo oca, con limo ed intercalazioni ghiaiose poligeniche di ciottoli eterometrici arrotondati e appiattiti.

**D) Terreni di copertura classificati come “Ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbia” (GW)** - è stata ascritta a questa classe la seguente formazione, di cui si riporta in sintesi una breve descrizione:

- *Alluvioni attuali* - materiali da sciolti a poco coerenti, di natura cristallina e con elevato grado di arrotondamento, a granulometria eterogenea da ghiaie a sabbie grossolane a giacitura lenticolare e/o stratificazione incrociata.

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 Mandanici
	Lapideo stratificato (LPS)	Unità di Ali
<b>Terreni di copertura</b>	Ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbie (GW)	Alluvioni attuali
	Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo (GW)	Alluvioni recenti



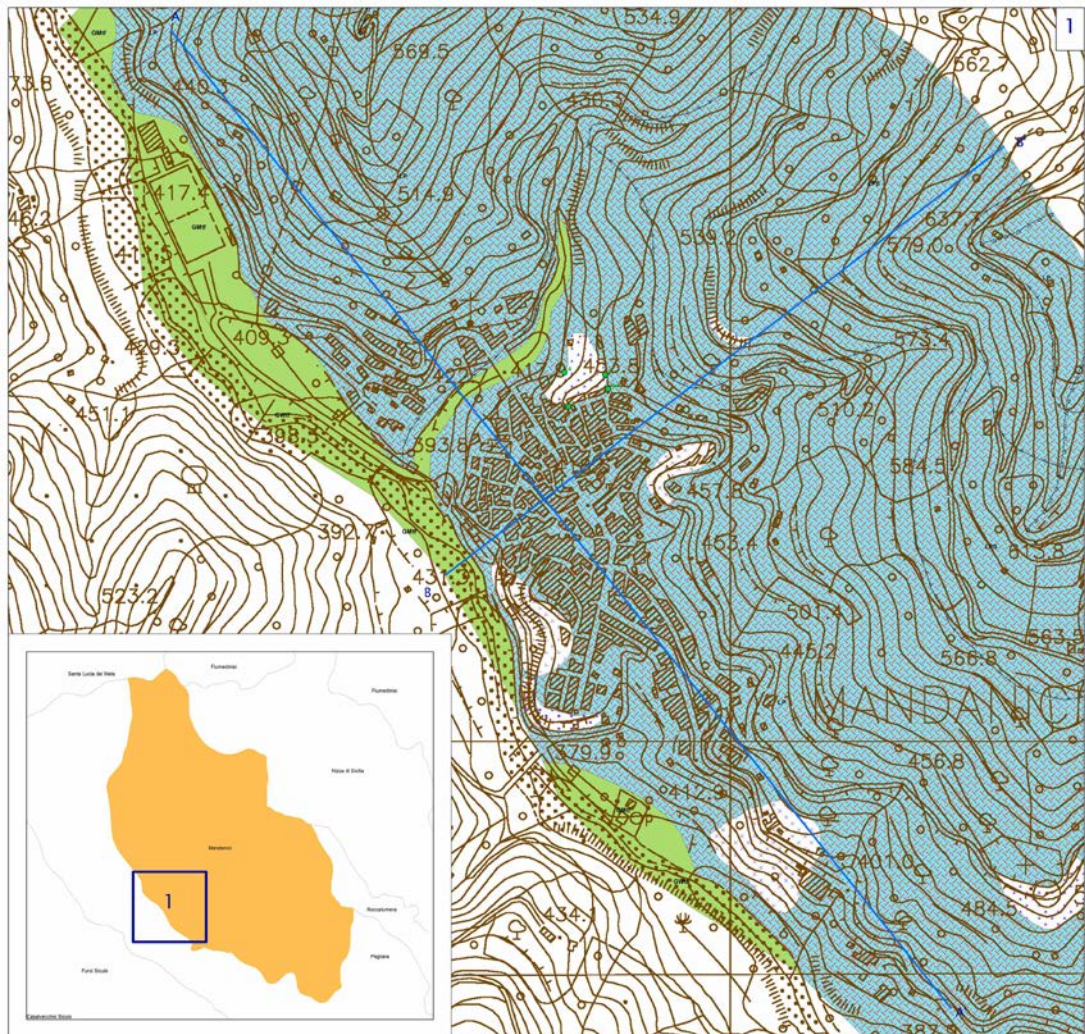
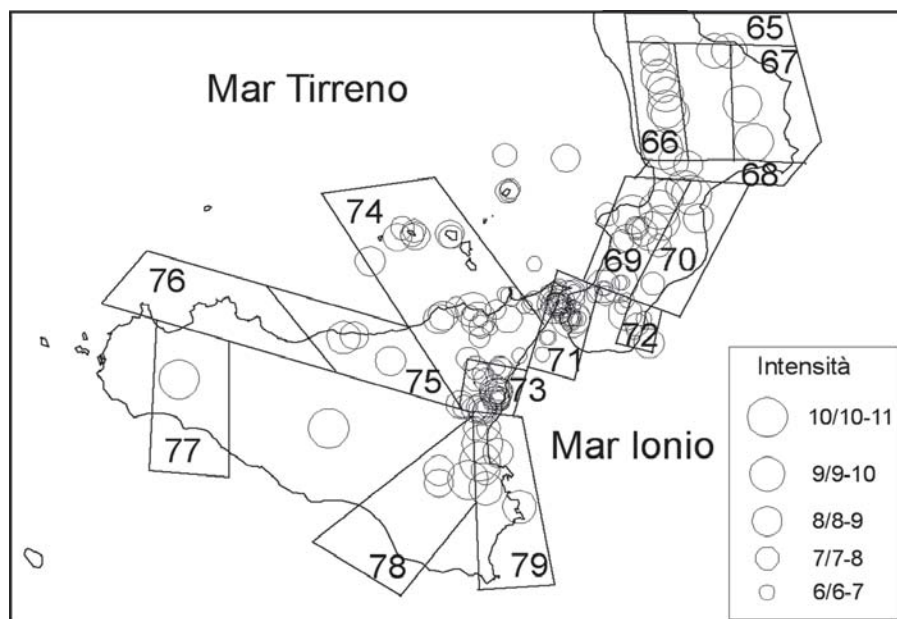


Figura 7 – Carta geologica tecnica

## 5 SISMICITÀ E ZONE SISMOGENETICHE

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

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



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



Regione Siciliana – Presidenza  
Dipartimento della Protezione  
Civile

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

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

La ZS 73 delimita il distretto vulcanico etneo che si contraddistingue per un'attività sismica caratterizzata da frequenti terremoti di bassa magnitudo e più rari eventi di maggiore intensità (1911,  $I_{max} = X$  MCS) ma con profondità ipocentrale superficiale (Figura 8) (MONACO et alii, 1995, 1997; GRESTA et alii, 1997). Le conseguenze dei più rari sismi ad elevata intensità, pertanto, non producono effetti distruttivi ma sono appena avvertiti al di fuori dell'area stessa.

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

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

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





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

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

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

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

## 5.1 Storia sismica e pericolosità dell'area

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

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

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

Per quanto riguarda la storia sismica del territorio comunale di Mandanici si può fare utilmente riferimento al Database Macrosismico Italiano (DBMI11, LOCATI et alii, 2011) disponibile sul sito INGV (Tabella 3; Figura 9).

Effetti	In occasione del terremoto del:					
I[MCS]	Data	Ax	Np	Io	Mw	
3	<a href="#">1898 08 12</a>	ROMETTA	69	6-7	4.89 ±0.22	
5	<a href="#">1905 09 08 01:43</a>	Calabria meridionale	895		7.04 ±0.16	
7	<a href="#">1908 12 28 04:2</a>	Calabria meridionale-Messina	800	11	7.10 ±0.15	
4	<a href="#">1961 03 24 10:36</a>	ASPROMONTE	59	5-6	4.79 ±0.28	
4-5	<a href="#">1975 01 16 00:0</a>	Stretto di Messina	346	7-8	5.20 ±0.09	
6	<a href="#">1978 04 15 23:3</a>	Golfo di Patti	332		6.06 ±0.09	
2-3	<a href="#">1980 11 23 18:3</a>	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.89 ±0.09	
4-5	<a href="#">1990 12 13 00:2</a>	Sicilia sud-orientale	304	7	5.64 ±0.09	
4	<a href="#">1999 02 14 11:4</a>	Patti	101		4.69 ±0.09	

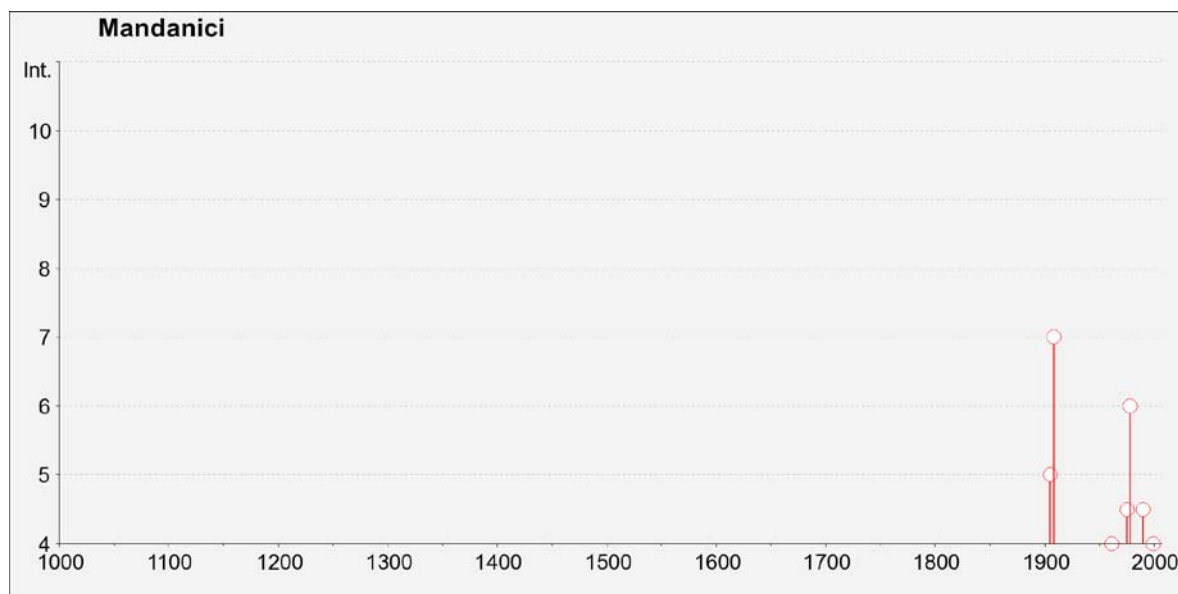
**Tabella 3 – Storia sismica di Mandanici**





Regione Siciliana – Presidenza  
Dipartimento della Protezione  
Civile

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



**Figura 9 – Storia sismica di Mandanici estratta dal Database Macrosismico Italiano (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);  $MW$  è la magnitudo momento dell'evento con accanto il grado d'incertezza della stima.**

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

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

Confrontando inoltre le storie sismiche dei principali centri abitati dell'area con i dati relativi ad alcune località della Sicilia sud-orientale (BARBANO & RIGANO,



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

2001), risulta che le città di Messina e di Reggio di Calabria presentano pericolosità sismica maggiore, data la notevole frequenza di eventi di media intensità.

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

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

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

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

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

La serie di terrazzi marini affioranti tra Capo Taormina e Capo Peloro ha permesso di definire un tasso di deformazione verticale dell'area compreso tra 1,7 mm/a e 1,1mm/a (CATALANO & DE GUIDI., 2003; ANTONIOLI et alii, 2006) suggerendo la presenza di una faglia diretta, denominata faglia di Taormina,



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

localizzata nell'area antistante le coste comprese tra Giardini Naxos e Briga e responsabile delle deformazioni dell'area in esame (Figura 10).

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

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

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

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



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

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

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

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

Regione Siciliana – Presidenza  
Dipartimento della Protezione  
Civile

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

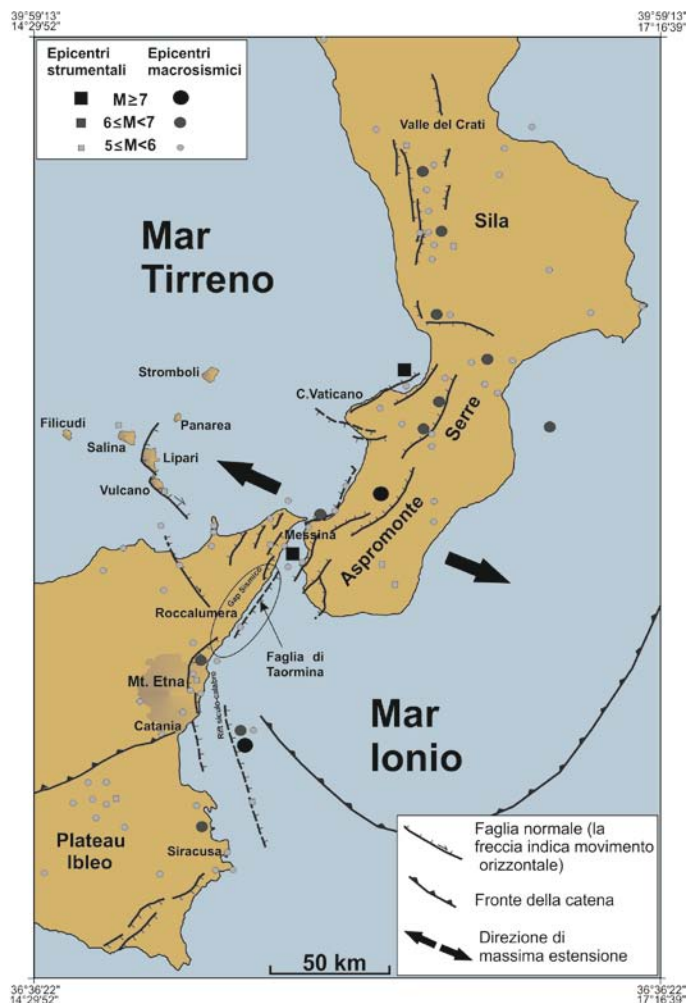


Figura 10 – Schema tettonico della Sicilia orientale e della Calabria meridionale. In leggenda i forti terremoti estratti dal catalogo CPTI (Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani) (CPTI Working Group 2004, 2011).



Regione Siciliana – Presidenza  
Dipartimento della Protezione  
Civile

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

## 6 METODOLOGIA DI ACQUISIZIONE DELLE INDAGINI

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

Nello specifico, il Comune in oggetto ha provveduto a fornire gli studi geologici descritti al cap. 3 Censimento dei dati. Di questi solo quelli riportati nella sottostante tabella prevedevano l'esecuzione di indagini geognostiche e geofisiche.

Descrizione documento	Ind. Geofisica	Ind. Geognostica	Prove di Laboratorio
Studio Geologico relativo al "Progetto esecutivo per i lavori di consolidamento del centro abitato nel Quartiere Rocca - I Stralcio"	-	Sondaggi a carotaggio continuo.	-
Studio Geologico relativo al "Progetto esecutivo per i lavori di consolidamento del centro abitato nel Quartiere Rocca - Completamento"	Down-hole	Sondaggi a carotaggio continuo, prova penetrometrica dinamica SPT	-

Si è inoltre provveduto a realizzare una nuova campagna indagini caratterizzata da 7 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





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

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:

Indagini Puntuali			
Classe Indagine	Tipo Indagine	Parametro	Numero
GF	DH	CP	30
GF	DH	E	30
GF	DH	G	30
GF	DH	VP	30
GF	DH	VS	30
GG	SS	L	19
GS	SPT	PT	1
GF	HVSR	FR	7

Per il comune in oggetto si è quindi provveduto al caricamento di 11 siti di indagine puntuali, caratterizzati da un totale di 14 indagini e 177 parametri.

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

#### Tabella Sito Puntuale

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



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

provveduto ad indicare il nome della località o di un manufatto nelle immediate vicinanze (es. “sud ovest del Comune”). Il valore del campo *data\_sito* è stato ottenuto impostando il valore predefinito “now()” che fornisce automaticamente la data del sistema al momento dell’inserimento del dato.

#### Tabella Indagini Puntuali

Il campo *id\_indpuex*, quando non è stato possibile popolarlo secondo quanto previsto dalle specifiche, è stato valorizzato con una codifica che ne semplificasse la lettura e che riconducesse facilmente alla tipologia di indagine (es. S2.SPT1: indagine SPT n. 1 del sondaggio 2). Non sempre nella documentazione analizzata è stato possibile risalire alla data dell’indagine, vuoi perché non presente, vuoi perché illeggibile; in particolare vengono spesso riportati i risultati di indagini delle quali si conosce soltanto l’anno di esecuzione. In tali casi si è provveduto ad inserire nel campo *data\_ind* il primo giorno del primo mese dell’anno di riferimento (es. indagine eseguita nel 2001, *data\_ind*: 01/01/2001).

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

#### Tabella Parametri Puntuali

La valorizzazione del campo *attend\_mis* è stata eseguita inserendo sempre il valore “1” quando in relazione il relativo dato è risultato leggibile e frutto di una misurazione strumentale. Per quanto concerne invece l’inserimento della stratigrafia dei sondaggi e, quindi, durante le fasi di popolamento del parametro “L”, il campo *attend\_mis* è sempre stato valorizzato con “2”, a causa della difficoltà di interpretazione e/o dello scarso allineamento fra la descrizione fornita nella relazione geologica e la *tabella di classificazione terreni e substrato* presente nelle specifiche di archiviazione (versione 2.0). Anche per questa tabella il campo *note\_par* è stato utilizzato per descrivere situazioni particolari.



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 Sito Lineare

La tabella non è stata popolata a causa dell'assenza di indagini lineari nella documentazione fornita dal Comune.

### Tabella Indagini Lineari

La tabella non è stata popolata a causa dell'assenza di indagini lineari nella documentazione fornita dal Comune.

### Tabella Parametri Lineari e Tabella Curve

Le tabelle non sono state popolate a causa dell'assenza di indagini lineari e di dati tabellari nella documentazione fornita dal Comune.



Regione Siciliana – Presidenza  
Dipartimento della Protezione  
Civile

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

## 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
Alluvioni Attuali – Ghiaie poligeniche, ciottoli, blocchi, sabbie e limi mal gradati. La porzione superficiale risulta soggetta all'azione di rimaneggiamento dei deflussi di piena	GW – Ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbie	14	tf
Alluvioni Recenti – Sabbie medio-fini, ghiaie e limi con intercalati ciottoli eterometrici, arrotondati	GM – Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo	14	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.

Unità Litostratigrafica	Tipo_gt	Stato
Unità di Ali – Calcareniti di colore giallastro, con clasti quarzosi e frammenti filladici del basamento	LPS – Lapideo, stratificato	31
Unità di Mandanici – Filladi muscovitiche, sericitiche e grafitiche con vene di quarzo e con intercalazioni di marmi grigio-scuri	LP – Lapideo	31

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.

Gli elaborati prodotti contengono la raccolta di tutte le informazioni fornite dal Comune di Mandanici, integrate con la bibliografia scientifica di maggior rilievo, ed includono inoltre informazioni di recente acquisizione frutto delle indagini geofisiche



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

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

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

### *Carta geologica - tecnica*

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

Per quanto concerne la rappresentazione delle unità geologico tecniche, suddivise in "Terreni di copertura" e "Substrato geologico rigido", archiviate all'interno della feature *Geotec*, si è proceduto mediante collezione, analisi, aggregazione e sintesi dei rilievi geologici provenienti da varie fonti, quali i rilievi geologici effettuati





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 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
GW	Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo	14	Sciolto	tf	Terrazzo fluviale	4
GM	Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo	14	Sciolto	tf	Terrazzo fluviale	4
Substrato rigido / non rigido						
Tipo_gt	Descrizione	Stato	Descrizione	Gen	Descrizione	Numero
LPS	Lapideo, stratificato	31	Substrato geologico rigido molto fratturato	-	-	2
LP	Lapideo	31	Substrato geologico rigido molto fratturato	-	-	4

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	2
7021	Faglia inversa – tratto accertato	5
Altri elementi lineari		
Tipo_el	Descrizione	Numero
5041	Orlo di scarpata morfologica (10-20m)	8
5060	Cresta	3

Gli elementi geomorfologici sono stati ricavati attraverso l'analisi e l'integrazione di diverse fonti dati, quali la base cartografica CTRN scala 1:10.000, le carte geomorfologiche consegnate dal Comune di e le carte geomorfologiche presenti in letteratura, ulteriormente integrate con gli elementi di dissesto geomorfologico presenti nel PAI. Tali fonti sono state quindi 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	3
3012	Scorrimento – attiva	1



Regione Siciliana – Presidenza  
Dipartimento della Protezione  
Civile

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

3014	Complessa – attiva	2
3015	Non definito – attiva	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 *Geoidr*.

Elementi geologici e idrogeologici		
Tipo_gi	Descrizione	Numero
21	Profondità (m) substrato rigido raggiunto da sondaggio o pozzo	4

### *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 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 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



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

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 Mandanici a professionisti e ditte specializzate e studi geologici di salvaguardia del territorio comunale. Il secondo gruppo di dati è basato su misure di vibrazione del sottosuolo, eseguite, specificatamente per questo I Livello di Microzonazione Sismica, mediante uso del TROMINO®.

### 8.1 Strumentazione utilizzata

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

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

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

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

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



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

due canali, garantendo la visibilità di microtremiti 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 da SESAME (Site EffectS Assessment using AMbient Excitations) nel 2005.

Si tratta di due gruppi di condizioni: 3 il primo gruppo e 6 il secondo. I primi tre criteri valutano la durata della registrazione e la durata delle finestre di analisi verificando la loro adeguatezza alla frequenza analizzata; i successivi sei criteri sono di significatività della distribuzione statistica e valutano la convergenza del picco individuato ad una gaussiana e la deviazione standard della frequenza ed ampiezza





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

del picco: in pratica indicano semplicemente se la forma del picco possiede una struttura ben definita.

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

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

### 8.3 Il Rumore sismico

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

Per quanto riguarda l'origine del rumore sismico, è noto (GUTEMBERG, 1958; ASTEN, 1978, 1984) che le sorgenti dei microsismi sono molteplici (



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 4 – 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 4 – Sorgenti del rumore sismico**

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

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

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



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

sovrapposta al bedrock agisce come un filtro, o di nessuna variazione del contenuto spettrale, caso generalmente riferibile al bedrock affiorante.

#### 8.4 Teoria sull'analisi del Rumore Sismico

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

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

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

Negli anni '70 del secolo scorso NOGOSHI e IGARASHI (1971) e SHIONO (1979) nell'ambito di studi sul significato fisico del rapporto tra le componenti



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

orizzontali e verticali (H/V) del rumore ambientale mostrarono la sua relazione diretta con la curva di ellitticità delle onde di Rayleigh e conclusero che il picco massimo di ampiezza si verifica alla frequenza di risonanza fondamentale della copertura sovrastante il bedrock.

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

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

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

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

Permangono comunque incertezze sulla completa affidabilità del metodo di Nakamura a causa dei bassi livelli di ampiezza coinvolti che in assenza di forti





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

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 Mandanici da sottoporre agli studi di MS di primo livello, in assenza di indicazioni da parte del Comune, è stato stabilito, su indicazione del Dipartimento Regionale della Protezione Civile, di estendere le indagini al solo centro urbano (Fig. 11 Comune di Mandanici: delimitazione dell'area d'indagine).

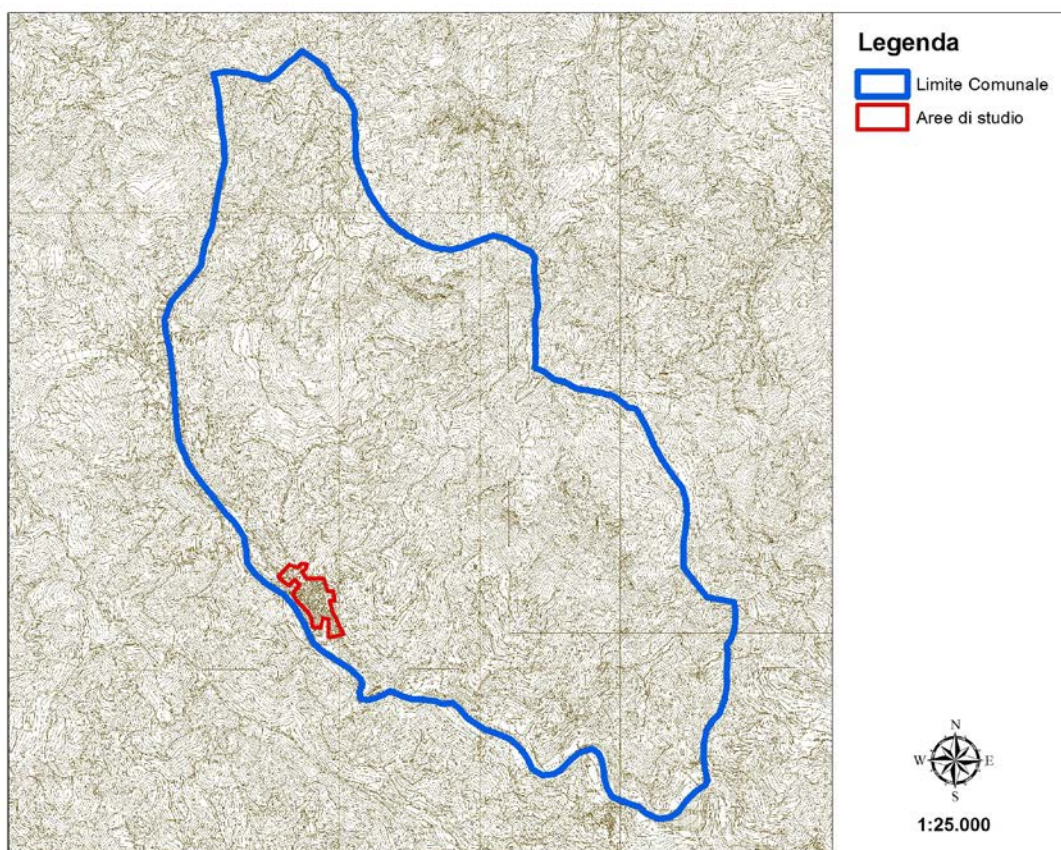


Figura 11 – Comune di Mandanici: delimitazione dell'area d'indagine



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 indagata è stato coperta con 7 punti di registrazione e nelle tabelle seguenti (Tabella 5, Tabella 6) sono riassunte: sigla identificativa, coordinate geografiche, quota dei siti di registrazione e risultati ottenuti.

IDENTIFICATIVO	DATA	SITO DI REGISTRAZIONE
HVSR - MND 1 - 2012	19/09/2012	AGRUMETO
HVSR - MND 2 - 2012	19/09/2012	AGRUMETO INCOLTO
HVSR - MND 3 - 2012	19/09/2012	VIGNETO
HVSR - MND 4 - 2012	19/09/2012	FRUTTETO
HVSR - MND 5 - 2012	19/09/2012	ULIVETO
HVSR - MND 6 - 2012	19/09/2012	TERRENO INCOLTO
HVSR - MND 7 - 2012	19/09/2012	AGRUMETO INCOLTO

**Tabella 5 – 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
HVSR - MND 1 - 2012	083045P5	38° 0' 15,663" N	15° 18' 55,549" E	392.9	7.47	3.37		
HVSR - MND 2 - 2012	083045P6	38° 0' 11,659" N	15° 18' 56,595" E	386.2	na	na		
HVSR - MND 3 - 2012	083045P7	38° 0' 6,953" N	15° 19' 3,649" E	402.8	2.2	3	12	2.9
HVSR - MND 4 - 2012	083045P8	38° 0' 6,287" N	15° 19' 8,636" E	432.5	na	na		
HVSR - MND 5 - 2012	083045P9	38° 0' 11,258" N	15° 19' 5,512" E	447.6	5.97	2.37		
HVSR - MND 6 - 2012	083045P10	38° 0' 16,688" N	15° 19' 3,734" E	456.9	7	1.8		
HVSR - MND 7 - 2012	083045P11	38° 0' 6,303" N	15° 18' 56,334" E	377.1	7.31	2.49		

**Tabella 6 – Quadro riassuntivo dei siti di registrazione con esibizione dei dati di frequenza elaborati (per tutti i siti l'accoppiamento suolo/sensore è diretto ed orientato verso Nord; tutti i rilievi sono stati eseguiti in condizioni di bel tempo).**



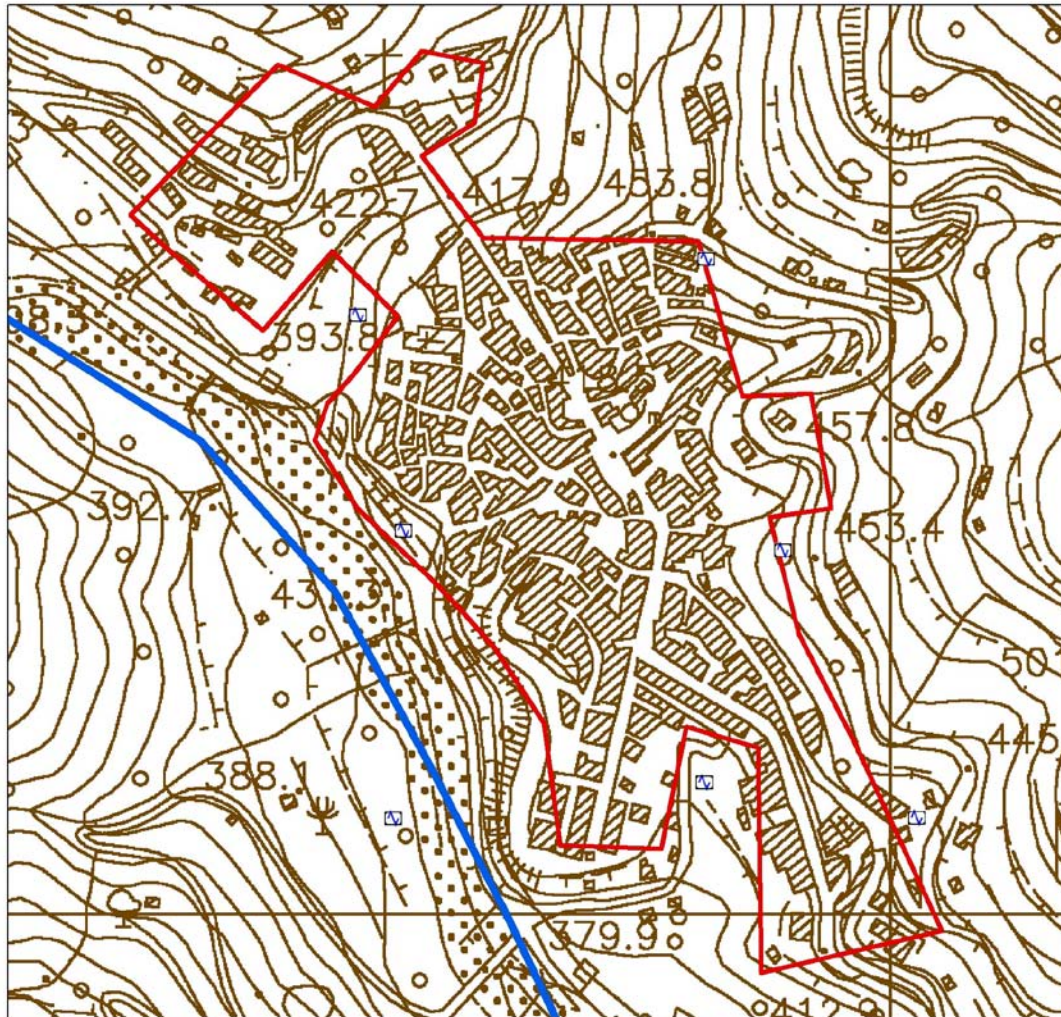


Figura 12 – Distribuzione delle indagini HVSR in relazione all'area studiata del Comune di Mandanici



Regione Siciliana – Presidenza  
Dipartimento della Protezione  
Civile

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

## 8.6 Rappresentazione dei valori di frequenza ottenuti

I valori di frequenza ottenuti dal processing dei dati acquisiti (Tabella 5, Tabella 6), sono stati esibiti nel relativo elaborato (Carta delle frequenze) a fianco del simbolo, che individua il sito di registrazione, con i seguenti criteri (Figura 13 – Carta delle frequenze del Comune di Mandanici):

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

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

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

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





Figura 13 – Carta delle frequenze del Comune di Mandanici



Regione Siciliana – Presidenza  
Dipartimento della Protezione  
Civile

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

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

In riferimento alla classificazione, illustrata al paragrafo 4.7 delle presenti note, è possibile derivare una rappresentazione schematica preliminare, della distribuzione dei gruppi litologici in profondità, da impiegare come base per la programmazione delle indagini, indirizzate alla precisazione dei rapporti giaciture ed alla definizione quantitativa delle caratteristiche geotecniche, proprie dei livelli di studio successivi.

Tale rappresentazione è stata compendiata nelle sezioni che corredano la Carta geologico – tecnica (Figura 7).

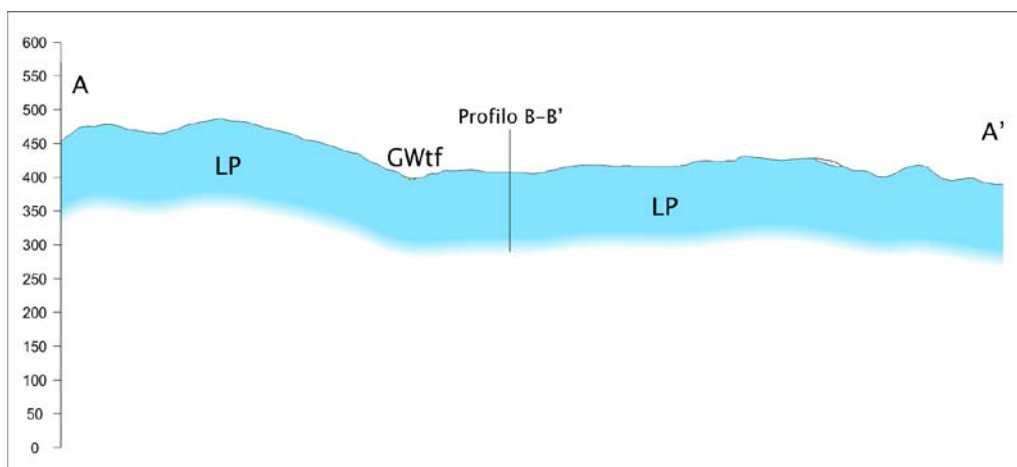


Figura 14 – Profilo A-A'



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

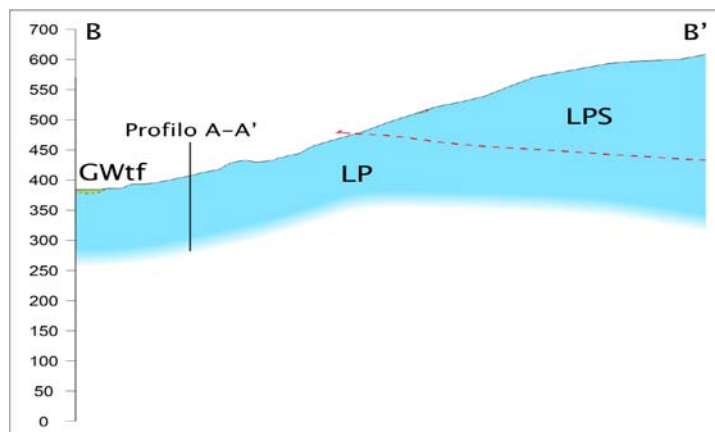


Figura 15 – Profilo B-B'

Nell'area studiata, entro la quale ricade l'abitato di Mandanici (Foto 1), affiorano terreni metamorfici dell'Unità tettonica di Mandanici, in facies di filladi sericitiche (Foto 2), e formazioni calcarenitiche attribuibili all'Unità tettonica di Ali (Foto 3), che nel loro insieme costituiscono il substrato geologico, ed appaiono discontinuamente ricoperti da terreni detritici ed alluvionali solo in un settore limitato contiguo alla periferia occidentale del centro urbano.







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 – Panoramica di Mandanici con, in primo piano, il tratto della fiumara Dinarini-Pagliara che lambisce la periferia occidentale del centro urbano.**



**Foto 2 – Sezione esposta di Filladi a struttura compatta e scarsa fratturazione.**

Il substrato rappresentato dalle filladi presenta, frequentemente, struttura lapidea marcatamente scistosa, fratturata, a seguito degli stress tettonici, e degradata per effetto delle azioni delle acque dilavanti (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 3 – Affioramento di Calcareniti dell'Unità di Ali in prossimità di Pizzo Ilici.**

Il risultato è la produzione di una coltre detritica che, nelle aree a minore acclività, tende ad accumularsi fino a raggiungere grandi spessori, denudando gli affioramenti più integri che nelle adatte condizioni giacitureali possono mantenere fronti di arretramento pressoché verticali.

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 di Filladi con pieghe metriche ed evidenti piani di scistosità principale. Il corpo roccioso è interessato da diversi ordini di fratturazione. Sullo sfondo si intravede l'accumulo del detrito di falda con superficie vistosamente inclinata.**

Questo schema strutturale degli ammassi, che costituiscono il substrato geologico, trova riscontro anche nel modello di circolazione idrodinamica delle acque meteoriche. Queste si infiltrano entro la copertura detritica e nella parte superficiale alterata e decompressa dei terreni del substrato dove, pertanto, la permeabilità è più alta, mentre l'ammasso roccioso sottostante, più integro sebbene deformato, presenta permeabilità bassa e sostiene il moto suborizzontale dei volumi infiltrati generando le diffuse manifestazioni sorgentizie rilevabili nell'area (Figura 16).

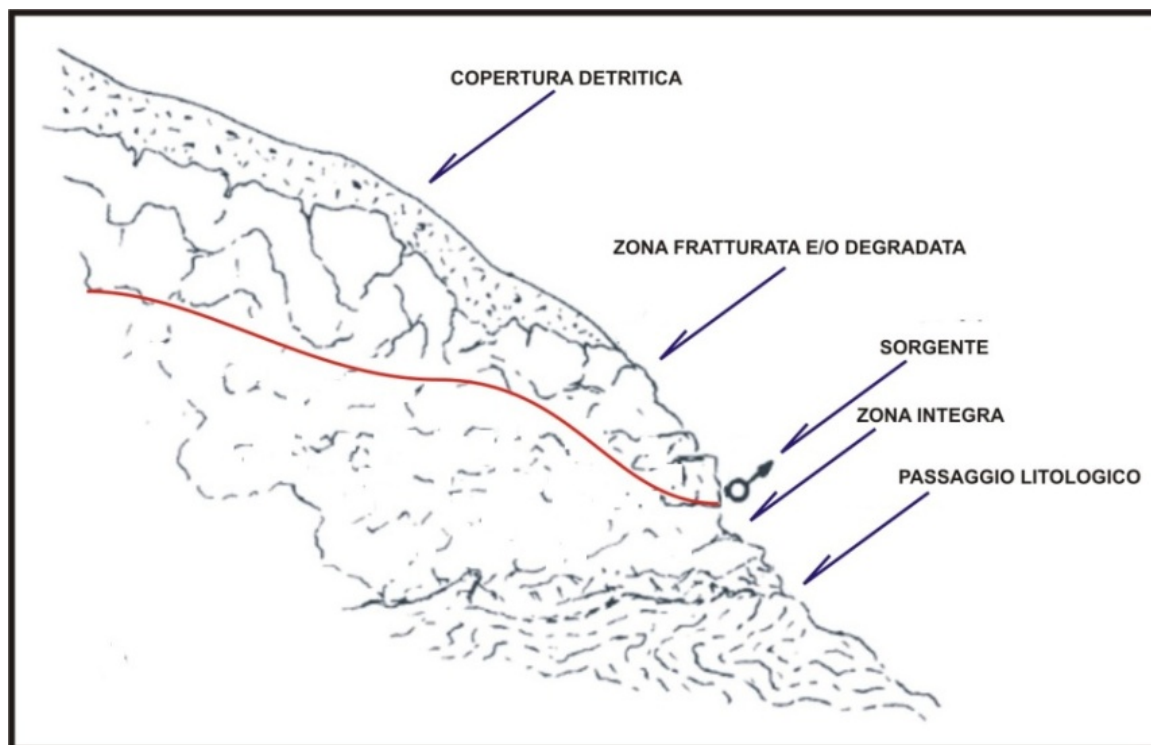


Figura 16 - Rappresentazione schematica di manifestazioni sorgentizie nelle successioni metamorfiche dei Monti Peloritani (da Ferrara, 1999 modificato).

La copertura detritica colluviale nei punti di maggior accumulo tende, verso il fondo valle, a sovrapporsi, gradualmente, e quasi senza soluzione di continuità, ai terreni alluvionali dell'alveo di piena. Su ambedue i depositi si formano suoli, anche di notevole spessore, realizzando le condizioni ottimali per le colonizzazioni antropiche.

Sulla base dei dati stratigrafici, derivati dai sondaggi geognostici che si sono resi disponibili ed eseguiti alla periferia nord del centro urbano, si è riscontrata una potenza massima della copertura detritica di 4,5 metri (Sondaggio **083045P2SS2**).

Sulla base della posizione orografica di tali sondaggi ed in relazione all'andamento della topografia, sono da prevedere in corrispondenza dell'abitato di Mandanici, spessori delle coperture detritiche molto variabili.

La considerazione più rilevante, ai fini degli odierni studi, che può essere tratta dalle precedenti osservazioni è che il bedrock geofisico, ossia il comparto più tenace



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

dell'ammasso roccioso, si localizza entro i volumi più interni di questo dove, sia per le minori condizioni di fratturazione e/o per il carico litostatico, può offrire maggiori prestazioni in termini di resistenza geomeccanica.

Le coperture presenti nell'area esaminata sono da attribuire, per quanto fin qui esposto, a diversi ambienti di deposizione non isocroni che tendono a selezionare, pertanto, i depositi in funzione della granulometria, variabile dai limi alle sabbie per le alluvioni più antiche, fino alle sabbie e ghiaie, per le alluvioni più recenti ed il colluvium, con altrettanto variabili stati di addensamento legati all'età del sedimento.

Si tratta di variazioni irregolari, sia verticalmente sia orizzontalmente che rendono, sulla base dei dati attualmente a disposizione, problematica la distinzione litologica e fisico meccanica di dettaglio suggerendo di considerare l'insieme come un unico complesso fortemente anisotropo.

Sulla base delle precedenti considerazioni, pertanto, il modello del sottosuolo complessivamente deducibile, ai fini del proseguo degli studi e degli obiettivi di Microzonazione Sismica del Comune di Mandanici, è assimilabile ad un substrato di terreni rigidi, costituito principalmente dalle metamorfite dell'Unità di Mandanici e dalle calcareniti dell'Unità di Ali, in condizioni di intensa degradazione ed irregolare fratturazione, concentrate nella parte apicale, e sormontato, per una piccola parte da una copertura di depositi clastici eterogenei ed essenzialmente incoerenti.

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

Per questo modello di sottosuolo le condizioni superficiali degli ammassi rocciosi del substrato sono tali, infatti, da non raggiungere i requisiti necessari per essere assimilabili al bedrock geofisico ( $V_s > 800$  m/s). Pertanto la fascia di decompressione, nelle zone di maggiore potenza tenderà a manifestare elevati contrasti di velocità rispetto ai sottostanti, più profondi, volumi integri.

Sulla base della relazione che lega i valori delle autofrequenze alla profondità del bedrock sismico (AKI, 1964; WATHELET et alii, 2004) per questo modello 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

sottosuolo è da prevedere, nell'area in esame, l'assenza di siti privi di amplificazione, ad eccezione di quelli in cui la fascia di decompressione assume i valori più ridotti.

Le condizioni geomeccaniche superficiali degli ammassi rocciosi del substrato geologico sono tali, per quanto sopra esposto, da non raggiungere i requisiti necessari per assimilarli al bedrock geofisico ( $V_s > 800$  m/s).

I risultati derivati dal processing dei dati HVSR restituiscono una buona conferma di questa previsione, come è possibile osservare nella sottostante tabella 7, dove le autofrequenze ottenute, a fronte di valori medi della velocità delle onde S, potrebbero indicare potenze della fascia di degradazione superficiale superiori ai 20 metri (**083045P7**).

IDENTIFICATIVO	LITOLOGIA	QUOTA s.l.m.	$f_0$
HVSR - MND 1 - 2012	FILLADI U.M.	392.9	7.47
HVSR - MND 2 - 2012	FILLADI U.M.	386.2	na
HVSR - MND 3 - 2012	FILLADI U.M.	402.8	2.2
HVSR - MND 4 - 2012	FILLADI U.M.	432.5	na
HVSR - MND 5 - 2012	FILLADI U.M.	447.6	5.97
HVSR - MND 6 - 2012	FILLADI U.M.	456.9	7
HVSR - MND 7 - 2012	ALLUVIONI	377.1	7.31

Tabella 7 – Risultati dei rilievi HVSR in relazione alla litologia.

## 8.8 Considerazioni sui risultati ottenuti

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

I risultati ottenuti indicano che la tecnica impiegata, segnatamente per il contesto geologico del territorio comunale, permette l'acquisizione, in modo agevole ed in tempi relativamente brevi, di dati potenzialmente in grado di trasportare ad un



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

ambito quantitativo il modello elaborato, condizione questa essenziale per gli obiettivi degli studi di MS di livello superiore.

A questo scopo è però necessario la disponibilità di dati geognostici integrativi, rispetto anche a quelli preesistenti, in grado di valutare con maggiore affidabilità le caratteristiche e lo spessore della fascia decompressa presente al tetto del substrato geologico e, lo spessore e l'estensione della copertura detritico alluvionale.

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

## 9 CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)

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

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





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

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 Mandanici non sono presenti Zone stabili, quindi di seguito vengono individuate quelle appartenenti alle altre due categorie.

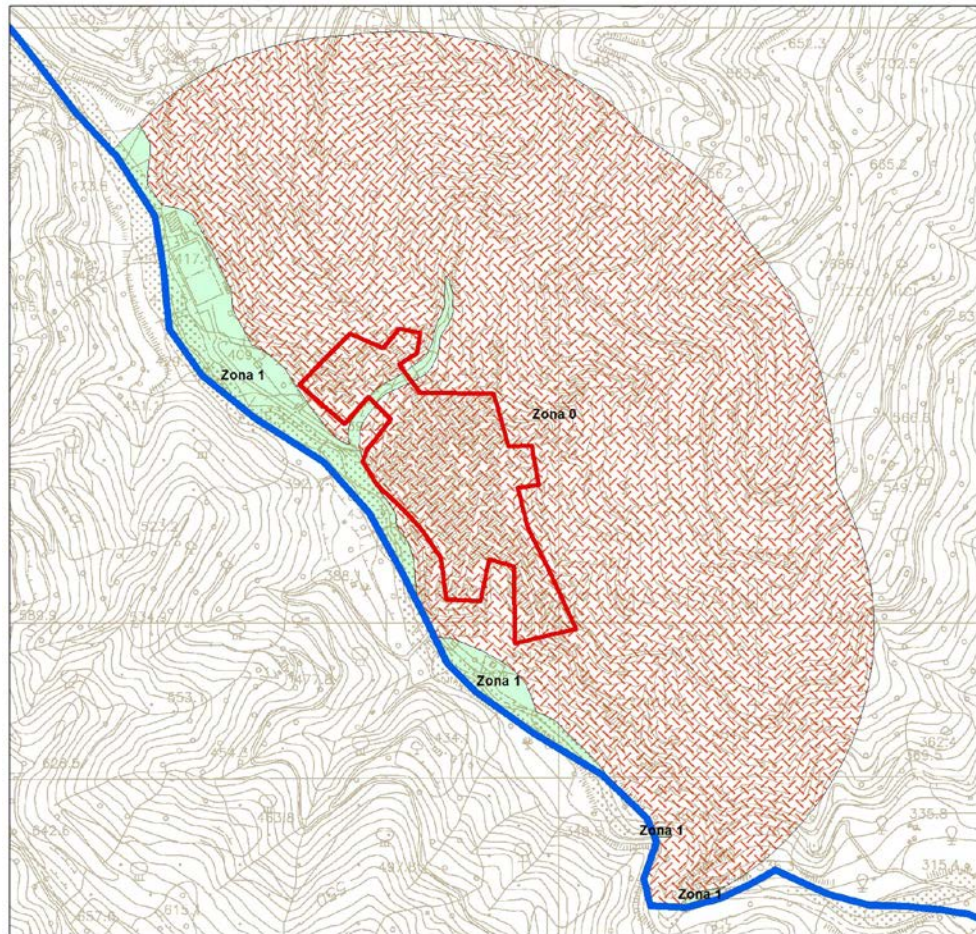
La carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (da qui in poi MOPS) realizzata per il Comune di Mandanici ha un'estensione di circa 1,07 Km<sup>2</sup> e comprende una zona di estensione più ampia rispetto alla superficie dell'area di stretto interesse dell'indagine eseguita.

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

- condizioni topografiche, pendii con inclinazioni superiori ai 15° e dislivelli superiori a 30 m
- la presenza di uno strato di alterazione che generalmente interessa i primi metri delle formazioni il cui spessore, con i dati ad oggi disponibili, può raggiungere valori significativi (superiori ai 3 m)

Per quanto concerne le coperture detritico alluvionali queste sono stati classificati come zone stabili suscettibili di amplificazioni locali a partire dalle indicazioni degli ICMS e, quindi, sulla base di fattori di carattere lito-stratigrafico ( $V_s < 800$  m/s, spessori  $> 5$  m).

Nell'area di interesse sono state individuate 2 zone suscettibili di amplificazione (Figura 17) e 18 zone suscettibili di instabilità (Figura 18) che verranno di seguito descritte.



**Figura 17 – Schema delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica**



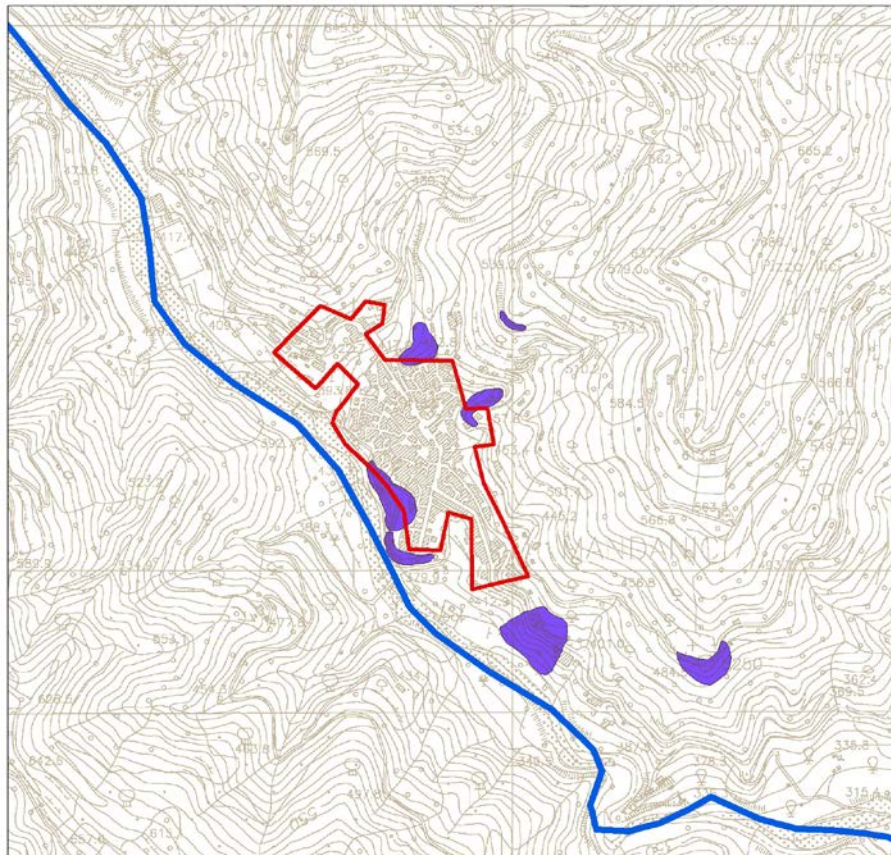


Figura 18 – Schema delle zone suscettibili di instabilità

## 9.1 Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

### Zona 0

Questa zona è costituita da una potente successione metamorfica affiorante, praticamente, in tutto l'ambito dell'area selezionata per il presente studio.



Regione Siciliana – Presidenza  
Dipartimento della Protezione  
Civile

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

La classificazione in zona stabile suscettibile di amplificazioni locali è dovuta alle condizioni di acclività (frequenti pendii con inclinazioni superiori ai 15° e dislivelli superiori a 30 m).

Tale formazione è interessata da una fascia di alterazione superficiale il cui spessore, discontinuamente variabile, in assenza di dati puntuali, è stimabile nell'ordine di diversi metri. Non è possibile escludere che, localmente, possa essere più ridotta, anche in zone poco acclivi, come sembrerebbero indicare i risultati dei rilievi HVSR. In corrispondenza, al contrario, di zone interessate da strutture tettoniche (fasce milonitiche e/o cataclastiche), la fascia di degradazione può raggiungere spessori dell'ordine delle decine di metri. Non si ritiene utile, pertanto, attribuire allo strato detritico potenze inferiori ai 3 m che ne imporrebbero ingiustificatamente la sua classificazione in area stabile.

Cauta e puntuale indicazione quantitativa, in relazione alle analisi condotte sui relativi dati, proviene dai sondaggi geognostici, eseguiti in questi terreni **(083045P1SS1, 083045P2SS2 083045P3SS3 083045P4SS4)** precisamente nella periferia nord del centro urbano, due dei quali spinti fino alla profondità di 30 metri il quadro riassuntivo è restituito nella seguente tabella.

Codice	Profondità sondaggio	Codice litologia	Descrizione litologia	Spessore dello strato (m)
083045P1SS1	10	RI	Pavimentazione costituita da lastre calcarenitiche	0,1
		RI	Materiale detritico, costituito da una matrice limo-sabbiosa di colore grigio chiaro, inglobante elementi lapidei eterometrici (max 5 cm) da spigolosi a subangolosi di natura metamorfica	0,9
		SF	Filladi sericitiche intensamente fratturate di colore grigiastro a tessitura marcatamente scistose, di facilissima divisibilità e con superfici essenzialmente piane a struttura nematoblastica "lamellare" con intercalati locali livelli di metareniti	1,5
		SF	Filladi sericitiche fratturate di colore grigiastro a tessitura marcatamente scistose, di facilissima divisibilità e con superfici essenzialmente piane a struttura nematoblastica "lamellare" con	2,1

Codice	Profondità sondaggio	Codice litologia	Descrizione litologia	Spessore dello strato (m)
			intercalati locali livelli di metareniti	
		LP	Filladi sericitiche essenzialmente alterate di colore brunastro e rare sfumature grigiastre in avanzato stato di idratazione, così da renderle argillificate	0,4
		SF	Filladi sericitiche da fratturate a poco fratturate colore grigiastro a tessitura marcatamente scistose, di facilissima divisibilità e con superfici essenzialmente piane a struttura nematoblastica "lamellare" con intercalati locali livelli di metareniti	5
083045P2SS2	10	RI	Pavimentazione in calcestruzzo	0,2
		RI	Materiale detritico, costituito da una matrice limo-sabbiosa di colore grigio chiaro, inglobante elementi lapidei eterometrici (max 5 cm) da spigolosi a subangolosi di natura metamorfica, ed pezzi di cocci	4,3
		SF	Filladi sericitiche intensamente fratturate di colore grigiastro a tessitura marcatamente scistose, di facilissima divisibilità e con superfici essenzialmente piane a struttura nematoblastica "lamellare" con intercalati locali livelli di metareniti	1,5
		SF	Filladi sericitiche da fratturate a poco fratturate colore grigiastro a tessitura marcatamente scistose, di facilissima divisibilità e con superfici essenzialmente piane a struttura nematoblastica "lamellare" con intercalati locali livelli di metareniti	4
083045P3SS3	30	SM	Depositi colluviali, costituiti da una matrice sabbioso-limosa di colore bruno-grigiastro con inglobati elementi lapidei eterometrici spigolosi (max 5 cm)	1
		SF	Filladi passanti a metareniti grigio-scure grafitose, intensamente fratturate a tessitura scistosa e struttura localmente porfirica con locali lenti e noduli di quarzo	1,5

Codice	Profondità sondaggio	Codice litologia	Descrizione litologia	Spessore dello strato (m)
083045P4SS4	30	SF	Filladi passanti a metareniti grigio-scure grafitose con sfumature grigio-argentee sericitiche, intensamente fratturate a tessitura scistosa e struttura localmente porfirica con locali noduli di quarzo	2,1
		LP	Filladi passanti a metareniti grigio-argentee sericitiche con evidenti incipienti fenomeni di idratazione	0,4
		SF	Filladi passanti a metareniti grigio-argentee sericitiche, da intensamente fratturate a fratturate a tessitura scistosa e struttura localmente porfirica con comuni lenti e noduli di quarzo; nonché locali fratture tardive rinsaldate da calcite	25
		SF	Filladi passanti a metareniti grigio-argentee sericitiche, da intensamente fratturate a fratturate a tessitura scistosa e struttura localmente porfirica con comuni lenti e noduli di quarzo; nonché locali fratture tardive rinsaldate da calcite	21
083045P4SS4	30	PT	Terreno vegetale di colore brunoastro, costituito da sabbia debolmente limosa con rari elementi lapidei eterometrici e frustoli vegetali	0,8
		SM	Depositi colluviali, addensati, costituiti da una matrice sabbioso-limosa di colore bruno-grigiastro con inglobati elementi lapidei eterometrici spigolosi (max 7 cm)	3,2
		SF	Filladi passanti a metareniti grigio-scure grafitose e grigio-argentee sericitiche, intensamente fratturate a tessitura scistosa e struttura localmente porfirica con locali lenti e noduli di quarzo	5
		SF	Filladi passanti a metareniti grigio-argentee sericitiche, da intensamente fratturate a fratturate a tessitura scistosa e struttura localmente porfirica con comuni lenti e noduli di quarzo; nonché locali fratture tardive rinsaldate da calcite	21

**Tabella 8 – Compendio dei dati geognostici diretti disponibili per la Zona 0.**

La stratigrafia attraversata, dopo uno strato detritico superficiale molto allentato con spessore variabile da 1m (**083045P1SS1**) a 4,5 m (**083045P2SS2**) è





PROTEZIONE CIVILE  
Presidenza del Consiglio dei Ministri  
Dipartimento della Protezione Civile



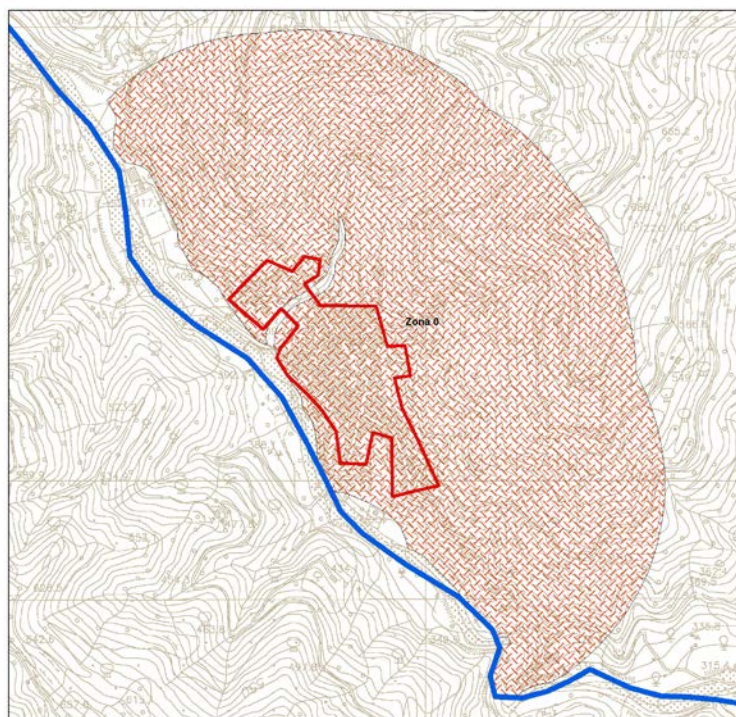
Regione Siciliana – Presidenza  
Dipartimento della Protezione  
Civile



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

interamente costituita da una successione di filladi grigio argentee estremamente disarticolate.

La cautela è suggerita dall'incongruenze di questi valori con i risultati della registrazione **083045P10** che propone spessori della fascia di decompressione superiori ai 10 m.





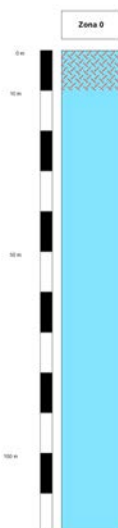
PROTEZIONE CIVILE  
Presidenza del Consiglio dei Ministri  
Dipartimento della Protezione Civile



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

Questa zona si individua unicamente in una stretta striscia, localizzata nella periferia occidentale del centro urbano, che dal punto di vista idrografico è la riva sinistra della Fiumara Dinarini Pagliara.

La stratigrafia è data dal substrato precedentemente descritto ricoperto da un deposito che da detritico, evolve ad alluvionale, senza apparente soluzione di continuità e con un passaggio laterale obliterato dal tessuto abitativo del centro urbano.

Molto ridotta la possibilità di caratterizzare, estesamente, dal punto di vista geomeccanico il substrato roccioso stante l'assenza di indagini dirette.

Considerazioni stratimetriche e topografiche indicherebbero la potenza della copertura variabile da qualche metro fino a 15 metri e queste si ritrovano coerenti con il valore dello spessore ricavabile dall'autofrequenza rilevati nel sito di registrazione **083045P11**.



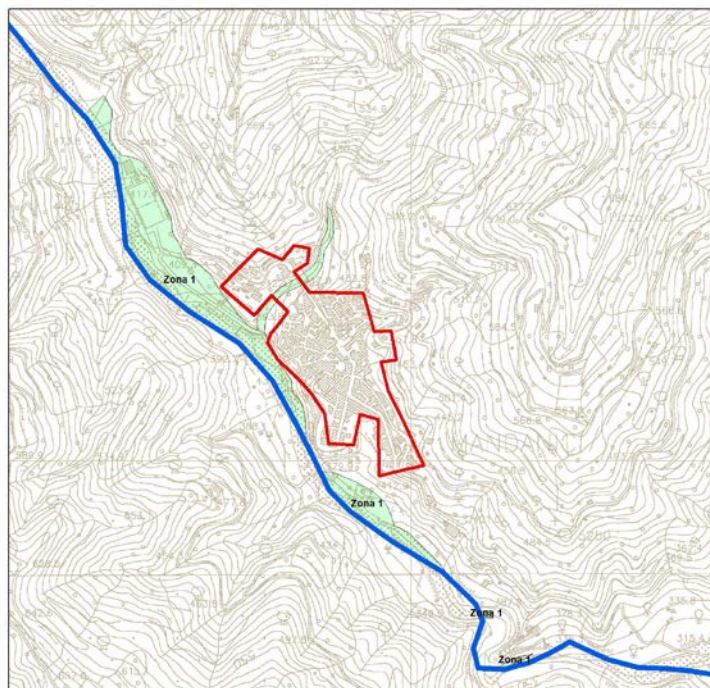
PROTEZIONE CIVILE  
Presidenza del Consiglio dei Ministri  
Dipartimento della Protezione Civile



Regione Siciliana – Presidenza  
Dipartimento della Protezione  
Civile



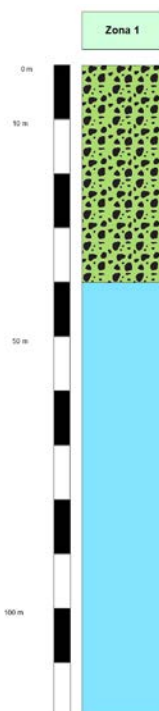
Università degli Studi di Messina  
C.A.R.E.C.I  
Centro Attrazione Risorse  
Esterne e Creazione d'Impresa





Regione Siciliana – Presidenza  
Dipartimento della Protezione  
Civile

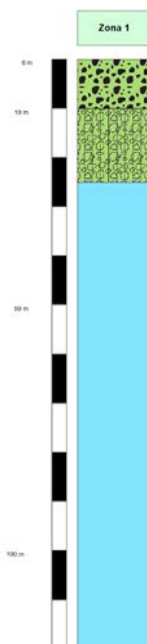
Università degli Studi di Messina  
C.A.R.E.C.I  
Centro Attrazione Risorse  
Esterne e Creazione d'Impresa





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 3 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.

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.



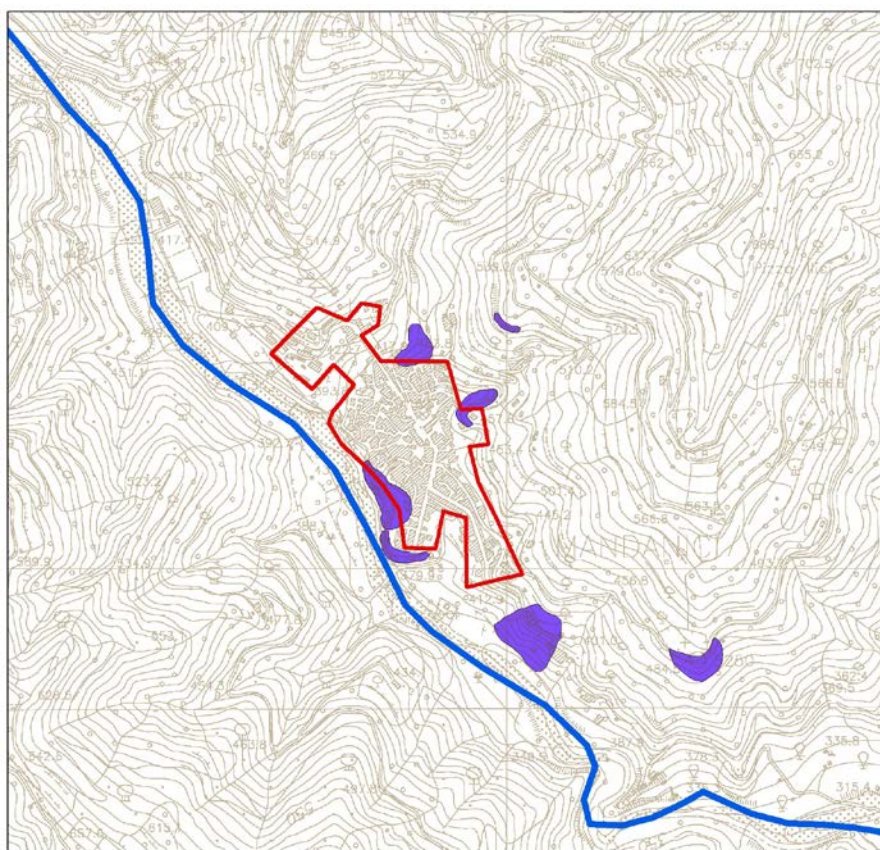


Regione Siciliana – Presidenza  
Dipartimento della Protezione  
Civile

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

Al contrario per la realizzazione della carta delle MOPS sono state individuate e classificate, come zone suscettibili di instabilità, solo quelle ricadenti all'interno dell'area di studio selezionata (Figura 19).

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.



**Figura 19 – Schema delle zone suscettibili di instabilità**



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	Mandanici (ME)				
Bacino Idrografico (P.A.I.)	T.te Pagliara ed Area tra T.te Pagliara e T.te Fiumedinisi				
LOCALITA	SIGLA	COD_TIP	COD_ATT	PERICOLO	Superficie
Cimitero	100-5MN-027	1	1	n.c.	4201,831
C.da Fontanelle Centro Abitato	100-5MN-028	5	1	2	9670,555
San Giorgio-C.da Spafaro -Centro	100-5MN-029	11	1	1	2058,260
<b>San Giorgio-C.da Spafaro -Centro</b>	<b>100-5MN-030</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>5773,638</b>
<b>C.da Fulù-Centro Abitato</b>	<b>100-5MN-031</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2504,533</b>
<b>Quartiere Rocca-Centro Abitato</b>	<b>100-5MN-032</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>n.c.</b>	<b>3294,203</b>
Nord Centro Abitato	100-5MN-033	1	1	n.c.	662,203

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

Dissesti	COD_TIP
Crollo e/o ribaltamento	1
Colamento rapido	2
Sprofondamento	3
Scorrimento	4
Frana complessa	5
Espansione laterale o deformazione gravitativa (DGPV)	6
Colamento lento	7
Area a franosità diffusa	8
Deformazione superficiale lenta	9
Calanco	10
Dissesti conseguenti ad erosione accelerata	11
Stato di attività	COD_ATT
Attivo	1



Regione Siciliana – Presidenza  
Dipartimento della Protezione  
Civile

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

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

## 10 INDICAZIONI CONCLUSIVE

I rilievi geologici e geomorfologici acquisiti per il territorio comunale esaminato sono stati utili alla ricostruzione di un modello geologico del sottosuolo ed alla successiva classificazione delle formazioni presenti, in affioramento ed in profondità, finalizzata alla delimitazione di Microzone Omogenee. E' però necessario segnalare che l'analisi delle informazioni geologiche di base, propedeutica alla realizzazione degli elaborati prodotti, ha messo in evidenza una significativa carenza dei dati di base che rende molto utili opportune integrazioni.

Le indagini che è stato possibile acquisire, solo di tipo diretto, non possiedono distribuzione, profondità ed omogeneità tale da permettere la realizzazione di un complessivo quadro geologico tecnico soddisfacente.

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

In questa fase si suggeriscono le seguenti indicazioni:

### 1) ANDAMENTO DEL BEDROCK GEOFISICO.

Nel territorio in esame appare di grande utilità la ricostruzione dell'andamento del bedrock geofisico che si localizza entro il corpo del substrato geologico in qualche areale anche ad elevata profondità. L'eventuale progetto del programma



Regione Siciliana – Presidenza  
Dipartimento della Protezione  
Civile

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

d'indagini dovrà essere fortemente vincolato alle informazioni geologiche di superficie ed in grado di definire:

- A) Spessore dei terreni di coperture del substrato geologico;
- B) Caratterizzazione sismica e geotecnica dei terreni di copertura e della fascia di decompressione.

Tale ricostruzione presenta maggiori difficoltà a causa della caotica distribuzione dei volumi fratturati dagli stress tettonici che pongono il bedrock geofisico a profondità variabili 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.

## 2) MICROZONE OMOGENEE.

Gli approfondimenti auspicabili dovranno essere indirizzati ad una maggiore caratterizzazione delle Zone Omogenee individuate segnatamente per la Zona 0.

Nella Zona 0 entro cui, attualmente, non sono previste aree destinate a programmi edificatori, l'interesse al miglioramento del quadro conoscitivo è legato alla definizione dei rapporti geometrici tra volumi più integri profondi e fasce di decompressione superficiale suscettibili di amplificazioni sismiche locali. Tale approfondimento, segnatamente nelle aree adiacenti alla limitrofa Zona 1, può vantaggiosamente migliorare il quadro conoscitivo di quest'ultima.

## 11 BIBLIOGRAFIA

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

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

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



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

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.

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





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

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.

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., Federico 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 Détroit de Messine (Italie). *Doc. et Trav. IGAL*, 11: 59-81

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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.

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.



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

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: examples from tertiary terrigenous sequences of the Peloritani Mts (NE Sicily). Terra Nova, 7 (2): 161-170.

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

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

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

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



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

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>.

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.





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

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

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

Ogniben L., 1960. Schemi paleotettonici anziché 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. Göttingen. Mat. Phys. Kl., 3 Folge, 13: 63-179.

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

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

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

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

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

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

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



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

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.

Triscari M., Di Gangi G., Barone G., Gangemi G., 1995. Quarry identification and comparative study with INAA techniques of building stones from the Peloritani Mts. Mandanici area. *Atti 1st International Congress on: "Science and technology for the safeguard of cultural heritage, in the Mediterranean basin"*, I, 483-486

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

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

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

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

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

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

## 12 ALLEGATI

Elaborati Cartografici

Carta delle indagini

Carta geologico tecnica per la microzonazione sismica

Carta delle frequenze

Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (livello 1)



Regione Siciliana – Presidenza  
Dipartimento della Protezione  
Civile

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

## ALLEGATO A

### INDAGINI PRECEDENTI

1) Indagini a supporto del "Progetto esecutivo per i lavori di consolidamento del centro abitato nel Quartiere Rocca - I Stralcio":

Sondaggi Geognostici  
Rilievo geostrutturale (non fornito)

2) Indagini a supporto del "Progetto esecutivo per i lavori di consolidamento del centro abitato nel Quartiere Rocca - Completamento":

n. 2 Sondaggi geognostici  
n. 1 Prova penetrometrica dinamica in foro  
n. 3 Prove di permeabilità in foro  
n. 2 Prove DH  
Rilievo geostrutturale

### Indagini dirette

1) Indagini a supporto del "Progetto esecutivo per i lavori di consolidamento del centro abitato nel Quartiere Rocca - I Stralcio":

A) Sono state eseguite due perforazioni geognostiche indicate come: S1, ed S2;  
Attrezzatura di perforazione: si dichiara una generica attrezzatura idraulica a rotazione montata su cingoli;  
Tecnica di avanzamento: carotaggio continuo a sezione costante con carotiere semplice, avanzamento con fluido di perforazione costituito da acqua;  
Tecnica di perforazione: non dichiarata;  
Diametro di perforazione: 101 mm;  
Profondità raggiunta: - 10 m dal p.c.  
Indicazioni sulla profondità delle falda: fornita;  
Scheda stratigrafica: fornita;  
Documentazione fotografica: non fornita;  
Note: il rapporto tecnico commenta le risultanze stratigrafiche.



Regione Siciliana – Presidenza  
Dipartimento della Protezione  
Civile

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

Valutazione complessiva: La limitata profondità raggiunta dall'indagine permette una sufficiente valutazione geomeccanica, seppur circoscritta all'area indagata, della parte apicale della formazione metamorfica affiorante.

2) Indagini a supporto del "Progetto esecutivo per i lavori di consolidamento del centro abitato nel Quartiere Rocca - Completamento":

A) Sono state eseguite due perforazioni geognostiche indicate come: S1, ed S2;

Attrezzatura di perforazione: Oleodinamica C.M.V. 420 mod. MK 600D Matr. 1415;

Tecnica di avanzamento: carotaggio continuo a sezione variabile ed avanzamento con fluido di perforazione: impiego di carotiere semplice e carotieri speciali T<sub>2</sub> e T<sub>6S</sub>;

Tecnica di perforazione: Scavo telescopico con rivestimento iniziale del foro con tubi da 127 mm;

Diametro di perforazione: 127 - 101 mm;

Profondità raggiunta: - 30 m dal p.c.

Indicazioni sulla profondità delle falda: fornita;

Scheda stratigrafica: fornita;

Documentazione fotografica: non fornita;

Note: il rapporto tecnico commenta le risultanze delle indagini dirette in modo generico e riferisce ambiguamente circa i risultati delle prove dinamiche e di permeabilità.

Valutazione complessiva: i dati riportati consentono una sufficiente valutazione geomeccanica, che resta circoscritta all'area indagata, della parte apicale della formazione metamorfica affiorante, ma lasciano perplessi in merito alle prove in foro eseguite.

Indagini Geofisiche - Prove down-hole

1) Indagini a supporto del "Progetto esecutivo per i lavori di consolidamento del centro abitato nel Quartiere Rocca - Completamento":

Sono state eseguite due prove indicate come S.1DH, e S.2DH;

Strumentazione utilizzata: non dichiarata;

Sensore sismico: geofono tridimensionale da foro mod. DHTG-50 con sensori da 10 Hz;

Distanza delle posizioni di registrazione: 2 m;



Regione Siciliana – Presidenza  
Dipartimento della Protezione  
Civile

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

Offset: 1 m;

Profondità raggiunta: - 30 m;

Approntamento del foro: rivestimento del foro residuo della perforazione con tubo in PVC e stabilizzazioni delle pareti mediante miscela di malta bentonitica a ritiro controllato;

Registrazione dei segnali: non fornita;

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

Processing utilizzato: calcolo della velocità intervallo e delle dromocrone;

Tabulati di calcolo: forniti i dati numerici delle registrazioni, tabulati di calcolo assenti;

Range di velocità delle onde P ottenuto: 270,39 - 10.545,42 m/s;

Range di velocità delle onde S ottenuto: 59,97 - 3.201,49 m/s;

Range del rapporto di Poisson ottenuto: 0.203 - 0.495;

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

Le velocità delle onde S riportate non si mostrano coerenti con la litologia incontrata dalle perforazioni geognostiche eseguite, il rapporto di Poisson appare irrealistico.

Valutazione complessiva: L'impossibilità di confrontare i risultati del processing, in certi casi contraddittori, con i dati sperimentali acquisiti unitamente alla sommarietà delle conclusioni esibiti rendono non utilizzabili i risultati di questi test.