

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

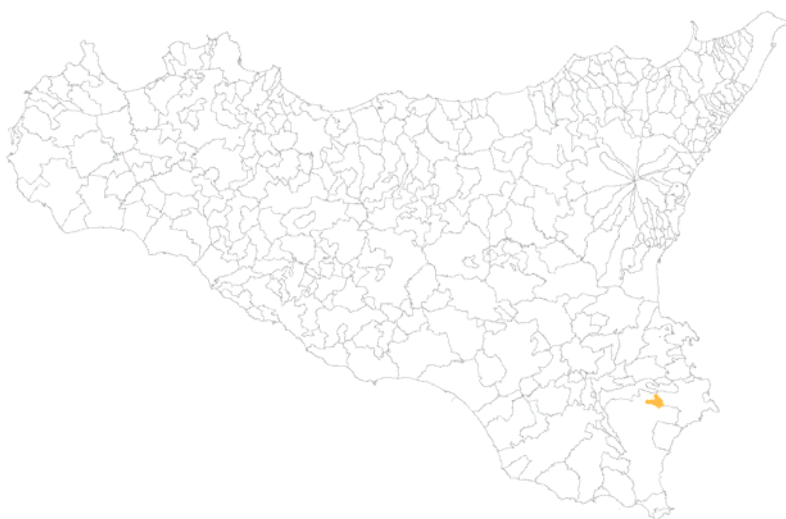
MICROZONAZIONE SISMICA

Relazione Illustrativa

MS Livello 1

Regione Sicilia

Comune di Canicattini Bagni



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*

Contraente: Regione Siciliana – Presidenza Dipartimento della Protezione Civile 	Soggetto realizzatore: Università degli Studi di Messina C.A.R.E.C.I. – Centro Attrazione Risorse Esterne e Creazione d'Impresa 	Data: Gennaio 2013
--	--	-------------------------------



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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

Sommario

1	INTRODUZIONE.....	5
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA.....	11
3	CENSIMENTO DATI.....	13
4	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO.....	15
4.1	Analisi Morfologica e Altimetrica	15
4.2	Idrografia.....	18
4.3	Inquadramento geologico strutturale regionale	19
4.4	Assetto geologico strutturale dell'area esaminata.....	27
4.5	Stratigrafia dell'area esaminata.....	27
4.6	Analisi geomorfologica ed assetto dei versanti.....	31
4.7	Classificazione litologica dei terreni affioranti	34
5	DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE ED EVENTI DI RIFERIMENTO	40
5.1	Sismicità storica della Sicilia orientale e Calabria meridionale.....	41
5.2	Strutture sismogenetiche e faglie attive	54
5.3	Sismicità storica del comune di Canicattini Bagni.....	57
6	METODOLOGIA DI ACQUISIZIONE DELLE INDAGINI	62
7	ELABORATI CARTOGRAFICI.....	66
8	GEOGNOSTICA E GEOFISICA	74
8.1	Strumentazione utilizzata	74
8.2	Processing dei dati	75
8.3	Il Rumore sismico	76
8.4	Teoria sull'analisi del Rumore Sismico.....	78



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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

8.5	Aree Interessate dalle indagini di MS.....	80
8.6	Rappresentazione dei valori di frequenza ottenuti	83
8.7	Modello geologico dell'area in studio e bedrock geofisico	85
8.8	Considerazioni sui risultati ottenuti	92
9	CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)	93
9.1	Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali	96
9.2	Zone suscettibili di instabilità	103
10	INDICAZIONI CONCLUSIVE.....	104
11	BIBLIOGRAFIA.....	105
12	ALLEGATI.....	110

Indice delle Figure

Figura 1 – Individuazione geografica dell'area	6
Figura 2 - Corografia dell'area.....	12
Figura 3 - Suddivisione del territorio in fasce altimetriche	18
Figura 4 - Schema stratigrafico strutturale dell'Avampese Ibleo (da Lentini et al., 1984)	21
Figura 5 – Schema della distribuzione delle facies cretacico quaternarie attraverso il Plateau Ibleo dal Settore ionico all'Altopiano calcareo s.s. (da Carbone et al., 1986, modificato)	25
Figura 6 – Carta delle pendenze e dei dissesti geomorfologici.....	33
Figura 7 – Legenda della carta geologico tecnica della microzonazione sismica: substrato rigido o non rigido	35
Figura 8 - Legenda della carta geologico tecnica della microzonazione sismica: terreni di copertura.....	36
Figura 9 - Carta geologico tecnica.....	39



Regione Siciliana – 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 - Distribuzione degli epicentri dei terremoti della Sicilia orientale e della Calabria meridionale nell'intervallo temporale 1000-1899 (CPTI11, Rovida <i>et al.</i> , 2011)	42
Figura 11 - Distribuzione degli epicentri dei terremoti della Sicilia orientale e della Calabria meridionale nell'intervallo temporale 1900-2006 (CPTI11, Rovida <i>et al.</i> , 2011)	43
Figura 12 - Massime intensità risentite per ogni località della Sicilia orientale e della Calabria meridionale (DBMI11, Locati <i>et al.</i> , 2011)	44
Figura 13 - Campo macrosismico del terremoto del 11/01/1693 (C.N.R., P. F. G. - Postpischl editor, Atlas of Isoleismal maps of italian Earthquakes, Bologna 1985)	46
Figura 14 - Campo macrosismico del terremoto del 06/02/1783 (Tiberti <i>et al.</i> , 2006)	48
Figura 15 - Campo macrosismico del terremoto del 07/02/1783 (Tiberti <i>et al.</i> , 2006)	49
Figura 16 - Campo macrosismico del terremoto del 28/03/1783 (Tiberti <i>et al.</i> , 2006)	49
Figura 17 - Campo macrosismico del terremoto del 20/02/1818 (C.N.R., P. F. G. - Postpischl editor, Atlas of Isoleismal maps of italian Earthquakes, Bologna 1985)	51
Figura 18 - Mappa delle principali strutture sismogenetiche. Database of IndividualSeismogenicSources (Basili <i>et al.</i> , 2008)	55
Figura 19 - Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (riferimento: Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n. 3519) espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi	60
Figura 20 - Comune di Canicattini Bagni: delimitazione delle aree indagate(contorno rosso)80	
Figura 21 – Distribuzione delle indagini HVSR in relazione alle aree studiate nel Comune di Canicattini Bagni.....	83
Figura 22 - Carta delle frequenze nel Comune di Canicattini Bagni	84
Figura 23 – Profilo geologico A-A'	85
Figura 24 – Ubicazione dei sondaggi geognostici.....	88



Regione Siciliana – 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 25 – Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica..... 95

Indice delle Tabelle

Tabella 1 - Trasposizione analitica degli elementi geomorfologici individuati..... 33

Tabella 2 - Trasposizione analitica delle aree in dissesto individuate (PRG). 34

Tabella 3 - Compendio della classificazione litologica 38

Tabella 4 - Storia sismica del comune di Canicattini Bagni (DBMI11 Locati *et al.*, 2011); I_s è l'intensità macrosismica risentita (MCS); A_x l'area epicentrale; N_p è il numero di località in cui è disponibile il dato macrosimico; I_0 è l'intensità macrosismica dell'epicentro (MCS); M_w è la magnitudo momento dell'evento con accanto il grado d'incertezza della stima 58

Tabella 5 - Valori di PGA stimati per il comune di Canicattini Bagni per differenti livelli di probabilità in 50 anni, o equivalentemente differenti periodi di ritorno, e per diverso percentile. I dati sono stati derivati dalla mappa digitale della pericolosità sismica sul sito INGV e risultano riferiti a suoli rigidi 61

Tabella 6 - Sorgenti del rumore sismico 77

Tabella 7 - Sigle dei siti di selezionati con relativa data di registrazione 81

Tabella 8 - 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)..... 82



Regione Siciliana – 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 Canicattini Bagni in Provincia di Siracusa (Figura 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

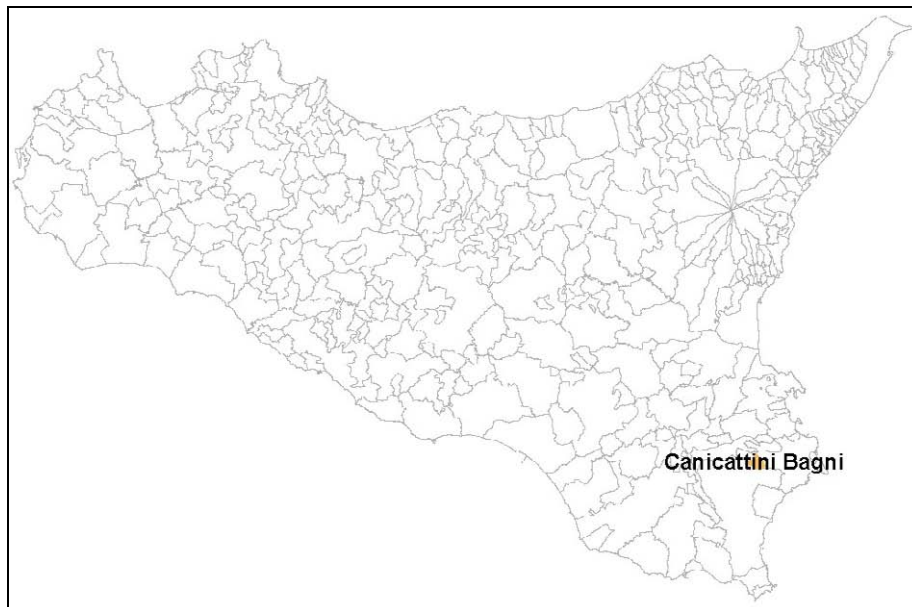


Figura 1 – Individuazione geografica dell'area

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 perimetrate le coperture detritiche, le aree instabili e quelle potenzialmente soggette a dissesti. Questa cartografia dovrà essere corredata da sezioni geologiche significative, in numero adeguato, orientate sia trasversalmente sia longitudinalmente ai principali elementi geologici (strutture tettoniche e assi dei bacini) e dovrà riguardare un'area con estensione significativa per la realizzazione della carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica.
- 3) *Carta delle frequenze naturali dei terreni (f)*, a scala almeno 1:10.000 (preferibilmente di maggiore dettaglio), derivate da indagini speditive di sismica passiva (HVSR sulle vibrazioni ambientali) o, se disponibili, SSR da registrazioni di terremoti. In questa carta dovranno essere riportati tutti i punti di misura, con associato il risultato della prova (valore di f_0 del picco significativo a più bassa frequenza corrispondente alla frequenza di risonanza fondamentale e di altri picchi significativi a più alta frequenza o indicazione dell'assenza di



Regione Siciliana – 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:

INDAGINI MINIME OBBLIGATORIE	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. ; Rilevamenti geologici di controllo sul terreno; 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; Misure passive del rumore ambientale, mediante
-------------------------------------	---



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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

	tecnica a stazione singola.
ANALISI ED ELABORAZIONI	Sintesi dei dati e delle cartografie disponibili; Rilettura, sintesi dei dati.
PRODOTTI FINALI OBBLIGATORI	Carta delle indagini (sia esistenti che di nuova realizzazione); • Carta geologica – geomorfologica, almeno a scala 1:5.000 – 1:10.000, di un'area con estensione significativa per la realizzazione della carta delle Microzone; • Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica almeno a scala 1:5.000 – 1:10.000; • Carta delle Frequenze di un'area con estensione significativa per la realizzazione della carta delle Microzone; Relazione tecnica illustrativa.



Regione Siciliana – 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 Canicattini Bagni in Provincia di Siracusa.

Il territorio comunale di Canicattini Bagni è ubicato nella Sicilia sud orientale, nel settore orientale dell'Altopiano Ibleo, occupa un'estensione di circa 15 Km² (Figura 2).

Nella cartografia ufficiale in scala 1:25.000 edita dall'I.G.M., ricade nelle tavolette "Canicattini Bagni" F° 274 III SO e "Floridia" F° 274 III SE.

Amministrativamente è caratterizzato dal centro abitato di Canicattini Bagni, ove risiede la maggior parte della popolazione ed è sede Municipale, non esistono centri abitati secondari di rilevante importanza. Gli abitanti censiti sono circa 7.355.

Il territorio in esame presenta una morfologia tipicamente collinare a tratti pianeggiante, con locali elementi di diversificazione molto evidenti e caratteristici che ne interrompono localmente la continuità.

Dal punto di vista altimetrico il territorio è compreso tra un massimo di 450 m s.l.m. che è la quota più elevata, in prossimità di C.da Piano Milo, ed un minimo di 240 m s.l.m. in corrispondenza di C.da Bosco di Sotto .

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

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

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

- Studio Geologico per la redazione del P.R.G.;
- Studio Geologico per il Piano Regolatore Particolareggiato del centro storico (Giugno 1997, data nel documento);
- Studio Geologico per il Piano Particolareggiato del comprensorio n. 2 C.da Palombara, zona C2 a 2;
- Relazione Geologica per il Progetto di Ampliamento del Cimitero comunale (Settembre 1995, data nel documento);



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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

- Studio geologico integrativo per l'ampliamento del Cimitero comunale (Maggio 1989, data nel documento);
- Studio Geologico relativo ai lavori di costruzione di un Auditorium per attività musicali a carattere sovra comunale (Novembre 2002, data nel documento);
- Relazione Geologico tecnica per Servizi di Progettazione intervento N. 27 Riqualificazione urbana di Via XX Settembre creazione di un Centro Culturale Polifunzionale nell'ambito del Pist 12 Thapsos Megara Hyblon Tukles (Agosto 2011, data nel documento);
- Relazione Geologica esecutiva per il Progetto di Sistemazione di un'area per attendamenti e containers (Gennaio 2003, data nel documento);
- Studio geologico e idrogeologico regimentazione acque piovane area di Villa Alagona;
- Relazione geologico tecnica per il Progetto per la realizzazione di un Centro Musicale e Culturale in Via Vittorio Emanuele;
- Relazione e banca dati dei dissesti geomorfologici del PAI.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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

4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

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

Particolare attenzione è stata rivolta all'esame delle caratteristiche morfologiche, altimetriche, litologiche e geomorfologiche dei versanti, elementi di estrema rilevanza per la definizione della "Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica".

Le analisi eseguite sono riportate nei sottoparagrafi di seguito elencati:

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

4.1 Analisi Morfologica e Altimetrica

Il territorio comunale di Canicattini Bagni rientra nel settore sudorientale della Sicilia, è caratterizzato dalla presenza di un settore di avampese rappresentato dall'Altopiano Ibleo, costituito da una potente successione carbonatica prevalentemente mesozoico-terziaria, interessata altresì da ripetute intercalazioni vulcaniche. In quanto tale, esso, mostra quindi nel suo complesso un assetto morfologico a sviluppo tipicamente tabulare o comunque poco accidentato, sebbene sia ampiamente testimoniata la presenza di vari sistemi di faglie distensive di diversa età, la cui presenza è indice di uno stile deformativo dell'area.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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

Il territorio comunale si estende per una superficie complessiva di circa 15 Km², e confina con il Comune di Siracusa e con il Comune di Noto.

Le forme del paesaggio rispecchiano quelle del Plateau Ibleo, caratterizzato da una rigorosa disposizione dei rilievi e delle incisioni, dipendente dalle locali condizioni litostratigrafiche e giaciture nonch  dall'andamento delle principali direttrici tettoniche

La maggior parte del territorio comunale di Canicattini Bagni   rappresentato da una successione di dorsali collinari a gradinata, altimetricamente degradante da SW verso NE, con strette e marcate incisioni vallive, con pareti sub verticali, riconducibili al recente sollevamento tettonico verificatosi in tutta l'area iblea, che ha determinato un rapido approfondimento del reticolo idrografico preesistente.

Le pareti pi  ripide ed elevate sono spesso impostate in corrispondenza delle principali discontinuit  strutturali, lungo le quali   pi  intenso il disfacimento degli ammassi rocciosi e quindi pi  rapida l'evoluzione dei processi morfogenetici, oltretutto favoriti dal progressivo sollevamento del territorio.

La distribuzione areale delle forme descritte si articola secondo un reticolo principale con direzione NO - SE e secondario con direzione ortogonale al primo NE - SO. Tale andamento coincide con quello delle principali direttrici tettoniche mettendo cos  in evidenza un rapporto di prevalente dipendenza dell'evoluzione geomorfologica dalla struttura tettonica.

L'andamento altimetrico del territorio   compreso tra un massimo di 450 m s.l.m. in prossimit  di C.da Piano Milo ed un minimo di 240 m in corrispondenza di C.da Bosco di Sotto.

L'orografia del territorio in esame   tipicamente collinare a tratti pianeggiante con locali elementi di diversificazione molto evidenti e caratteristici che ne interrompono localmente la continuit .

I lineamenti territoriali descritti sono strutturalmente collegati alla litologia dei terreni affioranti ed alle vicende tettoniche dagli stessi subite.

Dal punto di vista altimetrico   possibile distinguere, nell'area oggetto di studio, un'unica zona:



Regione Siciliana – 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 collinare che da 240 m in corrispondenza di C.da Bosco di Sotto arriva a un massimo di 450 m s.l.m. in prossimità di C.da Piano Milo, caratterizzata da un andamento collinare a tratti pianeggiante, influenzato dalle caratteristiche geologico strutturali, nonché da numerosi interventi antropici che hanno modellato l'area attraverso la realizzazione di spianamenti ed opere di contenimento.

La figura di seguito proposta (Figura 3) rappresenta l'andamento altimetrico del territorio comunale suddiviso nei seguenti intervalli: 0 – 50; 50-100 m; 100-200 m; 200-600 m.

Ancora, in Figura 3, sono rappresentate le aree oggetto delle indagini eseguite (poligono colorato) le quali sono state fornite dall'Amministrazione Comunale al Dipartimento Regionale della Protezione Civile.

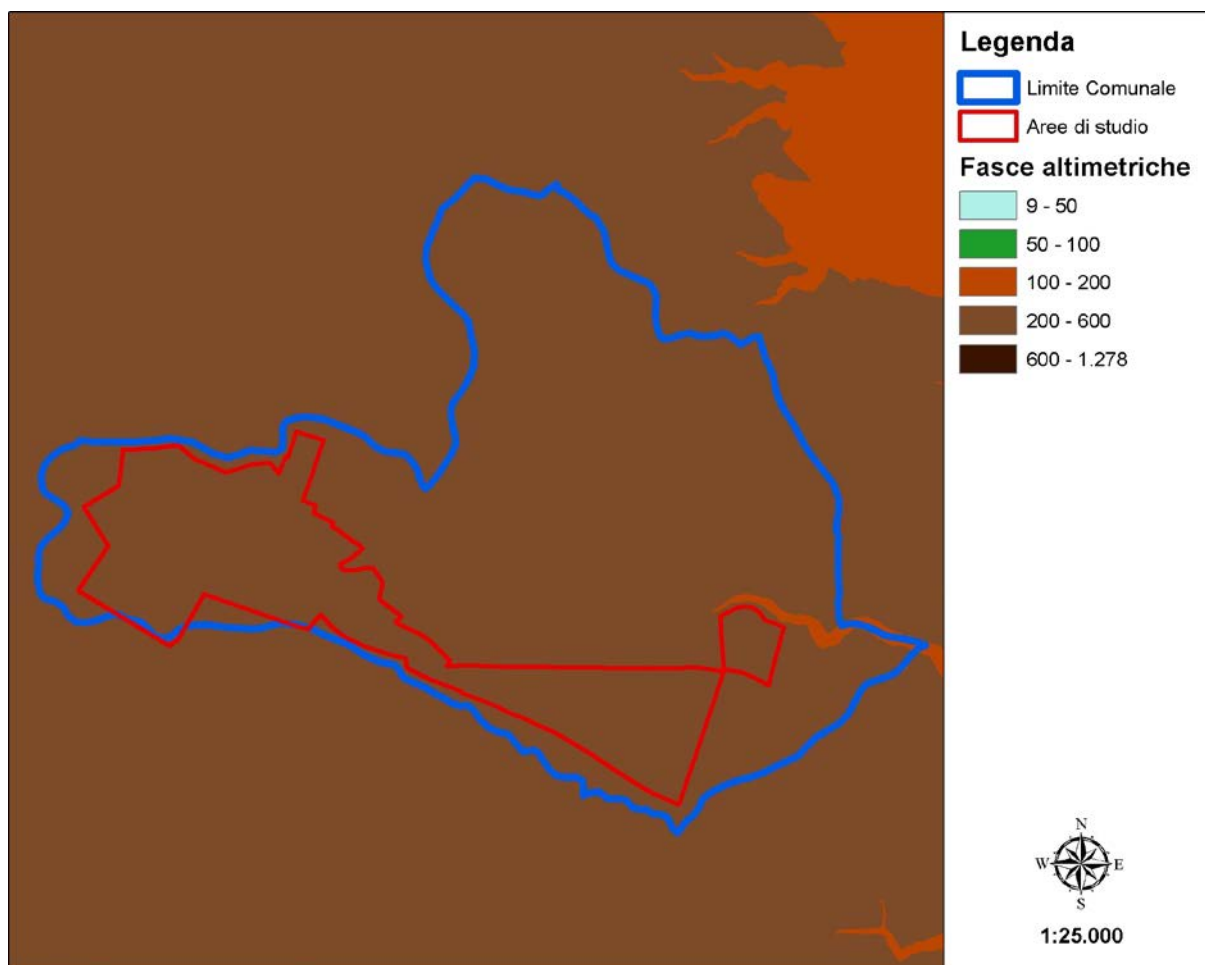


Figura 3 - Suddivisione del territorio in fasce altimetriche

4.2 Idrografia

Nel quadro morfologico dei Monti Climiti si sviluppano elementi idrografici tipici dei paesaggi carsici, localmente denominati “cave” e caratterizzati da valli fluviali profondamente incassate nelle rocce, con pareti subverticali (*canyon*) e con alternanza di gomiti e tratti rettilinei; l'alveo è generalmente confinato dalle pareti rocciose e piuttosto stretto, con depositi di fondo esigui e prevalentemente costituiti da ciottoli e massi. I corsi d'acqua tendono a scorrere per lunghi tratti in facies



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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

sotterranea, scomparendo in presenza di inghiottitoi e riemergendo in coincidenza di sorgenti d'alveo.

Tali morfologie sono generate dall'interazione dei fenomeni di sollevamento tettonico con i processi di dissoluzione carsica ed i processi di erosione fluviale.

La loro genesi ed evoluzione è dovuta sia alla giacitura suborizzontale e alla resistenza differenziale degli strati calcarei, sia al fatto che la gran parte dell'alimentazione idrica, proveniente dalle zone laterali, avviene attraverso flussi sotterranei ubicati sul fondo delle incisioni.

Complessivamente tutto il sistema idrografico superficiale risulta poco gerarchizzato e possiede i caratteri tipici di uno stadio morfodinamico giovanile tuttora in evoluzione.

In particolare il sistema idrografico che si sviluppa nel territorio di Canicattini Bagni è caratterizzato oltre che dalle principali incisioni (Cavalfano, Cava Bagni, Vallone Cugno Lupo), anche da una rete di affluenti minori che si ramificano secondo un sistema sub dendritico. I corsi d'acqua, incassati nel substrato calcareo e delimitati da pareti subverticali, sono orientati prevalentemente EO e ENE – ONO, impostandosi spesso in corrispondenza di punti di debolezza del substrato.

I deflussi superficiali lungo i talweg sono condizionati sia dall'entità dell'apporto idrico sia dall'infiltrazione nel sottosuolo determinata dalla fitta rete di fratture che interessa le formazioni carbonatiche affioranti.

Quindi il territorio è caratterizzato da un regime tipicamente torrentizio, con deflussi superficiali limitati al periodo autunnale e invernale o in corrispondenza di prolungate e intense precipitazioni.

La zona settentrionale dell'abitato è bordata dal torrente Cava Bagni e/o sue ramificazioni in cui si riscontrano terrazzamenti antropici impostati su superfici terrazzate alluvionali.

4.3 Inquadramento geologico strutturale regionale

Per una più compiuta definizione dell'assetto geologico del territorio del Comune di Canicattini Bagni si è utilmente fatto riferimento alla geologia del settore sud orientale della Sicilia nell'ambito del quale questo ricade.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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

E' stata consultata la seguente cartografia geologica:

- CARTA GEOLOGICA DELLA SICILIA SUD-ORIENTALE(1:100.000)
- CARTA GEOLOGICA DEL SETTORE NORD-ORIENTALE IBLEO (1:50.000)
- FOGLIO 274 DELLA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA (1:100.000) E LE RELATIVE NOTE ILLUSTRATIVE;
- SCHEMA GEOLOGICO DELLA SICILIA NORD ORIENTALE (1:200.000)

L'area iblea rappresenta un'area di avampaese interessata da vistose discontinuità tettoniche recenti che la delimitano sia verso O che verso E, differenziandola da tutte le altre unità strutturali dell'orogene siculo-maghrebide (CARBONE, 2011).

L'Avampaese Ibleo", che insieme alla Catena Appennino - Maghrebide e all'Avanfossa Gela - Catania rappresenta uno dei principali elementi strutturali della Sicilia orientale, appartiene al blocco Pelagiano, che si estende dalla Scarpata Ibleo - Maltese fino alla Tunisia, ed emerge proprio in corrispondenza della Sicilia sud-orientale formando quello che viene definito in letteratura geologica il Plateau ibleo che rappresenta il promontorio più settentrionale della litosfera africana.

L'Avampaese Ibleo costituisce un plateau prevalentemente carbonatico, la cui successione stratigrafica in affioramento si ha solo a partire da orizzonti del Cretaceo inferiore; mentre i livelli triassici, giurassici e in alcune zone anche cretacei sono conosciuti solo grazie ai dati di sottosuolo legati all'intensa attività di ricerca petrolifera di cui l'area è stata sede (KAFKA e KIRKBRIDE, 1959; RIGO e BARBIERI, 1959; RIGO e CORTESINI, 1961; PATACCA *et al.*, 1979).

La configurazione paleogeografica e paleotettonica dell'area iblea, già nota nella letteratura geologica all'epoca delle ricerche petrolifere (RIGO & BARBIERI, 1958; RIGO & CORTESINI, 1961), è stata perfezionata da PATACCA *et al.* (1979) per l'intervallo non affiorante triassico-cretacico, e completata da GRASSO *et al.* (1979), PEDLEY (1981), CARBONE *et al.* (1982c) e GRASSO & LENTINI (1982) per quello affiorante cretacico quaternario affiorante che è costituito da carbonati 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

piattaforma e di bacino, e da vulcaniti basiche la cui distribuzione è legata alla tettonica estensionale (PATACCA *et al.*, 1979; LENTINI *et al.*, 1987).

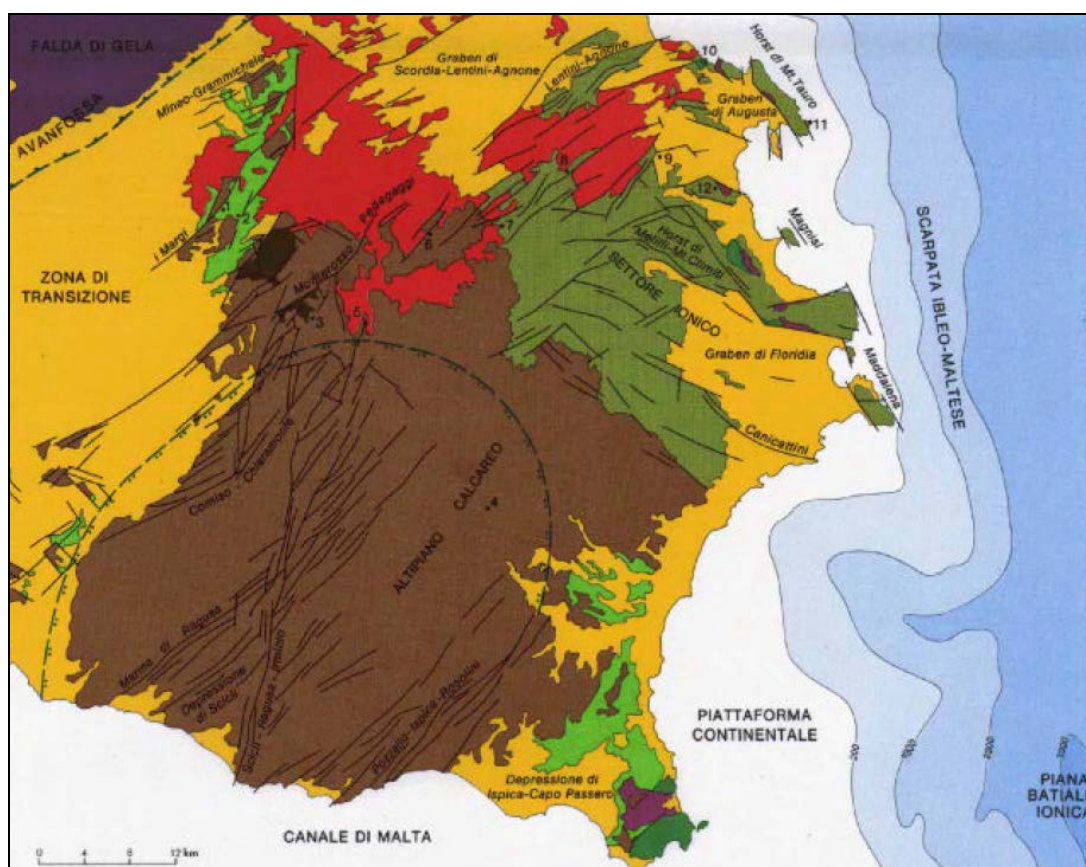


Figura 4 - Schema stratigrafico strutturale dell'Avampaese Ibleo (da Lentini *et al.*, 1984)

Infatti nell'area iblea vengono distinti due settori: quello orientale, caratterizzato da una sequenza di ambiente marino poco profondo e quello occidentale contraddistinto da sedimenti carbonatici di mare aperto.

Già nell'intervallo Trias superiore Lias medio (PATACCA *et al.*, 1979) si evidenzia la presenza di due domini contigui che persiste anche nel Terziario (GRASSO *et al.*, 1979, 1982; LENTINI & CARBONE, 1981a; CARBONE *et al.*, 1982c; GRASSO & LENTINI 1982). Il quadro paleogeografico della regione Iblea



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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

subisce un profondo cambiamento a partire dal Messiniano, quando termina il ruolo di “Alto” strutturale giocato dal Settore Orientale rispetto a quello Occidentale.

Dopo la fase di rifting hettangiana si individuano due paleo domini il primo costituisce un “alto”, il secondo un bacino profondo a forti tassi di sedimentazione (Formazione Streppenosa). Tale suddivisione si mantiene fino al Domeriano superiore quando per effetto della tettonica sinsedimentaria che progressivamente fa annegare l'alto siracusano, la sedimentazione tende ad omogeneizzarsi su tutta l'area. Alla fine del Dogger si ha la ripresa dell'attività eruttiva submarina in condizioni pelagiche, seguita da un ulteriore periodo di quiescenza che perdura sino al Cretaceo superiore, quando si sviluppano i sistemi di faglie ad andamento NE-SO e ONO-ENE, cui si associano grossi volumi di vulcaniti, soprattutto nella regione ionica.

Durante il Terziario si mantiene la persistenza dei due domini contigui quello orientale, caratterizzato da una sequenza di ambiente marino poco profondo, condizionato dallo sviluppo di prodotti vulcanici e quello occidentale contrassegnato da sedimenti carbonatici di mare aperto che includono cospicui risedimenti provenienti dalle aree orientali.

Nel settore orientale affiora una successione stratigrafica spesso lacunosa e caratterizzata da facies marine di acque basse, di età compresa tra il Cretaceo e il Miocene superiore, alla quale si intercalano due orizzonti di vulcaniti basiche.

Al di sopra dei termini cretacei si estende una copertura oligo - miocenica costituita dalla Formazione dei Monti Climiti, suddivisa nei Membri di Melilli in basso e dei Calcari di Siracusa in alto, formati rispettivamente da calcareniti pulverulente biancastre e biotiti algali con rodoliti e coralli. Si passa alla Formazione di Carlentini (Tortoniano) caratterizzata da una sequenza di vulcanoclastiti con abbondante frazione sedimentaria generatasi per esplosioni freatomagmatiche in ambiente marino di acque basse o subarea. La Formazione Carruba costituita da calcari teneri e da lumachelle inframessiniane chiude in alto la successione con significato di deposito preevaporitico.

Nel settore occidentale le facies supracretacee-mioceniche del settore centrale e occidentale del plateau ibleo consistono invece di sedimenti carbonatici di ambiente pelagico. Gli affioramenti più antichi sono dati da calcari marnosi del Cretaceo inferiore, cui seguono calcari marnosi con selce di età Cretaceo - Eocenica.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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

Seguono successioni carbonatiche di ambiente da neritico a pelagico, conosciute come Formazione Ragusa che è suddivisa in due parti: Membro Leonardo, caratterizzato da calcilutiti e marne di età Oligocenica, e Membro Irminio, costituito da calcareniti e marne di età inframiocenica. Questa Formazione passa gradualmente alle marne della Formazione Tellaro di età medio miocenica con intercalazioni calcarenitico marnose. Superiormente e lateralmente alla Formazione Tellaro si passa alle calcareniti tortoniane della Formazione Palazzolo in parte coeve alle calcareniti della Formazione dei Monti Climiti.

Il quadro paleogeografico del Messiniano inferiore è in parte ereditato dal Tortoniano (GRASSO *et al.*, 1982; CARBONE & LENTINI, 1981b). La distribuzione delle facies suggerisce che un'area emersa doveva trovarsi in corrispondenza dell'odierno tratto di costa fra Agnone e Monte Tauro e si estendeva anche verso l'attuale margine settentrionale ibleo fino all'avanfossa (LENTINI *et al.*, 1987; BUTLER *et al.*, 1997)

Nel Messiniano superiore il generale abbassamento del livello marino ha determinato l'emersione di quella parte del plateau occupata da sedimenti lagunari e/o di transizione (Formazione Monte Carrubba) mentre nelle aree sommerse inizia la deposizione delle evaporiti. Con la suddetta emersione si modifica profondamente il quadro paleogeografico e termina la configurazione area orientale area occidentale, che si era protratta per tutto l'intervallo creataceo miocene.

Dalla distribuzione dei depositi del Pliocene inferiore prevalentemente trubi e talora breccie o calcareniti, si deduce che dopo l'emersione messiniana si è avuta una moderata ingressione marina che non ha modificato sostanzialmente la distribuzione delle aree emerse. I sedimenti pliocenici sono distribuiti in maniera discontinua lungo i bordi dell'altopiano ibleo.

I depositi quaternari appartengono a due principali cicli sedimentari di età infra e medio pleistocenica. I terreni del pleistocene inferiore formano una cintura continua attorno all'altopiano calcareo raggiungendo spessori notevoli lungo i bordi settentrionale e occidentale. I litotipi sono dati da biocalcareni tenere giallastre discordanti sul substrato miocenico o sulle vulcaniti plioceniche. Le calcareniti passano verso l'alto e lateralmente ad argille grigio azzurre raggiungendo spessori considerevoli in corrispondenza di strutture più depresse. Il secondo ciclo 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

rappresentato dalla cosiddetta panchina crotoniana che ricopre in discordanza termini di varia età. Sul bordo occidentale ibleo lungo l'estesa piana tra Caltagirone e Vittoria la sedimentazione infrapleistocenica è chiusa da una potente serie sabbiosa regressiva che ricopre e sutura la Falda di Gela.

Nell'area iblea a tutte le fasi tettoniche più incisive sono associate manifestazioni basaltiche e rapidi cambiamenti del regime sedimentario.

Una copiosa letteratura geologica ha cercato di chiarire i rapporti di giacitura tra sedimenti e le vulcaniti giungendo così ad individuare i vari complessi eruttivi mediante la datazione delle formazioni sedimentarie ad essi associate (DI GRANDE, 1967, 1968, 1972; GRASSO *et al.*, 1981; PEDLEY, 1981; COSTA *et al.*, 1993).

Un primo ciclo eruttivo di età supramiocenica caratterizza la porzione di territorio compresa tra Melilli, Sortino e Carlentini. Si tratta di prodotti vulcanoclastici appartenenti alla Formazione Carlentini stratigraficamente compresi tra i sedimenti calcarei di età Miocene inferiore (Formazione Monti Climiti) ed l'alternanza calcareo marnosa del Messiniano (Formazione Monte Carruba).

Un secondo ciclo eruttivo del Pliocene inferiore e medio, i cui prodotti giacciono al di sotto delle Calcareniti del Pliocene superiore, è stato riconosciuto nell'area Buccheri- Vizzini - Militello.

Un terzo ciclo eruttivo plio-pleistocenico, costituito da lave e prodotti vulcanoclastici, è infine compreso tra i sedimenti calcareo-marnosi (Trubi) pliocenici o, in loro assenza, tra i sedimenti miocenici in genere e le calcareniti del Calabriano con le quali spesso si trova in rapporti di eteropia.

Rivestono un'importanza secondaria, data la limitatezza degli affioramenti, i prodotti di un ultimo ciclo eruttivo indicati come Vulcaniti superiori e successivamente come Vulcaniti pleistoceniche che si sovrappongono alle calcareniti del Calabriano.

Regione Siciliana – Presidenza
 Dipartimento della Protezione
 Civile

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

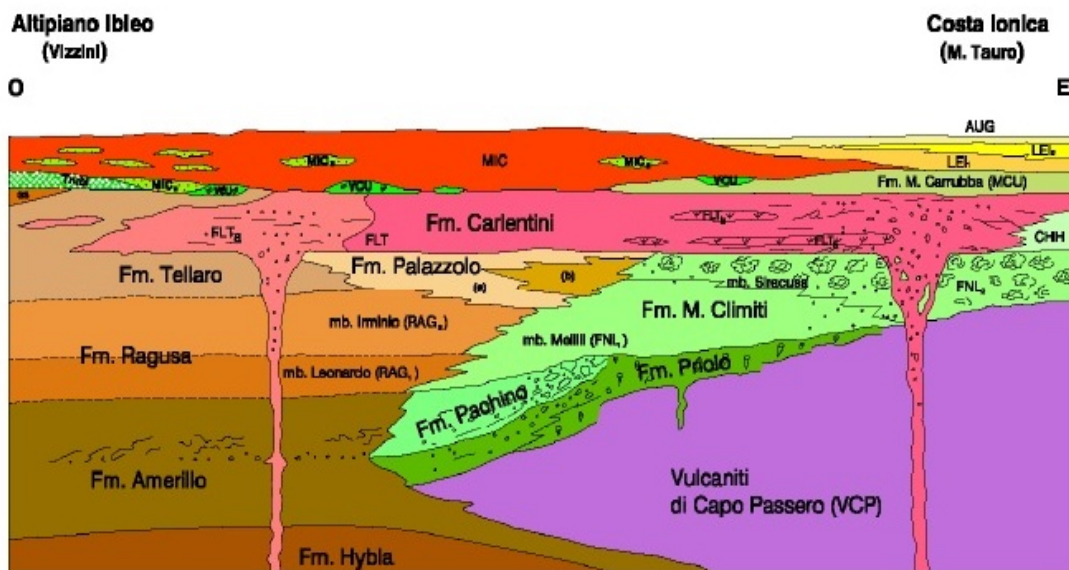


Figura 5 – Schema della distribuzione delle facies cretacicico quaternarie attraverso il Plateau Ibleo dal Settore ionico all'Altopiano calcareo s.s. (da Carbone et al., 1986, modificato)

I Monti Iblei formano un horst allungato in senso NE-SO controllato da prevalenti lineamenti tettonici estensionali. Tra il bordo occidentale del Plateau Ibleo e il fronte sepolto della Falda di Gela si colloca l'Avanfossa Catania Gela, in gran parte occupata da sedimenti plio-pleistocenici, ed estesa dal Golfo di Catania all'offshore di Gela. A largo della costa orientale il plateau è troncato dal sistema della scarpata ibleo maltese che separa la sottile fascia di piattaforma continentale e il Canale di Sicilia dalla Piana batiale ionica.

Il plateau si compone di due elementi morfo strutturali l'Altipiano calcareo s.s. o ragusano e il settore ionico o siracusano. (CARBONE *et al.*, 1982c) separati trasversalmente dalla linea del Tellaro con cinematica transtensiva sinistra (CATALANO *et al.*, 2008a).

L'altopiano ragusano, la parte più elevata del tavolato calcareo, è delimitata dai sistemi di Comiso - Chiaramonte ad O, e di Pozzallo – Ispica - Rosolini ad E (LENTINI *et al.*, 1984); nella sua parte mediana è attraversato dalla zona di taglio destro pleistocenica N10 Scicli Ragusa Iriminio (GHISSETTI & VEZZANI, 1980). Ad



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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

eccezione delle sue aree periferiche nel suo insieme l'altopiano calcareo non è mai stato ricoperto da sedimenti quaternari e l'assenza di evaporiti messiniane è connessa ad un'emersione post Messiniano inferiore (GRASSO & LENTINI,1982).

Il settore siracusano dell'altopiano fino al Pliocene ha seguito la stessa evoluzione tettono sedimentaria e modificazioni dell'altopiano ragusano, distaccandosene nettamente nel Plio-Pleistocene. In questo settore mancano infatti i depositi pliocenici e quelli quaternari tendono a colmare delle depressioni strutturali ricoperti solo a tratti dai livelli apicali della successione quaternaria. L'altopiano siracusano è disseccato da due principali depressioni controllate da faglie normali: il Graben di Augusta, collocato sulla terminazione settentrionale dei Monti Climiti e delimitato verso mare dalle penisole di Monte Tauro e di Magnisi, e il Graben dell'Anapo posto tra i Monti Climiti orientali e i promontori di Belvedere e della Penisola della Maddalena.

La porzione nord-orientale dei Monti Iblei è costituita dai Monti Climiti che si sviluppano parallelamente alla costa da Melilli fino a Siracusa. In particolare, in questa fascia di territorio si possono distinguere due zone strutturalmente distinte: l'Horst dei Monti Climiti e il bacino costiero orientale tra Augusta e Priolo.

L'Horst dei Monti Climiti, rialzato per effetto di due importanti sistemi di faglie a direzione NO-SE e NE-SO, è caratterizzato dalla presenza della successione carbonatica "Formazione dei Monti Climiti".

Il bacino costiero orientale di Augusta- Priolo, presenta un andamento morfologico suborizzontale, con debole pendenza verso il mare Ionio. Quest'area corrisponde ad un ampio graben formatosi tra la fine del Pliocene e l'inizio del Pleistocene inferiore-medio, delimitato ad O dall' Horst dei Monti Climiti, ad E dagli Horst di Monte Tauro e di Magnisi ed a S dall'Horst di Santa Panagia. In particolare all'interno di questo lungo graben si possono individuare due strutture minori denominate Horst di Petrarò e Horst di Costa Gigia; esse determinano un'ulteriore suddivisione strutturale in Graben di Augusta, Graben del Fiume Marcellino e Graben di Priolo. Durante il Pleistocene, nelle depressioni di quest'ultimo settore Graben di Priolo), si sono depositati sedimenti carbonatici, sabbiosi e argillosi, legati ad un'estesa fase trasgressiva.



Regione Siciliana – 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

I lineamenti geologici dell'area in studio riflettono quelli della fascia orientale dell'altopiano ibleo, caratterizzata in prevalenza da una successione carbonatica che abbraccia con relativa continuità un intervallo cronologico compreso tra il Cretaceo e il Quaternario.

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

La successione litostratigrafica affiorante è costituita da terreni di natura sedimentaria di età compresa tra il Miocene ed il Quaternario.

4.5 Stratigrafia dell'area esaminata

Nel dettaglio la successione stratigrafica è costituita:

Materiale di riporto

Detrito di falda

Depositi alluvionali attuali e recenti (Olocene)

Depositi alluvionali terrazzati (Olocene)

Calcari brecciati (Miocene medio superiore)

Calcareniti e calciruditi (Miocene medio superiore)

Formazione Palazzolo (Miocene inferiore medio):

Calcareniti bianco giallastre

Formazione dei Monti Climiti (Miocene inferiore medio):

Membro dei Calcari di Siracusa - Calcareniti e calciruditi algali

Membro di Melilli - Calcareniti biancastre

Inoltre sono stati evidenziati i seguenti elementi:

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



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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

Materiale di riporto

Si tratta di accumuli di materiali grossolani costituiti in prevalenza da pezzame litoide e subordinatamente da materiali a pezzatura media e fine incoerenti o semicoerenti con abbondante matrice di natura ghiaioso sabbiosa limosa.

Le caratteristiche di compressibilità sono variabili da luogo a luogo così come i meccanismi di permeazione e circolazione idrica che risultano abbastanza irregolari e discontinui.

Costituiscono spesso i termini di appoggio di alcuni edifici costruiti in epoca passata. Si rinvencono soprattutto nelle aree a maggiore acclività dove per ovviare ai dislivelli imposti dalla morfologia era uso ricolmare con materiale di riporto, al fine di procedere al livellamento del piano di calpestio dei fabbricati da costruire.

La loro potenza è variabile risultando massima nelle zone a forte pendenza, dove si raggiungono spessori dell'ordine di 4 metri circa.

Detrito di falda

Depositi incoerenti e caotici, eterometrici, posti ai piedi dei rilievi più acclivi, costituiti da blocchi anche di grosse dimensioni e ciottoli a composizione prevalentemente calcarea, in scarsa matrice sabbioso ghiaiosa.

Rappresentano dei depositi di accumulo gravitativo e si riscontrano lungo i versanti al piede delle pareti maggiormente dislocate ed allentate.

Depositi alluvionali attuali e recenti (Olocene)

Depositi incoerenti, costituiti da ciottoli eterometrici arrotondati di natura carbonatica, subordinatamente da limi e sabbie. Si trovano nei fondovalle delle incisioni che solcano il territorio esaminato. Presentano giacitura spesso lentiforme e spessore variabile a causa delle non uniformi modalità di deposizione.

Depositi alluvionali terrazzati (Olocene)

Si tratta di depositi incoerenti, costituiti da ciottoli e ghiaie, generalmente arrotondate, di dimensioni da centimetriche a decimetriche, con matrice sabbioso argillosa.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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

Sono presenti in un'ampia fascia a N di Cava Bagni e si ritrovano in due ordini di terrazzi disposti a quote differenti.

Calcarei brecciati (Miocene medio superiore)

Sono costituiti da elementi calcarei con interspazi riempiti da materiale argilloso sabbioso di colore rossastro. L'aspetto è quello di una facies brecciata mediamente cementata, costituita da frammenti prevalentemente spigolosi di dimensioni centimetriche.

I piani di fratturazione favoriscono la penetrazione e la circolazione delle acque meteoriche che accentuano la tessitura brecciata, conferendo alla roccia un tipico aspetto cariato.

Nel territorio affiorano poco estesamente nel settore occidentale.

Calcareniti e calciruditi (Miocene medio superiore)

Litologicamente sono costituite da calcareniti e calciruditi organogene, ben cementate e compatte, in strati di spessore da 0,5 a 1 metro, separati da sottili livelli marnosi. Si presentano di colore bianco grigiastro all'alterazione superficiale e bianco crema al taglio fresco. Mostrano una giacitura degli strati concordante con quella della formazione sottostante.

Affiorano a N di C.da Bagni, in C.da Bosco di Sotto e a NO dell'abitato, con uno spessore massimo che non supera i 50 m.

Formazione Palazzolo (Miocene inferiore medio)

Calcareniti bianco giallastre

Si tratta di una successione di calcareniti e calciruditi organogene con una certa variabilità granulometrica. Si presentano di colore grigio chiaro per alterazione superficiale, bianco giallastro al taglio fresco. La stratificazione è in genere a banchi che possono raggiungere potenze notevoli, spesso però si tratta di un insieme di strati unificati all'esterno da rideposizione carbonatica secondaria che conferisce alla roccia un aspetto massivo.

Affiorano nel settore occidentale (C.da Cardinale).



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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

Formazione dei Monti Climiti (Miocene inferiore medio)

Questa formazione rappresenta una facies marina di acque basse poggianti sulle vulcaniti cretacee.

Dal punto di vista litologico è rappresentata da termini carbonatici grossolani, a notevole componente organogena, tipici di un ambiente di scogliera.

La Formazione è stata suddivisa in due Membri parzialmente eteropici tra loro: Membro di Melilli in basso, e Membro dei Calcari di Siracusa in alto.

Membro dei Calcari di Siracusa

Si tratta di una successione di banchi e strati di calcari, separati da sottili partimenti più teneri. Nell'ambito dei singoli banchi è presente una sottile laminazione centimetrica localmente evidenziata dall'erosione selettiva.

Presentano una certa variabilità granulometrica con passaggi da calcareniti a calciruditi algali. Si riscontra una macrofauna costituita da gusci di bivalvi e gasteropodi.

Di colore bianco grigiastro si presentano irregolarmente stratificati e spesso notevolmente carsificati. Nella parte superficiale fino a qualche metro di profondità presentano una fratturazione da moderata a diffusa.

Stratigraficamente risultano in continuità di sedimentazione con le calcareniti sottostanti mostrando entrambi un rapporto di eteropia con le calcareniti della Formazione Palazzolo.

Rappresentano i litotipi più diffusi nell'area con spessore di circa 40 metri.

Membro di Melilli

Litologicamente sono costituite da calcareniti e calciruditi marnose a tratti friabili in strati di spessore 1,5 – 2 metri, interrotti dalla presenza di livelli marnosi più teneri in spessore decimetrico. La giacitura degli strati è sub orizzontale o lievemente inclinata.

Affiorano lungo le principali incisioni e precisamente nella parte centrale lungo le cave che da C.da Alfano confluiscono verso E nella Cava Bagni e lungo il Vallone Cugno Lupo che delimita a S il territorio comunale. Lo spessore è di circa 25 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

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 e dall'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 geomorfologica agli agenti morfoevolutivi.

La morfologia generale del territorio rispecchia l'andamento tipico dell'altipiano ibleo con superfici tabulari profondamente incise dal reticolo idrografico. E' caratterizzata da un andamento regolare, fortemente condizionato da una notevole uniformità litologica, in cui sono presenti profonde valli fluviali impostate prevalentemente in corrispondenza di linee di debolezza tettonica, in cui si ha accumulo di depositi alluvionali.

Un altro elemento che caratterizza la morfologia del territorio è la presenza di fenomeni carsici che si manifestano attraverso un insieme di cavità aventi forme e dimensioni diverse e distribuite in modo non uniforme.

Si riscontra sia un'erosione diffusa che si esplica principalmente in corrispondenza degli interfluvii, interessando la parte più superficiale del suolo e causandone talvolta la parziale asportazione, sia un'erosione lineare che si manifesta quando sottili correnti idriche finiscono per concentrarsi e canalizzarsi entro le incisioni già esistenti, provocando in occasioni di intense precipitazioni fenomeni di sottoescavazione del letto dei talweg e generando un progressivo



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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

approfondimento. Le evidenze mostrano come l'erosione idrometeorica è spesso abbinata ai processi di dissoluzione delle rocce carbonatiche affioranti. Sono presenti infatti forme carsiche epigee minori che costituiscono il processo di dissoluzione avvenuto nella roccia nuda ed altre che si sono formate invece al di sotto di una copertura parziale o totale di suolo con vegetazione.

Le pareti delle cave localmente sono interessate da ingrottati naturali e da forme di dissoluzione carsica di minore entità.

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

Mediante la classificazione e la ridisposizione di tali dati è stato realizzato un modello territoriale quantitativo (Figura 6) 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 revisione del PRG, PAI);
2. Acquisizione dei dati coerenti con gli standard ICMS;
3. Elaborazione numerica e digitale per l'individuazione e classificazione di:
 - a. Scarpate morfologiche tra 10 e 20 m e superiori ai 20 m
 - b. Creste
 - c. Picchi isolati
 - d. Orlo di terrazzi fluviali tra 10 e 20 m e superiori ai 20 m
 - e. Perimetrazione dei dissesti;
4. Classificazione e popolamento degli elementi individuati secondo gli standard 2.0_Betall.

Di seguito viene restituito il risultato sotto forma di elaborato cartografico (Figura 6) e di tabelle riepilogative quantitative degli elementi geomorfologici individuati (Tabella 1, Tabella 2).

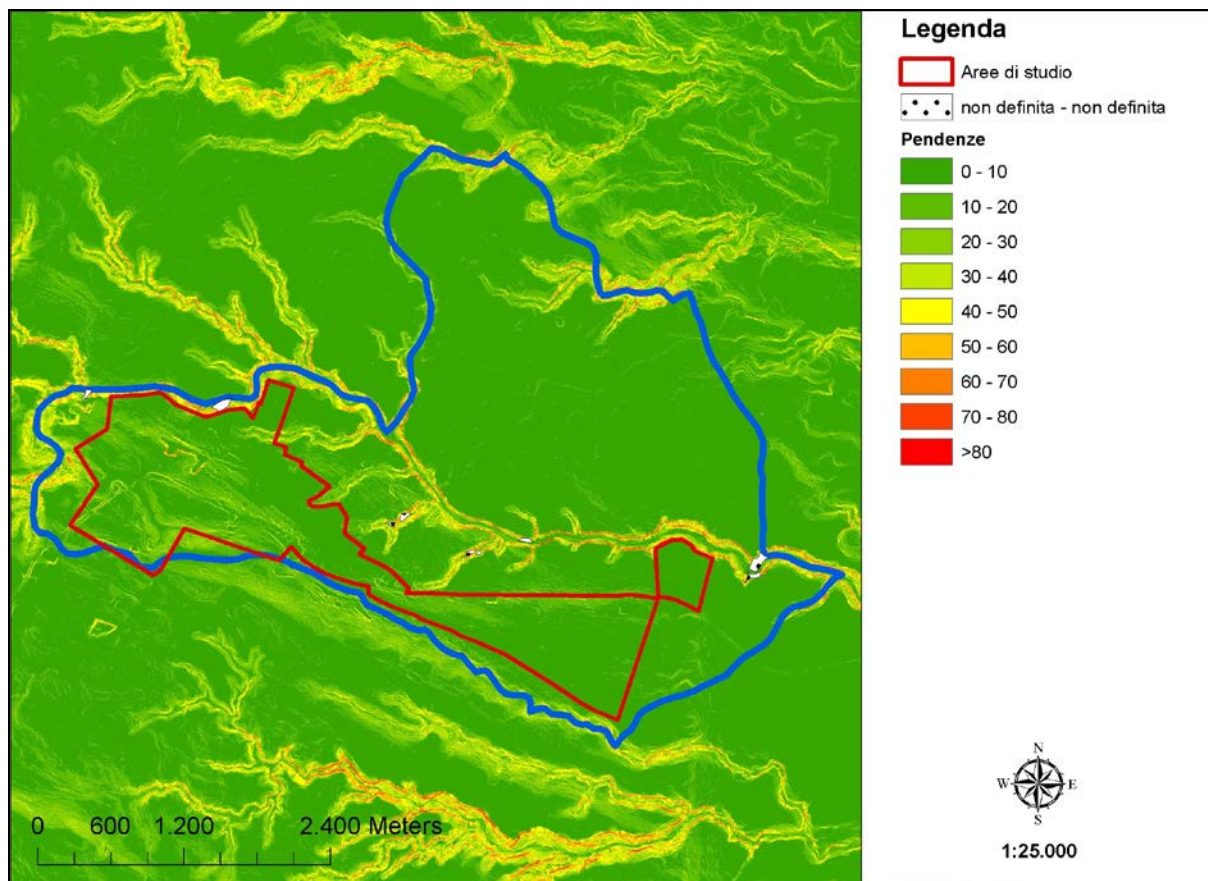


Figura 6 – Carta delle pendenze e dei dissesti geomorfologici

Descrizione	Numero
Orlo di terrazzo fluviale (>20m)	16

Tabella 1 - Trasposizione analitica degli elementi geomorfologici individuati

Per la selezione areale di Canicattini Bagni, qui in esame, sono stati censiti 9 dissesti, la tipologia del dissesto e lo stato di attività non sono conosciuti. La tabella seguente (Tabella 2) espone i dati raccolti raggruppati per tipologia di dissesto.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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

Tipo dissesto	N° totale	Superficie Totale (mq)
Non definito	9	12622

Tabella 2 - Trasposizione analitica delle aree in dissesto individuate (PRG).

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

4.7 Classificazione litologica dei terreni affioranti

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

- Substrato geologico
- Terreni di copertura

Nelle figure di seguito proposte (tratte da Microzonazione Sismica – standard di rappresentazione e archiviazione informatica, Figura 7, Figura 8) sono riportate tutte le sottocategorie, definite negli ICMS, in cui sia il substrato geologico rigido e non rigido sia i terreni di copertura sono ulteriormente suddivisi in funzione delle loro essenziali caratteristiche geomeccaniche e geotecniche.

Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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

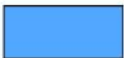
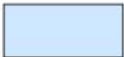
Substrato geologico rigido o non rigido		
	LP	Lapideo
	GR	Granulare cementato
	CO	Coesivo sovraconsolidato
	AL	Alternanza di litotipi
	NR	Substrato geologico non rigido
	SF	Substrato geologico rigido molto fratturato
	LPS	Lapideo, stratificato
	GRS	Granulare cementato, stratificato
	COS	Coesivo sovraconsolidato,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

Figura 7 – Legenda della carta geologico tecnica della microzonazione sismica: substrato rigido o non rigido

Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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

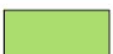
Terreni di copertura		
	RI	Terreni contenenti resti di attività antropica
	GW	Ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbie
	GP	Ghiaie pulite con granulometria poco assortita, miscela di ghiaia e sabbia
	GM	Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo
	GC	Ghiaie argillose, 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 8 - Legenda della carta geologico tecnica della microzonazione sismica: terreni di copertura

Secondo tali indicazioni i terreni riconosciuti nel comprensorio comunale di Canicattini Bagni sono stati classificati nel modo seguente:

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

Formazione Palazzolo (Miocene inferiore medio)

Calcareniti bianco giallastre - calcareniti e calciruditi organogene con una certa variabilità granulometrica. La stratificazione è in genere a banchi che possono raggiungere potenze notevoli, spesso però si tratta di un insieme di strati unificati all'esterno da rideposizione carbonatica secondaria che conferisce alla roccia un aspetto massivo.



Regione Siciliana – 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 “Granulare cementato” (GR) - sono state ascritte a tale classe le seguenti Unità di cui si riporta in sintesi una breve descrizione:

Calcarì brecciati (Miocene medio superiore) - elementi calcarei con interspazi riempiti da materiali argilloso sabbioso di colore rossastro. L'aspetto è quello di una facies brecciata mediamente cementata, costituita da frammenti prevalentemente spigolosi di dimensioni centimetriche.

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

Calcareniti superiori (Miocene medio superiore) - calcareniti e calciruditi organogene, ben cementate e compatte in strati di spessore da 0,5 a 1 metro, separati da sottili livelli marnosi. Si presentano di colore bianco grigiastro all'alterazione superficiale e bianco crema al taglio fresco;

Formazione dei Monti Climiti (Miocenemedio inferiore):

Membro dei Calcarì di Siracusa - successione di banchi e strati di calcari, separati da sottili partimenti più teneri. Presentano una certa variabilità granulometrica con passaggi da calcareniti a calciruditi algali. Si riscontra una macrofauna costituita da gusci di bivalvi e gasteropodi. Nella parte superficiale fino a qualche metro di profondità presentano una fratturazione da moderata a diffusa;

Membro di Melilli - calcareniti e calciruditi marnose a tratti friabili in strati di spessore 1,5 – 2 metri, interrotti dalla presenza di livelli marnosi più teneri in spessore decimetrico.

D) Terreni di copertura classificati come “Ghiaie limose, miscela di ghiaia sabbia e limo” (GM) sono state ascritte a tale classe le seguenti Unità di cui si riporta in sintesi una breve descrizione:

Depositi alluvionali attuali e recenti (Olocene) - depositi incoerenti, costituiti da ciottoli eterometrici carbonatici, subordinatamente da limi e sabbie.

Presentano giacitura spesso lentiforme e spessore variabile a causa delle non uniformi modalità di deposizione.

D) Terreni di copertura classificati come “Ghiaie argillose, miscela di ghiaia sabbia e argilla” (GC) sono state ascritte a tale classe le seguenti Unità di cui si riporta in sintesi una breve descrizione:

Depositi alluvionali terrazzati (Olocene) - depositi incoerenti, costituiti da ciottoli e ghiaie, di dimensioni da centimetriche a decimetriche, con matrice sabbioso argillosa.

La precedente classificazione è compendata nella seguente tabella e restituita nell'allegata Carta geologico-tecnica (Figura 9).

Categorie	Sottocategorie	Litotipi
Substrato rigido o non rigido	Substrato Lapideo (LP)	Formazione Palazzolo (Miocene inferiore medio) - Calcareni bianco giallastre
	Substrato “Granulare cementato” (GR)	Calcari brecciati (Miocene medio superiore)
	Substrato Lapideo stratificato (LPS)	Calcareni superiori (Miocene medio superiore)
		Formazione dei Monti Climiti (Miocene inferiore medio) - Membro dei Calcari di Siracusa - calciruditi e calcareniti
		Formazione dei Monti Climiti (Miocene inferiore medio) – Membro di Melilli - calcareniti e calciruditi marnose
Terreni di copertura	Ghiaie limose, miscela di ghiaia sabbia e limo” (GM)	Depositi alluvionali attuali e recenti
Terreni di copertura	Ghiaie argillose, miscela di ghiaia sabbia e argilla” (GC)	Depositi alluvionali terrazzati

Tabella 3 - Compendio della classificazione litologica

Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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

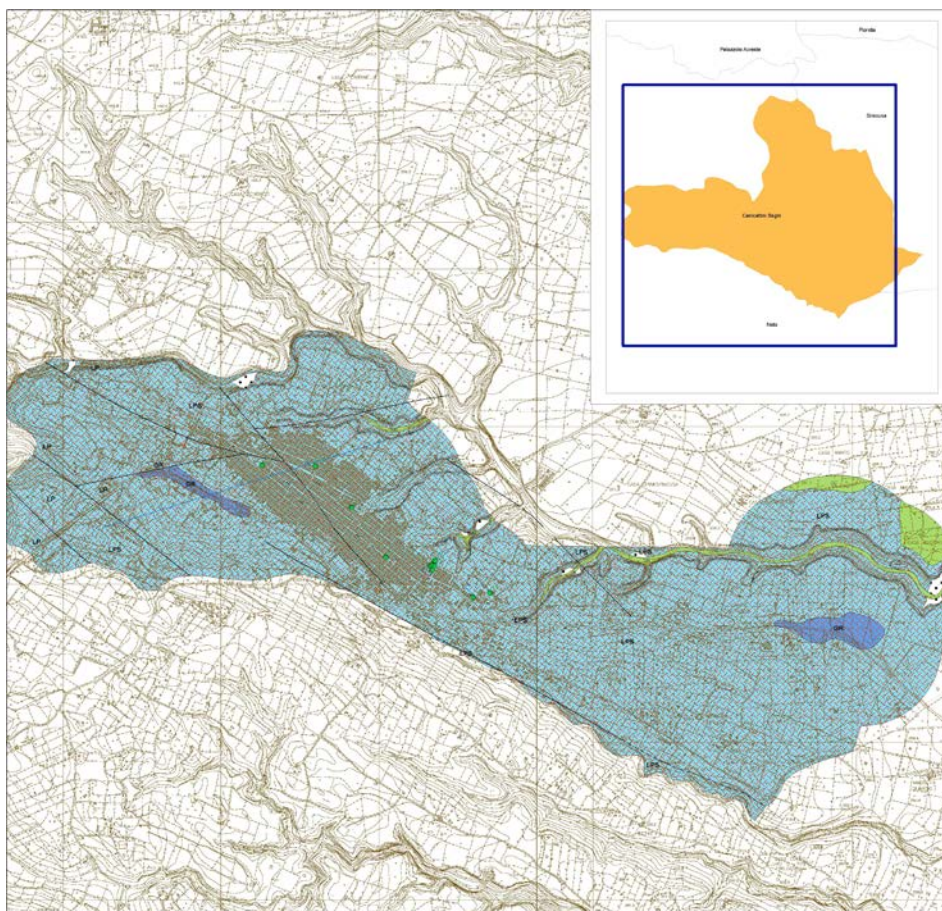


Figura 9 - Carta geologico tecnica



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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

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

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

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

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

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

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

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



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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

5.1 Sismicità storica della Sicilia orientale e Calabria meridionale

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

CFTI04MED (GUIDOBONI *et al.*, 2007);
DBMI11 (LOCATI *et al.* 2011);
CPTI11 (ROVIDA *et al.* 2011).

Nelle Figure 10 e 11, estratte dal CPTI11, è mostrata la distribuzione degli epicentri dei terremoti avvenuti nell'area considerata nell'intervallo temporale 1000 - 1899 (Figura 10) e 1900 - 2006 (Figura 11) con un'indicazione della classe di magnitudo M_w (Magnitudo momento).

In Figura 12 sono riportate le massime intensità risentite per ogni località della Sicilia orientale e della Calabria meridionale estratte dal catalogo DBMI11 che contiene 86071 MDP (Macroseismic Data Points) relativi a 1684 terremoti avvenuti dopo il 1000.

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

Regione Siciliana – Presidenza
 Dipartimento della Protezione
 Civile

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

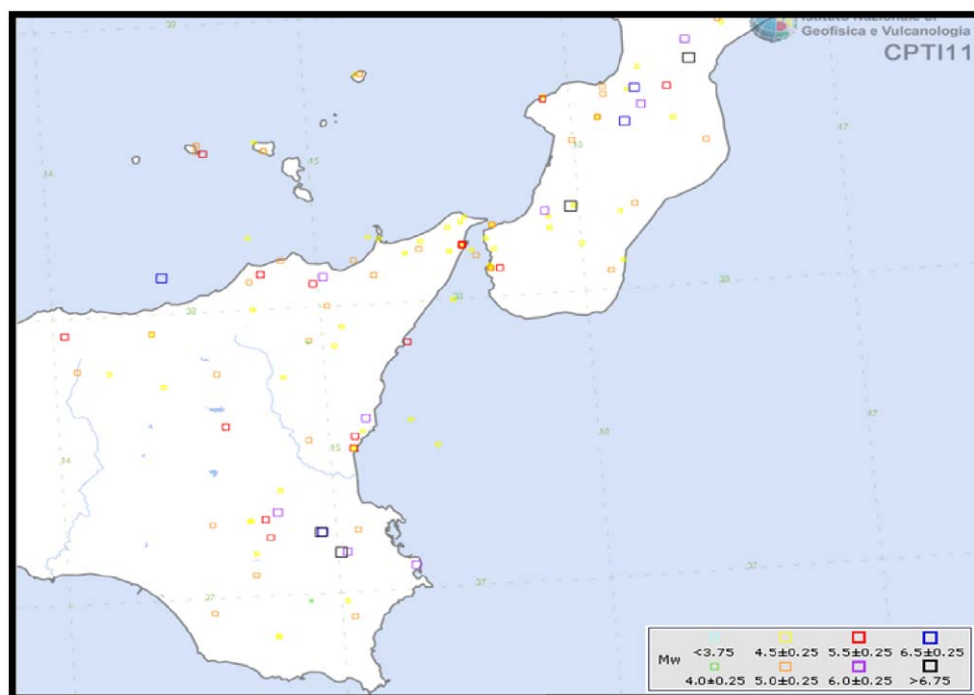


Figura 10 - Distribuzione degli epicentri dei terremoti della Sicilia orientale e della Calabria meridionale nell'intervallo temporale 1000-1899 (CPTI11, Rovida *et al.*, 2011)

Regione Siciliana – Presidenza
 Dipartimento della Protezione
 Civile

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

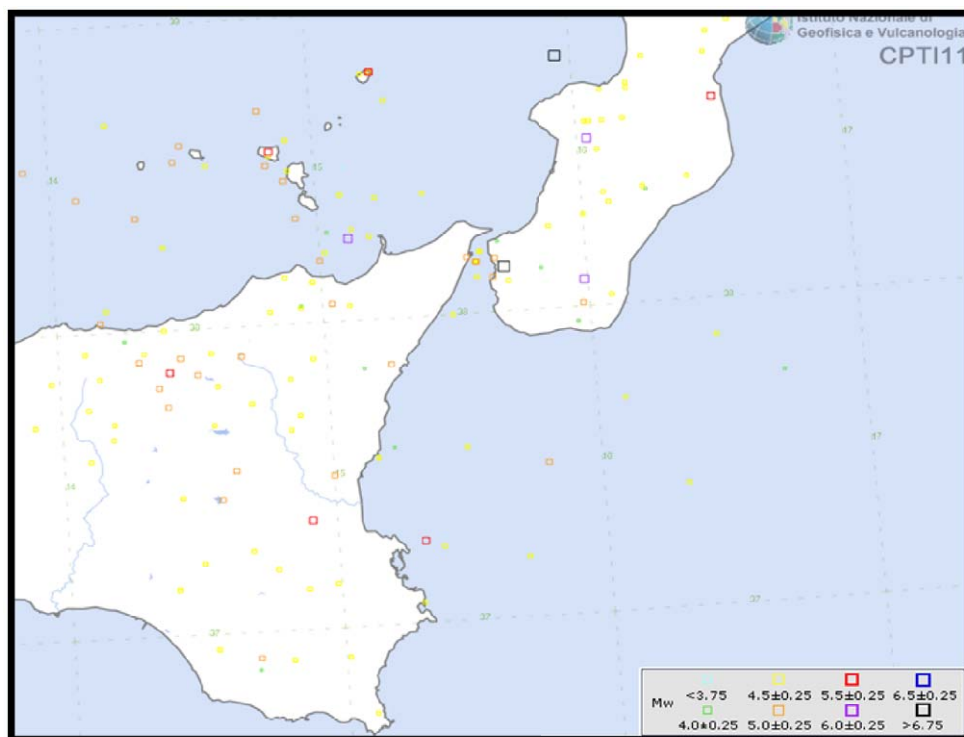


Figura 11 - Distribuzione degli epicentri dei terremoti della Sicilia orientale e della Calabria meridionale nell'intervallo temporale 1900-2006 (CPTI11, Rovida *et al.*, 2011)

Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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

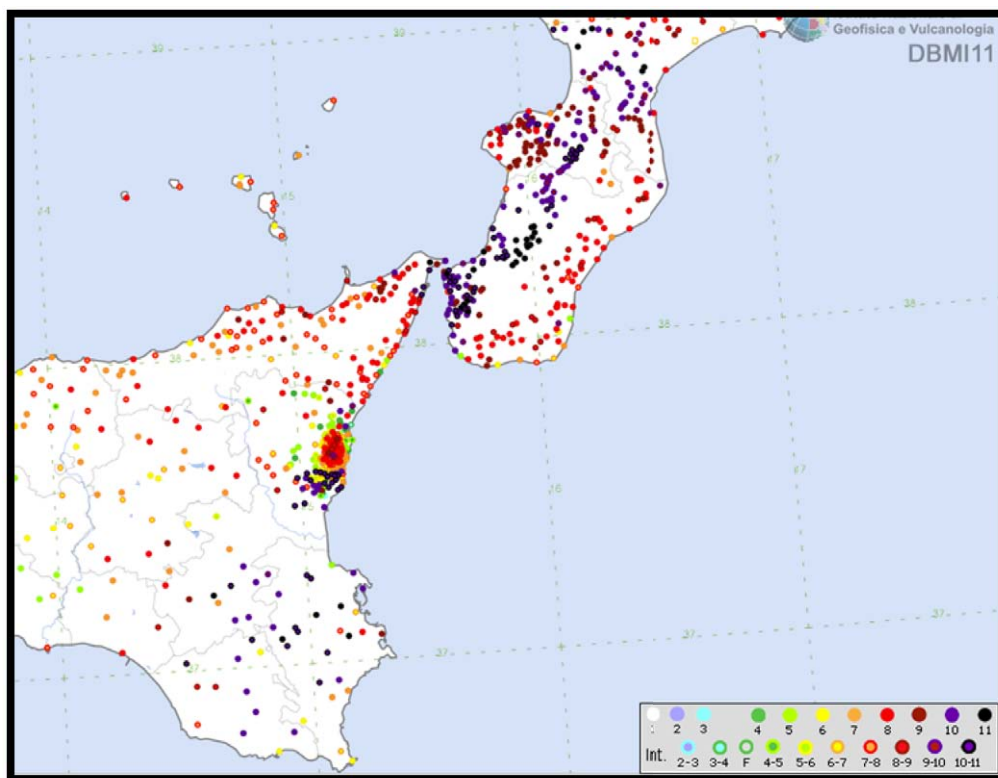


Figura 12 - Massime intensità risentite per ogni località della Sicilia orientale e della Calabria meridionale (DBMI11, Locati *et al.*, 2011)

Dei numerosi terremoti che hanno colpito la Sicilia orientale prima del XVI secolo, si hanno informazioni lacunose ed insufficienti alla ricostruzione del campo macrosismico e degli effetti del sisma sull'ambiente. Dal catalogo CFTI04MED si sono considerati gli eventi sismici storici sotto descritti, ricostruiti dalle fonti con sufficiente attendibilità, ritenuti rappresentativi dello stile sismico dell'area in studio.

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



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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

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

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

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

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



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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

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

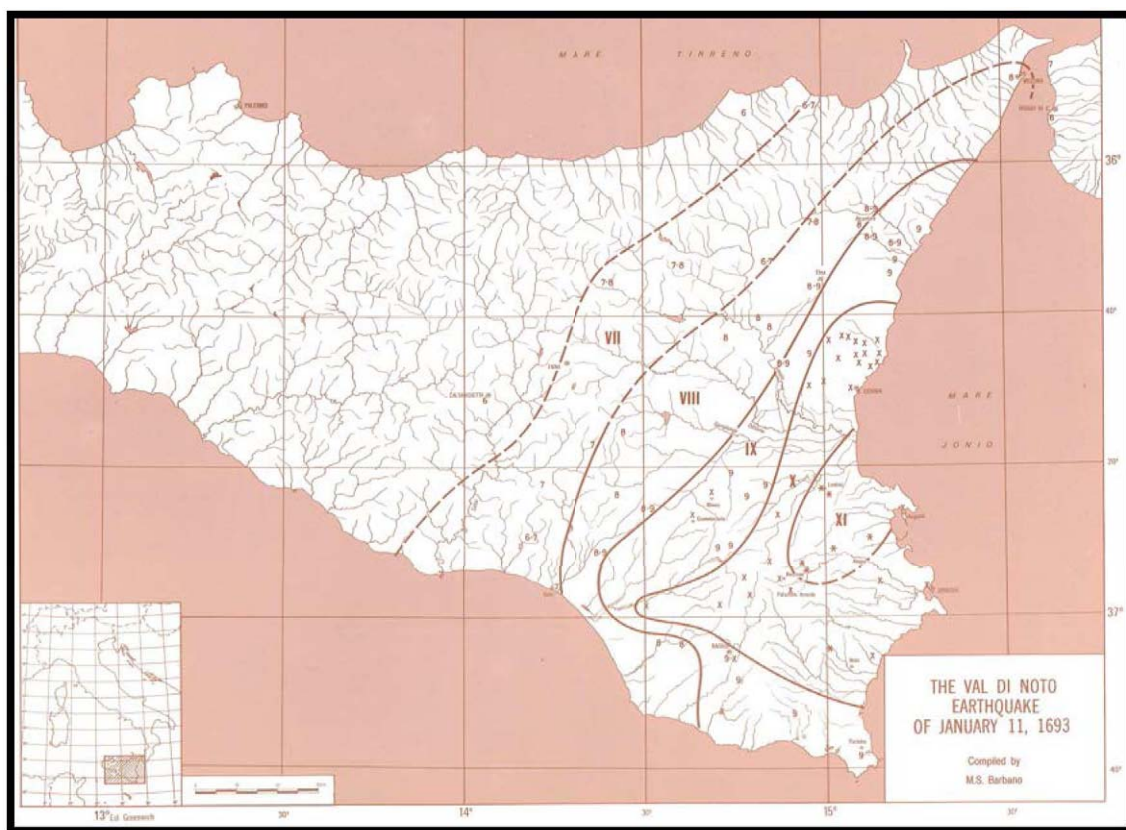


Figura 13 - Campo macrosismico del terremoto del 11/01/1693 (C.N.R., P. F. G. - Postpischl editor, Atlas of Isoleismal maps of Italian Earthquakes, Bologna 1985)



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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

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

Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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

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

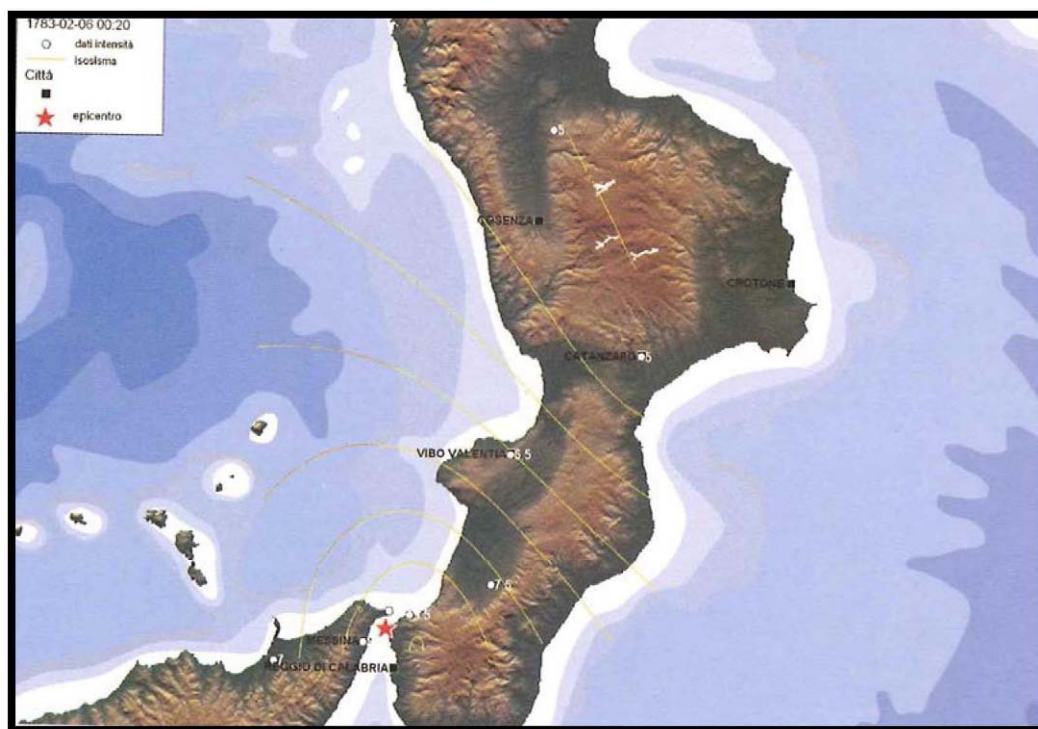


Figura 14 - Campo macrosismico del terremoto del 06/02/1783 (Tiberti *et al.*, 2006)

Regione Siciliana – Presidenza
 Dipartimento della Protezione
 Civile

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



Figura 15 - Campo macrosismico del terremoto del 07/02/1783 (Tiberti *et al.*, 2006)

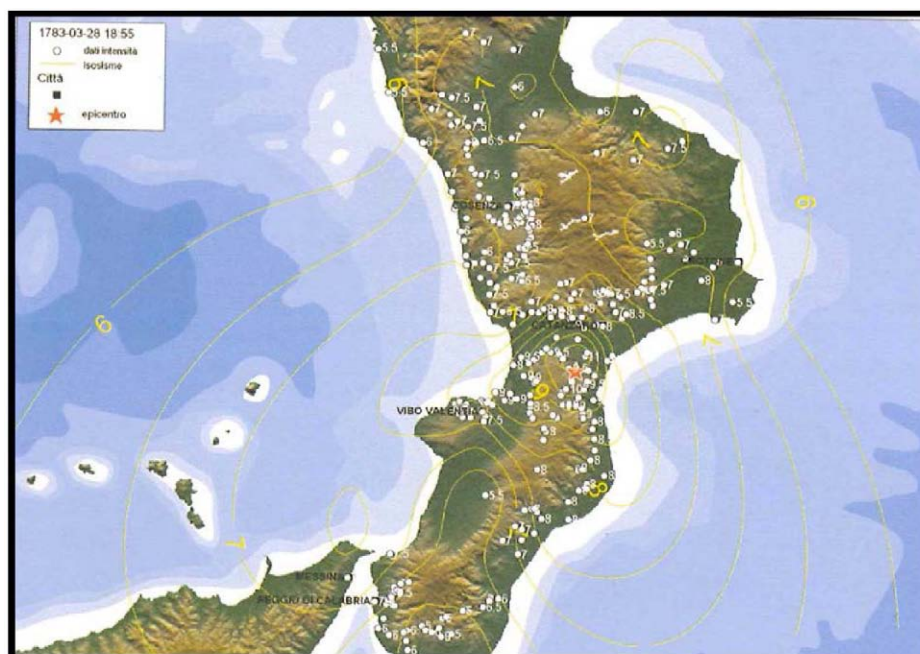


Figura 16 - Campo macrosismico del terremoto del 28/03/1783 (Tiberti *et al.*, 2006)



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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

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

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

Regione Siciliana – Presidenza
 Dipartimento della Protezione
 Civile

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

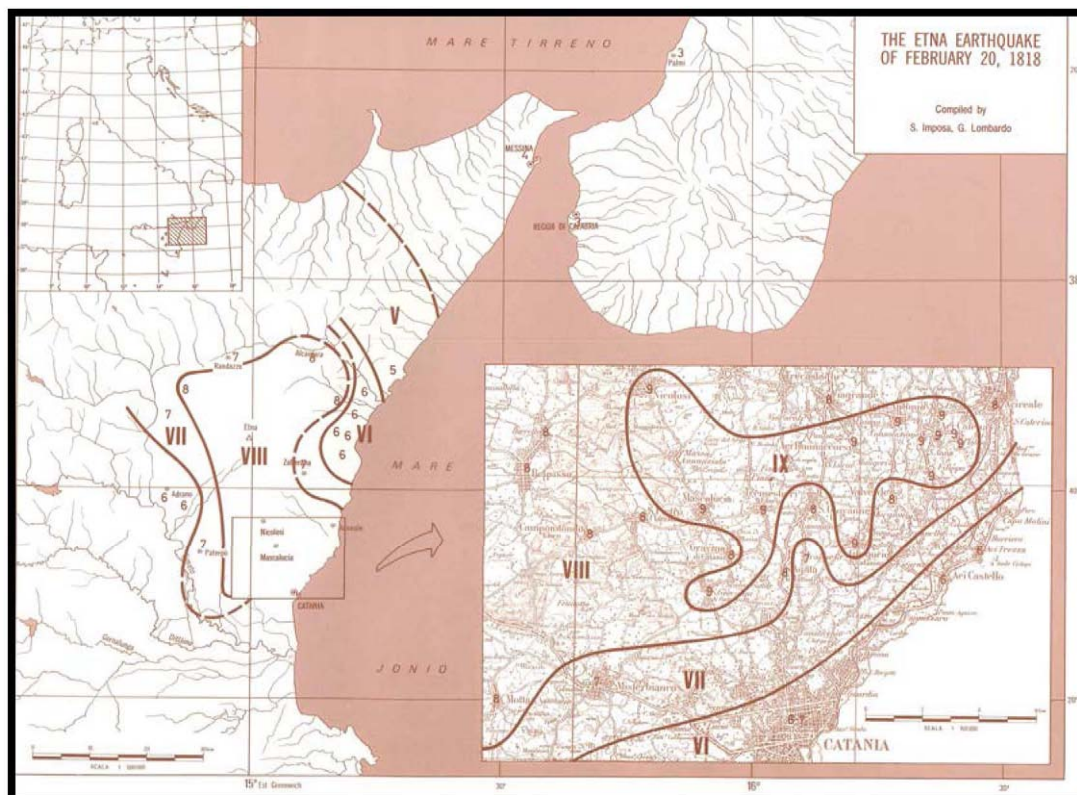


Figura 17 - Campo macrosismico del terremoto del 20/02/1818 (C.N.R., P. F. G. - Postpischl editor, Atlas of Isoseismal maps of Italian Earthquakes, Bologna 1985)

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

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



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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

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

Terremoto del 28.12.1908, ore 04:20:27, lat=38.15, lon=15.683, $I_{max}=11$, $M_e=7.1$: il terremoto del 28 dicembre 1908 è considerato uno degli eventi di più elevata magnitudo della storia sismica italiana e, dal punto di vista degli effetti, rappresentò una autentica catastrofe, sia per l'altissimo numero di morti, sia perché distrusse due città importanti come Messina e Reggio Calabria. La ricostruzione del quadro complessivo di un disastro di tale portata è influenzata da alcuni fattori preesistenti. Per comprendere adeguatamente l'impatto di questo evento sismico è infatti necessario ricordare che, se si escludono le due città dello Stretto e poche altre zone più sviluppate, la regione su cui si abbatté il terremoto era un'area caratterizzata da un'economia molto povera. Questo inevitabilmente si ripercuoteva sulla qualità dell'edilizia: i materiali impiegati erano scadenti e le tecniche costruttive molto vulnerabili dal punto di vista sismico; l'età e il degrado dei manufatti erano elevati; la manutenzione scarsa o inesistente. Inoltre, in molte località calabresi, gli effetti di questo terremoto si sovrapposero ai danni, non adeguatamente riparati, dei terremoti degli anni precedenti (1894, 1905 e 1907) aumentando l'entità delle distruzioni. La scossa avvenne alle ore 4:20 GMT e, per quanto riguarda i danni più gravi, colpì un'area di circa 6000 km². In circa 80 località delle province di Messina e Reggio Calabria gli effetti furono devastanti, con distruzioni estese dal 70 al 100% delle costruzioni. Nel Messinese l'area delle distruzioni pressoché totali fu ristretta e comprese, oltre a Messina, 13 località dell'immediato entroterra della città e delle estreme propaggini settentrionali dei monti Peloritani, fino alla costa tirrenica. Per quanto riguarda la città di Messina, il terremoto, con il maremoto e gli incendi che lo seguirono, distrusse completamente il tessuto urbano (abitazioni, edifici pubblici civili



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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

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

Regione Siciliana – Presidenza
 Dipartimento della Protezione
 Civile

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

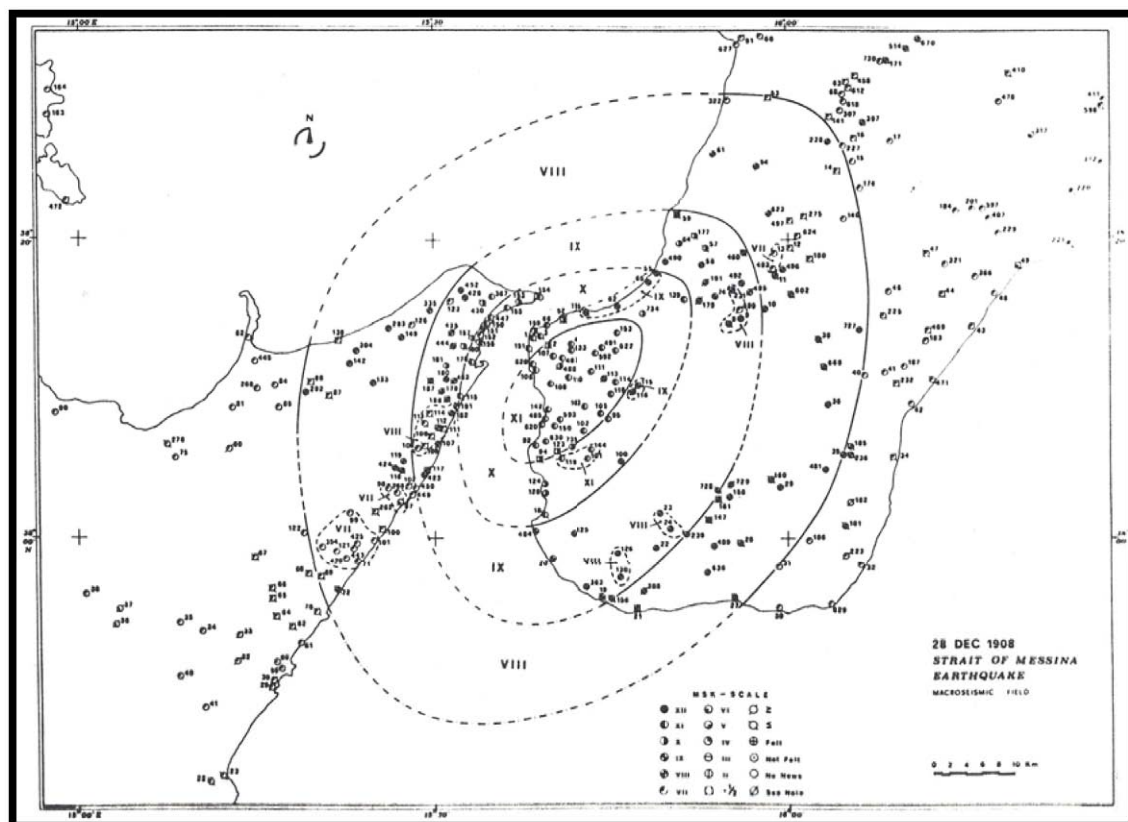


Figura 18 - Campo macrosismico del terremoto del 28/12/1908 (Bottari *et al.*, 1984)

5.2 Strutture sismogenetiche e faglie attive

Il riferimento di base per la ricostruzione del quadro della sismogenesi è costituito dal Database delle strutture sismogenetiche disponibile per il territorio italiano, rappresentato in Figura 19 (DISS, Database of Individual Seismogenic Sources, BASILI *et al.*, 2008).

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

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

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

C) Struttura sismogenetica Patti - Isole Eolie.

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

E) Strutture del Plateau Ibleo -Avanfossa.

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

G) Sistema trascorrente Scicli-Ragusa-Monte Lauro.

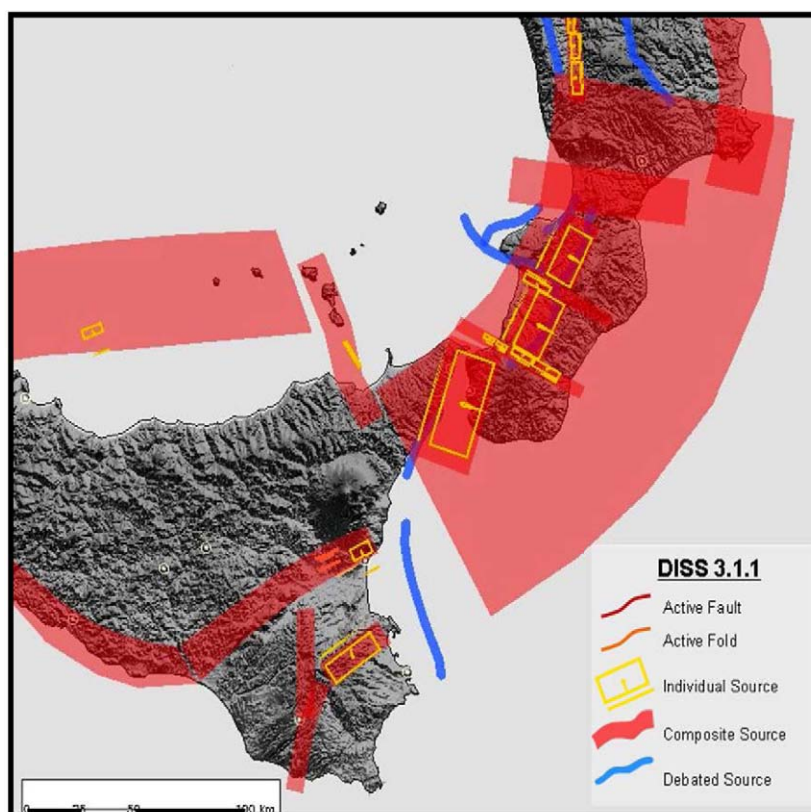


Figura 18 - Mappa delle principali strutture sismogenetiche. Database of IndividualSeismogenicSources (Basili et al., 2008)

Nella Figura 20, estratta dal catalogo della sismicità italiana 1981-2002 (INGV, 2011) è mostrata, ai fini di un utile confronto, la distribuzione degli epicentri dei terremoti avvenuti nell'area di studio tra il 1981 e il 2011 con una indicazione della classe di magnitudo.

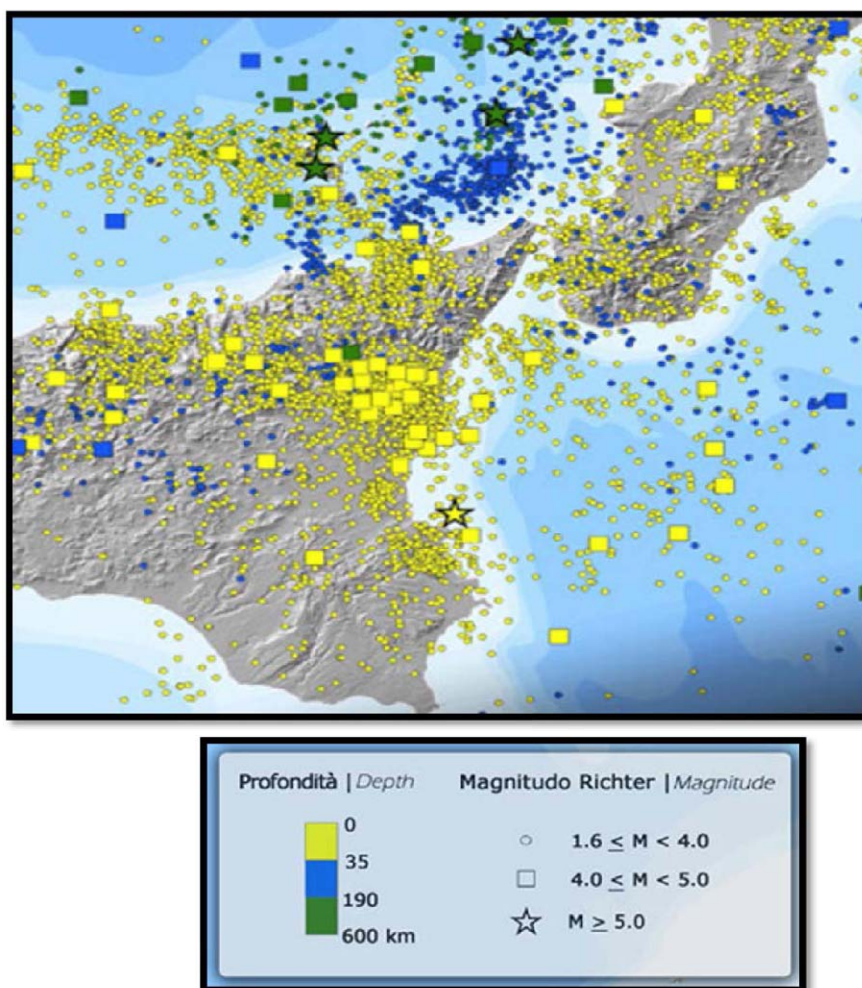


Figura 20 – Mappa della distribuzione degli epicentri dei terremoti strumentali localizzati dall'INGV tra il 1981 e il 2011. Catalogo della sismicità italiana 1981-2002 (INGV, 2011)



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile



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

5.3 Sismicità storica del comune di Canicattini Bagni

Il territorio comunale di Canicattini Bagni ricade in un comparto compreso tra il Sistema Ibleo Maltese e la struttura sismogenetica Scicli-Ragusa-Monte Lauro, essendo più prossimo a quest'ultima.

Dal punto di vista sismico si tratta del distretto più attivo dell'intera Sicilia sud orientale.

Nella tabella 4 è riportata la storia sismica estraibile dal DBMI11 (LOCATI *et al.*, 2011) dal quale si evince che, nel centro urbano principale, la maggiore intensità macrosismica ($I = X - XI$ MCS) è stata risentita in corrispondenza del terremoto del 11.01.1693 ($I = XI$ MCS, $M_w 7,41$), che per l'area in esame può essere considerato l'evento di riferimento. Questa circostanza è in parte spiegata tenendo conto che la fondazione del centro urbano di Canicattini Bagni risale al 1682, per opera del Marchese Mario Daniele Paxitano, signore del feudo di Bagni, che così denominò l'iniziale nucleo urbano.

Effetti di bassa intensità sono riferiti in occasione del terremoto del 15.04.1978 ($M_w 6,06$) avvenuto nel Golfo di Patti, riferibile alla struttura sismogenetica "Patti – Eolie" che si estende dai Monti Peloritani sino alle Isole Eolie.

Nella seconda metà del secolo appena trascorso la documentazione degli effetti degli eventi sismici si arricchisce evidenziando come il territorio comunale di Canicattini Bagni è frequentemente sollecitato da sismi, di minore energia, che si verificano nelle strutture sismogenetiche adiacenti.

Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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

Storia sismica di Canicattini Bagni [37.033, 15.062]					
Numero di eventi: 10					
Effetti	In occasione del terremoto del:				
I[MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw	
10-11	1693 01 11 13:30	Sicilia orientale	185	11	7.41 ±0.15
5-6	1848 01 11 12:00	Golfo di Catania	41	7-8	5.45 ±0.39
4	1895 04 13 15:01	Vizzini	32	6-7	4.89 ±0.45
NF	1898 08 12	ROMETTA	69	6-7	4.89 ±0.22
5	1903 02 10 08:04	NOTO	10	5-6	4.58 ±0.62
5	1959 12 23 09:29	PIANA DI CATANIA	108	6-7	5.29 ±0.20
3	1978 04 15 23:3	Golfo di Patti	332		6.06 ±0.09
4-5	1980 01 23 21:2	MODICA	122	5-6	4.58 ±0.14
6	1990 12 13 00:2	Sicilia sud-orientale	304	7	5.64 ±0.09
3-4	2004 12 30 04:0	Monti Iblei	49	5	4.17 ±0.17

Tabella 4 - Storia sismica del comune di Canicattini Bagni (DBMI11 Locati *et al.*, 2011); Is è l'intensità macrosismica risentita (MCS); Ax l'area epicentrale; Np è il numero di località in cui è disponibile il dato macrosimico; Io è l'intensità macrosismica dell'epicentro (MCS); Mw è la magnitudo momento dell'evento con accanto il grado d'incertezza della stima

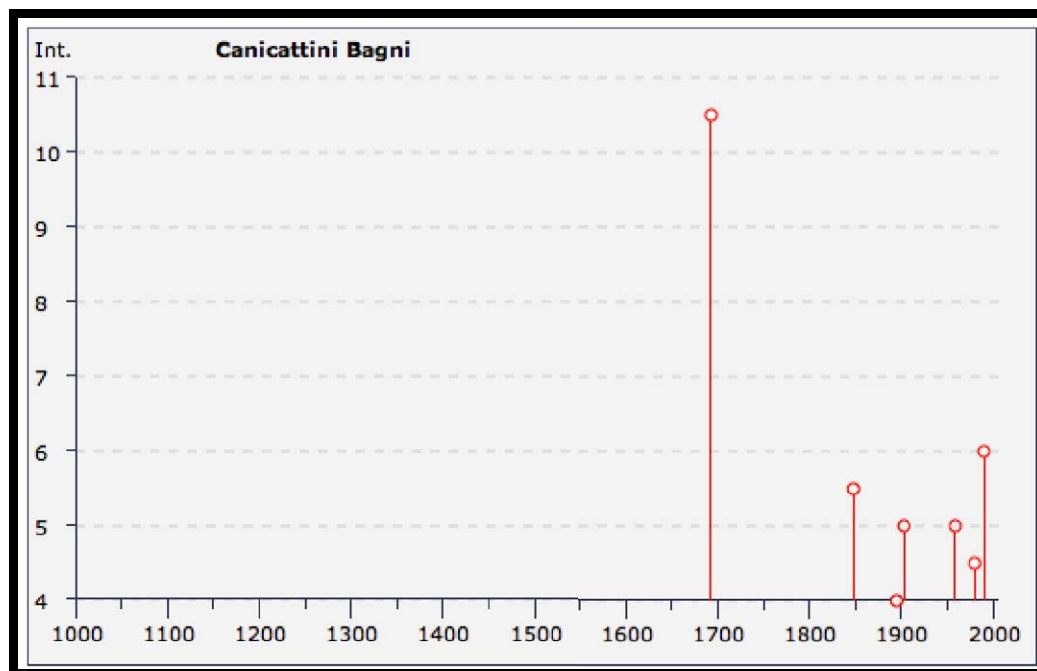


Figura 21 - Grafico della storia sismica di Canicattini Bagni (DBM11, Locati et al., 2011)

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

Le stime del Parametro di scuotimento (PGA) sono state determinate con la tecnica di analisi statistica degli effetti valutati sulla base dei dati contenuti nei cataloghi sismici, proposta da CORNELL (1968), da BENDER & PERKINS (1987) e dal Gruppo di Lavoro MPS (2004); la loro incertezza è espressa mediante percentili, nell'assunto che il catalogo sia un campione rappresentativo dell'intera popolazione di eventi possibili con effetti significativi nel sito considerato.

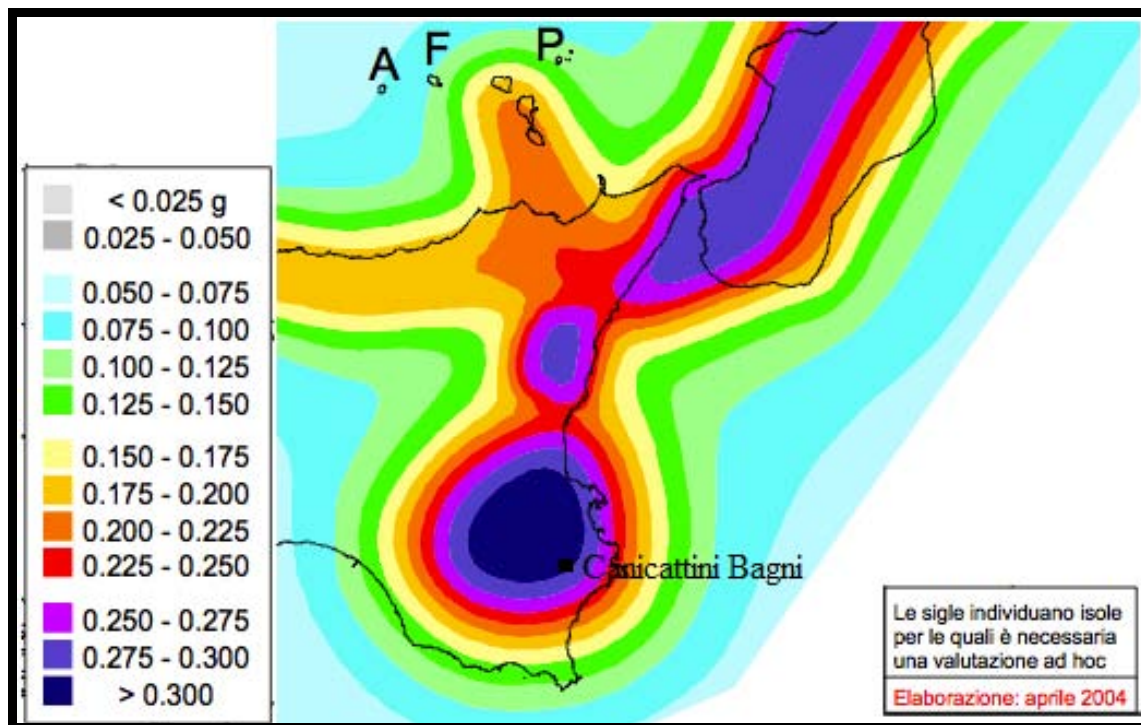


Figura 19 - Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (riferimento: Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n. 3519) espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi

I valori di PGA pubblicati sul sito INGV, risultano riferiti a suoli rigidi ($V_s > 800$ m/s) e sono restituiti in una mappa di pericolosità sismica generata da una griglia di valori con maglia di $3,5 \times 3,5$ km. Per un generico sito il calcolo è eseguito mediante la media pesata della distanza del sito considerato dai quattro vertici della griglia dei valori di accelerazione, entro cui questo ricade:

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

Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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

Nella seguente tabella vengono riportati i valori relativi al Parametro di scuotimento (PGA), stimati per il territorio comunale di Canicattini Bagni, per differenti livelli di probabilità in 50 anni, o in modo equivalente per differenti periodi di ritorno.

Parametro di scuotimento PGA (g)		Probabilità in 50 anni/Periodo di ritorno				
		2%	5%	10%	22%	30%
		2475a	975a	475a	201a	140a
Percentile	16	0,448	0,297	0,206	0,130	0,106
	50	0,584	0,370	0,259	0,162	0,129
	84	0,685	0,462	0,309	0,184	0,149

Tabella 5 - Valori di PGA stimati per il comune di Canicattini Bagni per differenti livelli di probabilità in 50 anni, o equivalentemente differenti periodi di ritorno, e per diverso percentile. I dati sono stati derivati dalla mappa digitale della pericolosità sismica sul sito INGV e risultano riferiti a suoli rigidi



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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

6 METODOLOGIA DI ACQUISIZIONE DELLE INDAGINI

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

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

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

Nome documento	Descrizione	Data
Relazione Indagini Geognostiche	Lavori di realizzazione delle indagini geognostiche, geofisiche e di laboratorio per la realizzazione dello studio geologico delle aree del Piano Particolareggiato del Centro Storico	Giugno 1997
Relazione Geologica Esecutiva	Progetto per la sistemazione di un'area per attendamenti e containers nel Comune di Canicattini Bagni	Gennaio 2003
Relazione Geologica	Studio geologico relativo ai lavori di costruzione di un auditorium per attività musicali a carattere sovracomunale	Marzo 2002
Relazione Geologico Tecnica	Progetto per la realizzazione di un centro culturale e musicale in via Vittorio Emanuele S.N.	Gennaio 2002
Relazione Geologico Tecnica	Servizi di progettazione intervento N° 27 riqualificazione urbana di via XX settembre: creazione di un centro culturale polifunzionale nell'ambito del PIST 12 Thapsos Megara Hyblon Tukles	Agosto 2011

Alle indagini condotte in occorrenza degli studi geologici sopra riportati, si aggiungono le 19 misure di microtremore a stazione singole frutto di una nuova campagna indagini condotta a supporto del presente studio.

Sulla base delle indagini pregresse e di nuova acquisizione 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 nell'elaborato cartografico raster (CTRN alle scale 1:10.000 e 1:2.000; ortofoto 2008) fornito dal gruppo di lavoro che si è occupato di svolgere le indagini.

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	75
GF	DH	E	75
GF	DH	G	75
GF	DH	VP	75
GF	DH	VS	75
GF	HVSR	FR	19
GG	SC	CAM	29
GG	SS	L	25
GL	ELL	CU	10
GL	SM	E1	1
GL	SM	PV	29
GL	SM	W	1
GL	TD	C	1
GL	TD	F1	1
Indagini Lineari			
Classe Indagine	Tipo Indagine	Parametro	Numero
GE	ERT	-	-
GE	SEV	-	-
GF	MASW	VS	4
GF	SR	-	-



Regione Siciliana – 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 comune in oggetto si è quindi provveduto al caricamento di:

- 31 siti di indagine puntuale, 86 indagini puntuali e 491 parametri puntuali;
- 62 siti di indagini lineari, 62 indagini lineari e 2 parametri lineari.

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

I valori di quota del campo *quota_sml* sono stati ricavati 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 provveduto ad indicare il nome della località o di un manufatto nelle immediate vicinanze (es. “nei pressi dello svincolo autostradale”). Il valore del campo *data_sito* è stato ottenuto impostando il valore predefinito “now()” che fornisce automaticamente la data del sistema al momento dell’inserimento del dato.

Tabella Indagini Puntuali

Il campo *id_indpuex*, quando non è stato possibile popolarlo secondo quanto previsto dalle specifiche, è stato valorizzato con una codifica che ne semplificasse la lettura e che riconducesse facilmente alla tipologia di indagine (es. S1SPT3: indagine SPT n. 3 del sondaggio 1).

Tabella Parametri Puntuali



Regione Siciliana – 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 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.

Tabella Sito Lineare

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

Tabella Indagini Lineari

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

Tabella Parametri Lineari e Tabella Curve

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



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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

7 ELABORATI CARTOGRAFICI

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

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

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

Unità Litostratigrafica	Tipo_gt	Stato	Gen
Depositi alluvionali attuali e recenti (Olocene) - depositi incoerenti, costituiti da ciottoli eterometrici carbonatici, subordinatamente da limi e sabbie. Presentano giacitura spesso lentiforme e spessore variabile a causa delle non uniformi modalità di deposizione.	GM - Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo	14	tf
Depositi alluvionali terrazzati (Olocene) - depositi incoerenti, costituiti da ciottoli e ghiaie, generalmente arrotondate, di dimensioni da centimetriche a decimetriche, con matrice sabbioso argillosa.	GC – Ghiaie argillose, miscela di ghiaia, sabbia e argilla	13	tf

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

Unità Litostratigrafica	Tipo_gt	Stato
Formazione Palazzolo (Miocene inferiore medio) - Calcareniiti bianco giallastre - calcareniti e calciruditi organogene con una certa variabilità granulometrica. La stratificazione è in genere a banchi che possono raggiungere potenze notevoli spesso però si tratta di un insieme di strati unificati all'esterno da rideposizione carbonatica secondaria che conferisce alla roccia un aspetto massivo.	LP - Lapideo	31
Calcari brecciati (Miocene medio superiore) - elementi calcarei con interspazi riempiti da materiali argilloso sabbioso di colore rossastro. L'aspetto è quello di una facies brecciata mediamente cementata, costituita da frammenti prevalentemente spigolosi di dimensioni centimetriche.	GR – Granulare cementato	31

Unità Litostratigrafica	Tipo_gt	Stato
Calcareniti superiori (Miocene medio superiore) - calcareniti e calciruditi organogene, ben cementate e compatte in strati di spessore da 0,5 a 1 metro, separati da sottili livelli marnosi. Si presentano di colore bianco grigiastro all'alterazione superficiale e bianco crema al taglio fresco.	LPS – Lapideo Stratificato	31
Formazione dei Monti Climiti (Miocene medio inferiore) - Membro dei Calcarei di Siracusa – calcareniti e calciruditi algali, con una macrofauna costituita da gusci di bivalvi e gasteropodi. Di colore bianco grigiastro si presentano irregolarmente stratificati e spesso notevolmente carsificati. Nella parte superficiale fino a qualche metro di profondità presentano una fratturazione da moderata a diffusa.		
Formazione dei Monti Climiti (Miocene medio inferiore) – Membro di Melilli - calcareniti e calciruditi marnose a tratti friabili in strati di spessore 1,5 – 2 metri, interrotti dalla presenza di livelli marnosi più teneri in spessore decimetrico. La giacitura degli strati è sub orizzontale o lievemente inclinata.		

Da un punto di vista squisitamente informatico gli elaborati cartografici per gli studi di Livello 1 previsti dalla più recente versione delle specifiche di rappresentazione e archiviazione informatica (2.0 beta II, al momento della stesura della presente relazione), unitamente a quanto indicato nella convenzione fra il Dipartimento Regionale di Protezione Civile e la scrivente Università degli Studi di Messina, 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 Canicattini Bagni, integrate con la bibliografia scientifica di maggior rilievo, ed includono inoltre informazioni di recente acquisizione frutto delle indagini geofisiche realizzate ex novo, nonché dati provenienti da rielaborazioni informatiche



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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

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 geologico - tecnica

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

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

campagna. Per le unità geologiche così individuate, l'archiviazione informatica e la relativa rappresentazione cartografica è passata attraverso l'assegnazione dei codici sulla tipologia, sullo stato e sull'ambiente genetico-deposizionale, effettuata confrontando e normalizzando i dati di letteratura con i risultati delle indagini geofisiche, geognostiche e di laboratorio. La fase di aggregazione dei dati è stata invece effettuata aggregando affioramenti adiacenti con il medesimo codice *Tipo_gt*, ma differenziandoli sulla base dei campi *Stato* e *Gen*. In questo modo è stato possibile cartografare le seguenti unità geologico - tecniche:

Terreni di copertura						
Tipo_gt	Descrizione	Stato	Descrizione	Gen	Descrizione	Numero
GM	Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo	14	Sciolto	tf	Terrazzo fluviale	3
GC	Ghiaie argillose, miscela di ghiaia, sabbia e argilla	13	Poco addensato	tf	Terrazzo fluviale	2
Substrato rigido / non rigido						
Tipo_gt	Descrizione	Stato	Descrizione	Gen	Descrizione	Numero
GR	Granulare cementato	31	Molto fratturato	-	-	3
LPS	Lapideo stratificato	31	Molto fratturato	-	-	9
LP	Lapideo	31	Molto fratturato	-	-	5

Le medesime modalità di intervento sono state effettuate per gli elementi tettonico strutturali, frutto cioè della sintesi ed adeguamento a standard di diverse fonti. Per quanto riguarda invece le forme di superficie ed in particolare per gli orli di scarpata e gli orli di terrazzo fluviale, per la loro individuazione si è operato mediante procedure informatiche che, nel dettaglio, hanno previsto la realizzazione un elaborato digitale che mostrasse, a partire dai valori delle singole celle del DTM, i dislivelli di quota in un intorno di circa 5m. Filtrando i risultati ottenuti per un range di valori compreso fra “10 – 20m” e “> 20m” si è poi provveduto ad una verifica speditiva mediante DTM (2m), CTRN (agg. 2008) e Ortofoto (2008) ed infine all'editing delle geometrie relative agli orli di terrazzo fluviale. Di seguito la sintesi



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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

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 non attiva – tratto accertato	11
7012	Faglia diretta non attiva – tratto presunto	2
Altri elementi lineari		
Tipo_el	Descrizione	Numero
5052	Orlo di terrazzo fluviale (>20m)	16

Per quanto concerne l'identificazione dei picchi isolati, che come previsto dalle specifiche di riferimento rientrano all'interno della feature E puntuali, si è proceduto attraverso la selezione dei punti quotati e delle curve di livello della CTRN 1:10.000 e successivamente all'identificazione dei punti quota che ricadevano all'interno del contesto morfologico "picco isolato", tale procedimento non ha evidenziato nessuna forma del terreno riconducibile ad un contesto di "picco isolato".

Sulla base delle informazioni raccolte nelle fase di censimento dati nell'area oggetto di studio è stato individuato un elemento morfologico relativo alle forme di superficie e sepolte, in particolare nello specifico si tratta di una falda detritica.

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

Instabilità di versante		
Tipo_i	Descrizione	Numero
3045	Non definita – non definito	9



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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

Infine, per quanto riguarda l'archiviazione e rappresentazione cartografica degli elementi geologici sono stati acquisiti dai rilievi effettuati per la redazione del PRG comunale (per le giaciture degli strati).

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

Elementi geologici e idrogeologici		
Tipo_gi	Descrizione	Numero
11	Giacitura strati	9
21	Profondità (m) substrato rigido raggiunto da sondaggio o pozzo	11

Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (livello 1)

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

Carta delle frequenze

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

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

Poiché le specifiche non prevedono degli standard di rappresentazione per la carta in oggetto si è provveduto a realizzare un layout ad hoc per l'inserimento nella



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile



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

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 Canicattini Bagni a professionisti e ditte specializzate, allo scopo di supportare il progetto di revisione del P.R.G., le P.E. (Piano Particolareggiato di zone di espansione per il soddisfacimento del fabbisogno residenziale pubblico e privato) e studi geologici di salvaguardia del territorio comunale. Il secondo gruppo di dati è basato su misure di vibrazione del sottosuolo, eseguite, specificatamente per questo I Livello di Microzonazione Sismica, mediante uso del TROMINO®.

8.1 Strumentazione utilizzata

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

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

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

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

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 microtremori fino a ± 1.5 mm/s con un'accuratezza, al di sopra di 0,1 Hz, maggiore di 10^{-4} .

8.2 Processing dei dati

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

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

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

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

Il software permette, inoltre, l'applicazione del test di significatività H/V proposto dal progetto Site EffectS Assessment using AMbient Excitations (SESAME, 2005) basato su due serie di criteri (3 il primo e 6 il secondo).

I criteri del primo gruppo valutano la durata della registrazione e la durata delle finestre di analisi verificando la loro adeguatezza alla frequenza analizzata; i successivi sei criteri sono di significatività della distribuzione statistica e valutano la convergenza del picco individuato ad una gaussiana e la deviazione standard della



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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

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

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

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

8.3 Il Rumore sismico

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

Per quanto riguarda l'origine del rumore sismico, è noto (GUTENBERG, 1958; ASTEN, 1978, 1984) che le sorgenti dei microsismi sono molteplici (Tabella 6): le perturbazioni atmosferiche sugli oceani, che si propagano come onde superficiali sui



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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

continenti, l'impatto di fulmini sul terreno, i movimenti isostatici, i fenomeni di microfratturazione crostale, mentre le sorgenti dei microtremori sono essenzialmente le attività antropiche come il traffico veicolare e le attività industriali.

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

Tabella 6 - 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 sovrapposta al bedrock agisce come un filtro, o di nessuna variazione del contenuto spettrale, caso generalmente riferibile al bedrock affiorante.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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

8.4 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 esista un'innegabile, anche se grossolana, correlazione tra caratteristiche geologiche del sito e frequenza del picco massimo degli spettri, che indurrebbe a interpretarla come la frequenza di risonanza del moto fondamentale, questa pratica ha trovato riscontro, solo per frequenze di picco basse ($f_0 < 1$ Hz), in diversi siti del Giappone (spiegando quindi il motivo della diffusione in quel paese), a Città del Messico (LERMO *et al.*, 1988) e Los Angeles (YAMANAKA *et al.*, 1993). Per tali motivi si tende a considerare tale tecnica poco affidabile.

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

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



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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

ampiezza si verifica alla frequenza di risonanza fondamentale della copertura sovrastante il bedrock.

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

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

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

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

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

8.5 Aree Interessate dalle indagini di MS

In riferimento alla delimitazione delle aree del Comune di Canicattini Bagni da sottoporre agli studi di MS di primo livello, così come previsto dalla convenzione, l'Amministrazione Comunale ha fornito al Dipartimento Regionale di Protezione Civile la planimetria (Figura 20) con la delimitazione delle aree da sottoporre a studi di MS (Prot. Gen. 15651 del 12/10/2011).

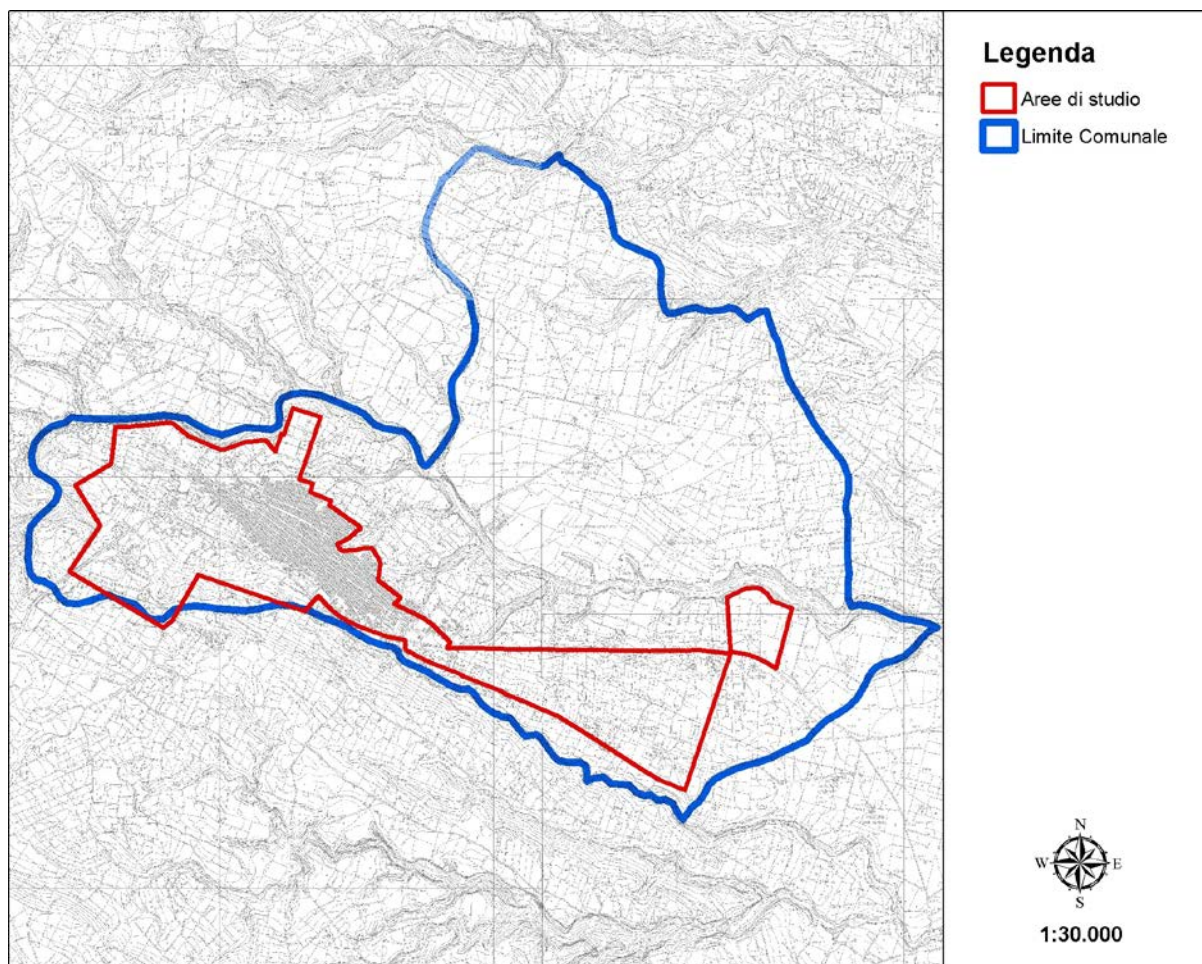


Figura 20 - Comune di Canicattini Bagni: delimitazione delle aree indagate(contorno rosso)



Regione Siciliana – 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 stata pertanto coperta con 19 punti complessivi di registrazione di rumore sismico così distribuiti: 7 nel centro urbano, 12 nelle aree di espansione.

Nelle tabelle seguenti (Tabella 7, Tabella 8), sono riassunti: sigla identificativa, coordinate geografiche, quota dei siti di registrazione e risultati ottenuti.

Identificativo	Data
CNC_01	22/11/2012
CNC_02	22/11/2012
CNC_03	22/11/2012
CNC_04	22/11/2012
CNC_05	22/11/2012
CNC_06	22/11/2012
CNC_07	22/11/2012
CNC_08	22/11/2012
CNC_09	22/11/2012
CNC_10	22/11/2012
CNC_11	22/11/2012
CNC_12	22/11/2012
CNC_13	22/11/2012
CNC_14	02/12/2012
CNC_15	22/11/2012
CNC_16	24/11/2012
CNC_17	24/11/2012
CNC_18	24/11/2012
CNC_19	24/11/2012

Tabella 7 - Sigle dei siti di selezionati con relativa data di registrazione

Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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

IDENTIFICATIVO	ID_SPU	LATITUDINE	LONGITUDINE	QUOTA s.l.m.	f0	H/V	f1	H/V	f2	H/V
CNC_01	089005P13	37° 2' 19,086" N	15° 3' 38,722" E	338,91	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
CNC_02	089005P14	37° 2' 16,548" N	15° 3' 21,010" E	349,67	1,84	1,44	4,52	1,07	-	-
CNC_03	089005P15	37° 2' 16,696" N	15° 2' 55,835" E	402,75	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
CNC_04	089005P16	37° 2' 14,687" N	15° 3' 7,751" E	399,20	2,59	2,56	1,74	2,1	8,07	1,27
CNC_05	089005P17	37° 2' 10,723" N	15° 2' 48,718" E	433,13	3,97	2,45	4,9	2,26	1,16	1,52
CNC_06	089005P18	37° 2' 6,929" N	15° 3' 31,252" E	364,42	1,5	1,61	3,09	1,31	-	-
CNC_07	089005P19	37° 2' 0,607" N	15° 3' 4,763" E	431,76	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
CNC_08	089005P20	37° 1' 54,671" N	15° 3' 22,946" E	437,19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
CNC_09	089005P21	37° 1' 55,405" N	15° 4' 4,260" E	356,16	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
CNC_10	089005P22	37° 1' 55,891" N	15° 2' 50,449" E	450,82	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
CNC_11	089005P23	37° 1' 47,932" N	15° 3' 45,468" E	386,97	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
CNC_12	089005P24	37° 1' 41,992" N	15° 3' 9,281" E	464,54	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
CNC_13	089005P25	37° 1' 37,236" N	15° 4' 9,426" E	365,41	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
CNC_14	089005P26	37° 1' 35,893" N	15° 6' 1,393" E	268,64	1,38	4,43				
CNC_15	089005P27	37° 1' 34,748" N	15° 4' 27,955" E	340,42	3,28	1,33	-	-	-	-
CNC_16	089005P28	37° 1' 29,816" N	15° 4' 48,274" E	331,80	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
CNC_17	089005P29	37° 1' 29,172" N	15° 5' 51,450" E	287	1,66	1,7	4,49	1,25	-	-
CNC_18	089005P30	37° 1' 23,977" N	15° 5' 19,230" E	333,42	2,38	2,16	5,78	1,98	-	-
CNC_19	089005P31	37° 1' 1,981" N	15° 5' 36,042" E	329,48	2,06	2,23	12,11	1,53	-	-

Tabella 8 - Quadro riassuntivo dei siti di registrazione con esibizione dei dati di frequenza elaborati (per tutti i siti l'accoppiamento suolo/sensore è diretto ed orientato verso Nord; tutti i rilievi sono stati eseguiti in condizioni di bel tempo)

Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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

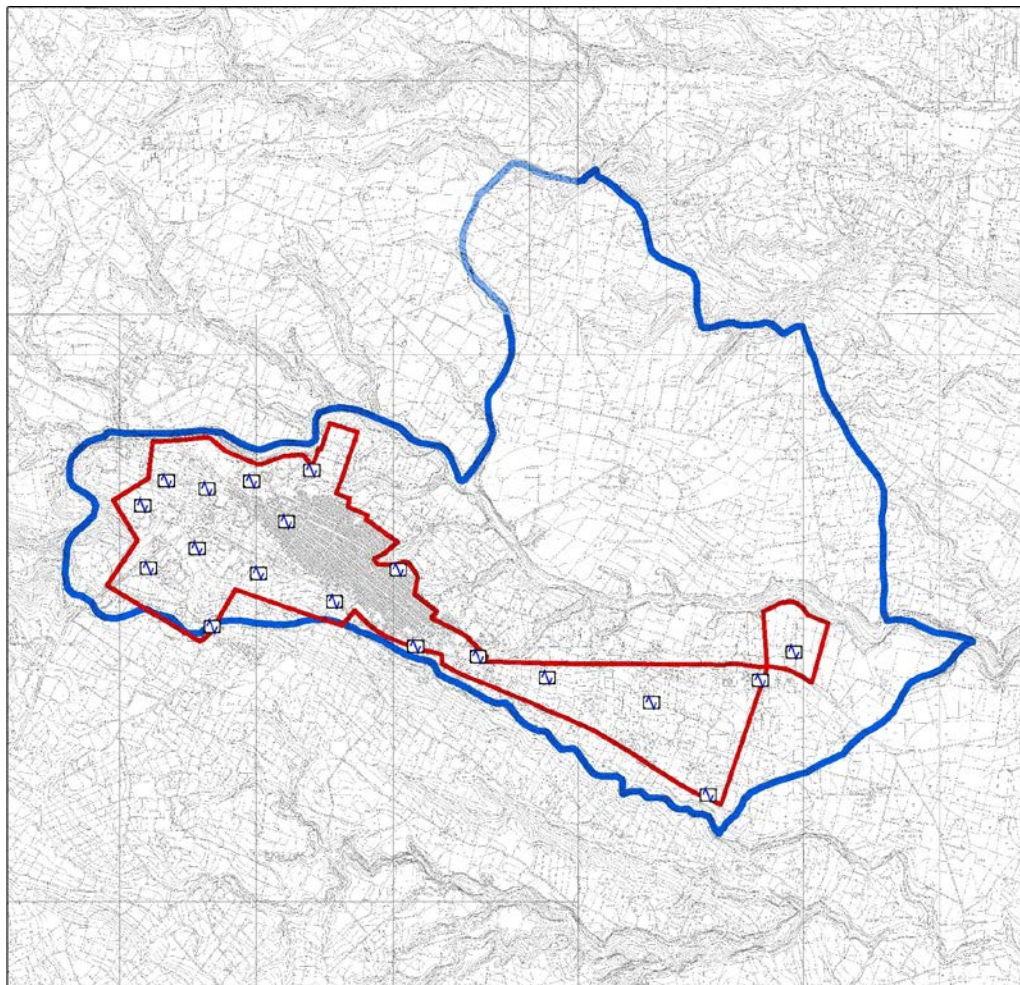


Figura 21 – Distribuzione delle indagini HVSR in relazione alle aree studiate nel Comune di Canicattini Bagni

8.6 Rappresentazione dei valori di frequenza ottenuti

I valori di frequenza ottenuti dal processing dei dati acquisiti (Tabella 8), sono stati esibiti nel relativo elaborato (Carta delle frequenze) a fianco del simbolo, che individua il sito di registrazione, con i seguenti criteri (Figura 22 - Carta delle frequenze nel Comune di Bagni):

Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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

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

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

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

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



Figura 22 - Carta delle frequenze nel Comune di Canicattini Bagni

8.7 Modello geologico dell'area in studio e bedrock geofisico

In relazione alla classificazione, illustrata al paragrafo 7 del capitolo 4 delle presenti note, è possibile derivare una rappresentazione schematica preliminare, della distribuzione dei gruppi litologici in profondità, da impiegare come base per la programmazione delle indagini, indirizzate alla precisazione dei rapporti giaciturali ed alle definizioni quantitative delle caratteristiche geotecniche, proprie dei livelli di studio successivi.

Il profilo geologico (Profilo A-A') riportato in Figura 23, costituisce la sezione geologica tipo dell'area oggetto di studio dove affiorano prevalentemente litotipi afferenti al substrato geologico (Formazione Monti Climiti, Formazione Palazzolo, Calcareniti superiori), solo nella zona orientale dell'area oggetto di studio e nei fondo valle dei torrenti si rinvenivano litotipi afferenti ai terreni di copertura.

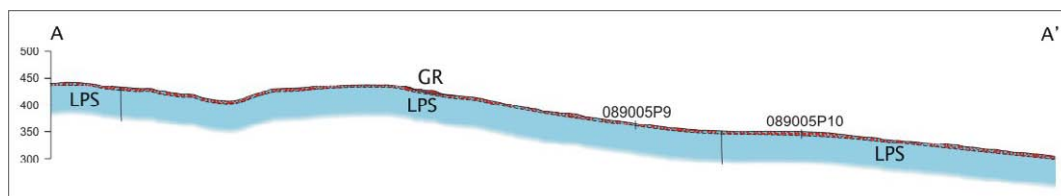


Figura 23 – Profilo geologico A-A'

Le informazioni di carattere geologico-tecnico ricavate dalle indagini raccolte durante la fase di censimento ha consentito di poter definire un modello geologico generale, tuttavia la distribuzione delle indagini acquisite non consente di definire un modello geologico di dettaglio che tenga conto delle variazioni locali delle caratteristiche fisico-meccaniche.

Per la formulazione del modello geologico di seguito proposto, si è proceduto analizzando l'assetto geologico-strutturale riportato nella cartografia geologica del Piano Regolatore Generale integrato con le informazioni acquisite dalle indagini geognostiche e geofisiche.

La tabella di seguito proposta e la successiva Figura 24 riportano rispettivamente l'elenco dei sondaggi geognostici censiti e la localizzazione delle indagini all'interno dell'area studiata. In particolare i dati di sondaggio oltre 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

confermare i rapporti giaciturali desunti dalla geologia di superficie hanno evidenziato la presenza di un orizzonte superficiale, dello spessore medio di circa 6 m, all'interno del quale è possibile distinguere due strati e precisamente:

- uno strato superficiale costituito terreni agrari o da terreni di riporto antropico (spessore medio circa 1 m);
- uno strato sottostante al precedente, dello spessore medio di circa 4-5 m, costituito da litotipi afferenti al substrato geologico di tipo lapideo e lapideo stratificato entrambi intensamente fratturati.

Al di sotto del primo orizzonte si rinvenivano i litotipi del substrato geologico con caratteristiche meccaniche che migliorano notevolmente con la profondità, soprattutto se confrontate con le caratteristiche dello stesso litotipo individuato nell'orizzonte superficiale. È bene precisare che il substrato geologico, essendo costituito da litotipi a composizione carbonatica, è interessato da fenomeni carsici che, in alcuni casi, possono essere alquanto significativi. Dai dati consultati non è stato possibile accertare se nell'area oggetto di studio vi sia la presenza di cavità rilevanti che possano in qualche modo portare a fenomeni di amplificazione sismica locale.

ID_SPU	Profondità top (m)	Profondità bottom (m)	Spessore (m)	Descrizione
089005P1	0	1,5	1,5	Terreno agrario costituito da limi argillosi marroncini con frammenti spigolosi calcarei e resti vegetali passante verso il basso a sabbie biancastre alterate, incoerenti
	1,5	12	10,5	Calcareni biancastre, vacuolari, tenere alla perforazione. Si riconoscono frammenti fossili. Sono presenti superfici di ossidazione nerastre
089005P2	0	0,5	0,5	Terreno agrario costituito da limi argillosi marroncini con frammenti spigolosi calcarei e resti vegetali

Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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

ID_SPU	Profondità top (m)	Profondità bottom (m)	Spessore (m)	Descrizione
	0,5	7	6,5	Calcareniti biancastre, vacuolari, tenere alla perforazione. Si riconoscono frammenti fossili. Sono presenti superfici di ossidazione nerastre
089005P3	0	0,5	0,5	Terreno agrario costituito da limi argillosi marroncini con frammenti spigolosi calcarei e resti vegetali
	0,5	15	14,5	Calcareniti biancastre, vacuolari, tenere alla perforazione. Si riconoscono frammenti fossili. Sono presenti superfici di ossidazione nerastre
089005P4	0	0,6	0,6	Terreno vegetale
	0,6	25	24,4	Calcareniti e biomicriti di colore biancastro, tenere e friabili, mediamente fratturate
089005P5	0	0,8	0,8	Terreno vegetale
	0,8	25	24,2	Calcareniti e biomicriti di colore biancastro, in alcuni tratti molto alterate, tenere e friabili con presenza di fratture
089005P6	0	0,7	0,7	Terreno vegetale
	0,7	25	24,3	Calcari e biomicriti algali di colore biancastro, compatte e mediamente fratturate
089005P7	0	0,6	0,6	Terreno vegetale
	0,6	25	24,4	Calcareniti e biomicriti algali di colore biancastro, tenere e friabili, con presenza di fratture
089005P8	0	0,8	0,8	Terreno vegetale
	0,8	25	24,2	Calcareniti e biomicriti algali tenere e friabili, di colore biancastro. In alcuni tratti molto alterate con presenza di fratture, a tratti molto compatte o mediamente fratturate
089005P9	0	0,2	0,2	Conglomerato bituminoso
	0,2	15	14,8	Calcareniti biancastre poco cementate, friabili, con livelli piuttosto fratturati. Cavità

Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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

ID_SPU	Profondità top (m)	Profondità bottom (m)	Spessore (m)	Descrizione
				da profondità 5 a 5,2 m
089005P10	0	0,15	0,15	Conglomerato bituminoso
	0,15	15	14,85	Calcareniti biancastre poco cementate, friabili, con livelli piuttosto fratturati
089005P11	0	0,1	0,1	Conglomerato bituminoso
	0,1	13	12,9	Calcareniti biancastre discretamente cementate, compatte, con livelli piuttosto fratturati
089005P12	0	0,1	0,1	Conglomerato bituminoso
	0,1	4	3,9	Materiale detritico di riporto costituito da ciottoli di natura carbonatica, di dimensioni centimetriche. Cavità dalla profondità 0,8 a 1,4 m
	4	13	9	Calcareniti biancastre poco cementate, friabili, con livelli piuttosto fratturati

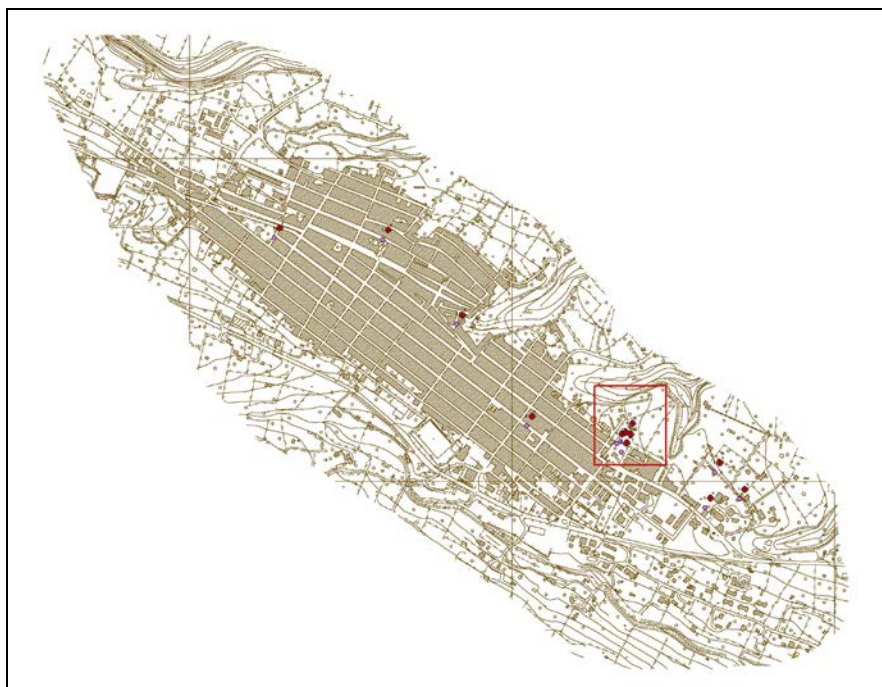


Figura 24 – Ubicazione dei sondaggi geognostici

Il modello geologico sopra esposto trova una buona corrispondenza con i dati di geofisica ed in particolare tra la variazione delle velocità delle onde “s” misurate in situ e gli spessori degli orizzonti superficiali (circa 6 m), dove la velocità varia da circa 150 m/s fino ai oltre i 600 m/s. Un’ulteriore analisi dei dati geofisici e in particolare i dati di down-hole ha evidenziato un particolare andamento delle velocità delle onde “s” all’interno dell’orizzonte più profondo costituito dal substrato geologico lapideo stratificato. La tabella di seguito proposta mostra l’andamento delle velocità delle onde “s” al variare della profondità, determinate con il metodo down-hole, dal quale si evince come, nella maggior parte dei casi, al disotto del primo orizzonte (spessore medio circa 5-6 m) si registra un incremento delle velocità che supera di molto i 1000 m/s, per poi diminuire, più o meno gradualmente, con la profondità. Purtroppo il numero di dati a disposizione, la loro distribuzione e le profondità raggiunte dalle indagini non consentono, in questa fase, di comprendere in dettaglio la distribuzione e l’andamento degli orizzonti interni al substrato geologico, dove si registrano variazioni significative delle onde “s”. Considerato che in buona parte del territorio esaminato non si ritrovano terreni di copertura e si riscontrano evidenti e sostanziali inversioni di velocità di propagazione delle onde “s” in profondità, non è stato applicato il metodo dell’inversione dei dati HVSr per la stima dell’andamento del bedrock geofisico in accordo con il metodo di Nakamura.

ID_INDPU	Profondità top (m)	Profondità bottom (m)	Vs (m/s)
089005P4DH35	0	1	307,44
	1	2	332,41
	2	3	421,58
	3	4	643,72
	4	5	1432,77
	5	6	1825,28
	6	7	1736,77
	7	8	2021,78
	8	9	1621,89
	9	10	1404,98

Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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

ID_INDPU	Profondità top (m)	Profondità bottom (m)	Vs (m/s)
	10	11	1410,39
	11	12	822,81
	12	13	1116,79
	13	14	1652,28
	14	15	1654,76
089005P5DH36	0	1	185,96
	1	2	168,31
	2	3	228,71
	3	4	1025,72
	4	5	1352,16
	5	6	653,90
	6	7	600,78
	7	8	513,28
	8	9	468,64
	9	10	518,80
	10	11	580,45
	11	12	617,78
	12	13	583,17
	13	14	584,03
	14	15	523,66
089005P6DH37	0	1	308,11
	1	2	344,94
	2	3	400,35
	3	4	655,91
	4	5	1356,92
	5	6	2439,73
	6	7	1400,66
	7	8	2246,96
	8	9	1596,28
	9	10	1424,95
	10	11	1353,41

Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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

ID_INDPU	Profondità top (m)	Profondità bottom (m)	Vs (m/s)
	11	12	843,56
	12	13	1146,81
	13	14	1599,58
	14	15	1576,67
089005P7DH38	0	1	166,97
	1	2	172,43
	2	3	237,21
	3	4	1116,58
	4	5	1657,05
	5	6	682,60
	6	7	591,05
	7	8	525,17
	8	9	453,89
	9	10	521,02
	10	11	600,17
	11	12	376,02
	12	13	1401,01
	13	14	602,89
	14	15	519,03
089005P8DH39	0	1	190,34
	1	2	169,81
	2	3	227,17
	3	4	948,95
	4	5	1634,20
	5	6	630,48
	6	7	617,05
	7	8	497,30
	8	9	449,34
	9	10	529,08
	10	11	600,59
	11	12	380,99

ID_INDPU	Profondità top (m)	Profondità bottom (m)	Vs (m/s)
	12	13	556,69
	13	14	448,07
	14	15	415,03

8.8 Considerazioni sui risultati ottenuti

Sulla base dei dati complessivamente acquisiti è stato possibile definire un modello geologico tecnico qualitativo del sottosuolo che ben si adatta a descrivere le caratteristiche generali dell'area studiata, che risulta caratterizzata da un orizzonte superficiale (terreno agrario o materiale di riporto antropico e substrato geologico intensamente fratturato) dello spessore medio di circa 5-6 m, cui segue un secondo orizzonte (substrato lapideo stratificato). Come evidenziato nel precedente paragrafo in corrispondenza dei siti di indagini di tipo down-hole si osserva, per il secondo orizzonte un trend di velocità delle onde “s” che tende a diminuire con la profondità.

Osservando la carta delle indagini (allegato al presente studio) si nota che la distribuzione dei sondaggi e i dati di sismica a rifrazione coprono solo alcune porzioni dell'area di interesse, questo non ha quindi consentito di poter ricostruire un andamento del bedrock geofisico che tenga conto delle condizioni locali, come ad esempio le zone che sono interessate da fenomeni carsici di una certa rilevanza, oppure le zone dove sono presenti terreni di riporto con spessori significativi, o anche, le zone dove il substrato geologico è interessato da fratturazione intensa.

Sarà pertanto necessario approntare un programma di indagini geofisiche e geognostiche sulla base dei risultati fin qui conseguiti, oltre alle ulteriori indicazioni derivabili dal rilievo geologico – geomorfologico, finalizzato ad una ricostruzione del bedrock geofisico a scala locale.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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

9 CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)

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

- a) zone stabili, nelle quali non si ipotizzano effetti locali di alcuna natura (litotipi assimilabili al substrato rigido in affioramento con morfologia pianeggiante o poco acclive – pendii con inclinazione inferiore a circa 15°); in queste zone non sono quindi richiesti ulteriori approfondimenti;
- b) zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, nelle quali sono attese amplificazioni del moto sismico, come effetto dell'assetto litostratigrafico e morfologico locale; nelle zone con variazioni stratigrafiche laterali poco significative (zone di pianura, valli ampie) sono ritenuti sufficienti approfondimenti di secondo livello; nelle zone in cui la stratigrafia presenta variazioni laterali significative e il modello geologico non è assimilabile ad un modello fisico monodimensionale, come valli strette, conche intramontane e fasce pedemontane o zone prossime a strutture tettoniche sepolte (in prima approssimazione: zone con coefficiente di forma $C > 0.25$ dove $C = H/L$, H = spessore della coltre alluvionale, L = semiampiezza della valle), sono richiesti approfondimenti di terzo livello;
- c) zone suscettibili di instabilità, nelle quali gli effetti sismici attesi e predominanti, oltre i fenomeni di amplificazione, sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio (instabilità di versante in presenza di pendii instabili e potenzialmente sinistabili, liquefazioni, densificazioni, cedimenti differenziali).

Nelle selezioni areali considerate per il comune di Canicattini Bagni non sono presenti Zone stabili, quindi di seguito sono state individuate solo quelle appartenenti alle altre due categorie.

La carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (da qui in poi MOPS) realizzata per il Comune di Canicattini Bagni ha una superficie di circa 12



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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

Kmq e comprende una zona di estensione più ampia rispetto a quella dell'area interessata dai rilievi di rumore sismico.

Nonostante nell'area oggetto di studio affiorino estesamente terreni di natura litoide 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, sulla base dei dati ad oggi disponibili, può raggiungere valori superiori ai 3 m.

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

Nella selezione areale studiata (Figura 25) sono state individuate 3 zone suscettibili di amplificazione e 9 zone instabili che verranno di seguito descritte.

Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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

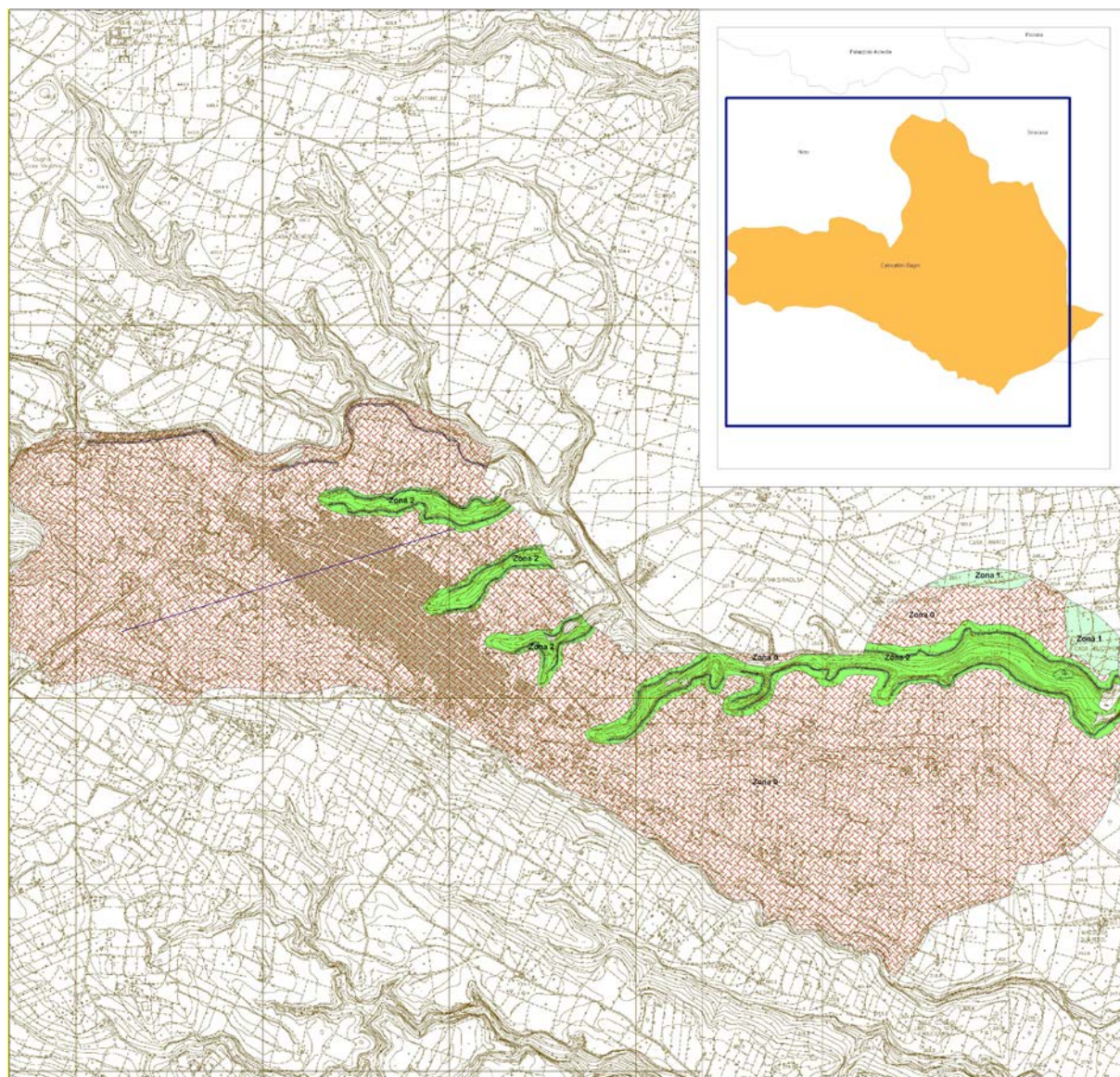


Figura 25 – Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile



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

9.1 Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

Zona 0

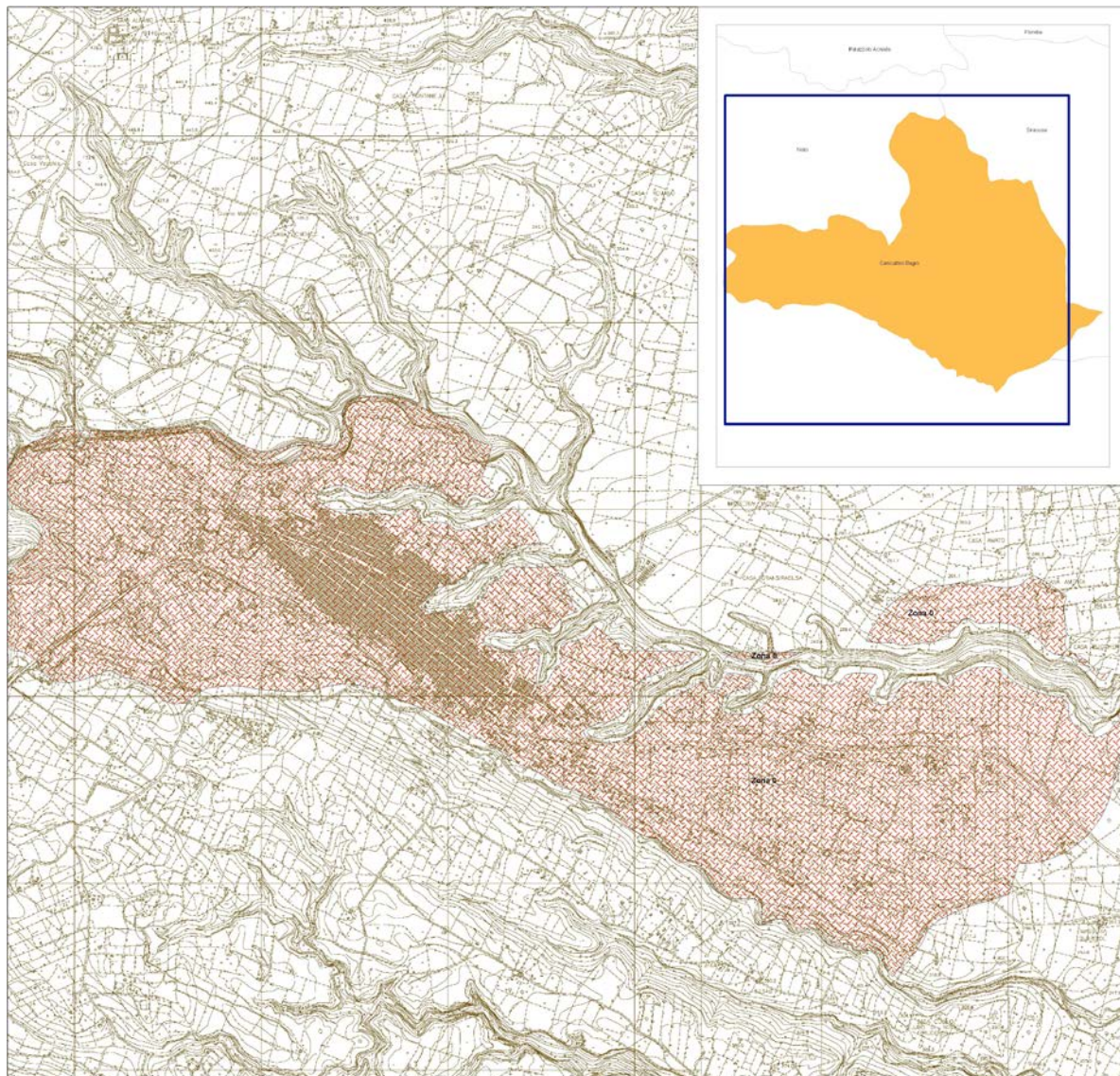
Questa zona si estende per quasi tutta la selezione areale considerata e comprende terreni appartenenti a litofacies sedimentarie del substrato geologico appartenenti alle seguenti formazioni: Formazione Monti Climiti, Formazione Palazzolo e Calcareni Superiori.

La classificazione in zona stabile suscettibile di amplificazioni locali è data dall'intensa fratturazione del substrato geologico affiorante nella sua porzione più superficiale, dello spessore medio stimato di circa 6 m, che rende gli ammassi rocciosi disarticolati. I dati ad oggi disponibili non consentono una caratterizzazione dettagliata di questa zona che tenga conto delle condizioni locali come ad esempio le zone che sono interessate da fenomeni carsici di una certa rilevanza, oppure le zone dove sono presenti terreni di riporto con spessori significativi, o anche le zone dove il substrato geologico è interessato da fratturazione intensa rispetto alle zone meno fratturate.



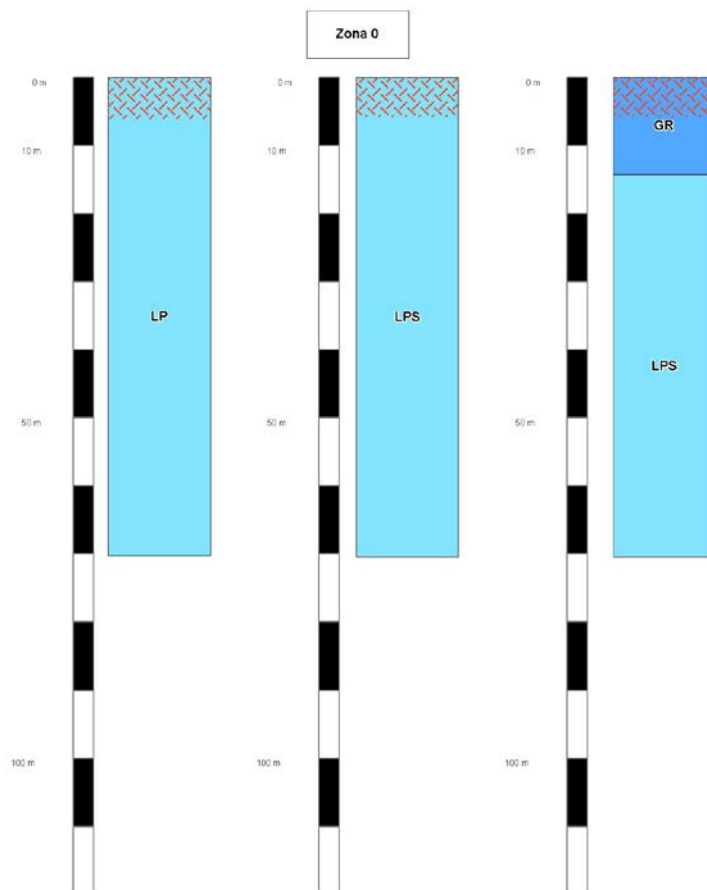
Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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



Zona 1

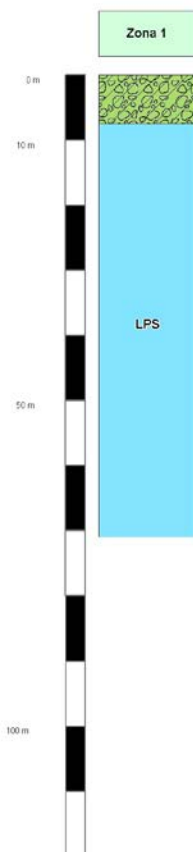
Questa zona è caratterizzata da terreni di copertura costituiti da depositi terrazzati fluviali, poco addensati, dello spessore medio di circa 8-10 m poggianti su terreni del substrato lapideo, presente in corrispondenza del limite orientale dell'area oggetto di studio.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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



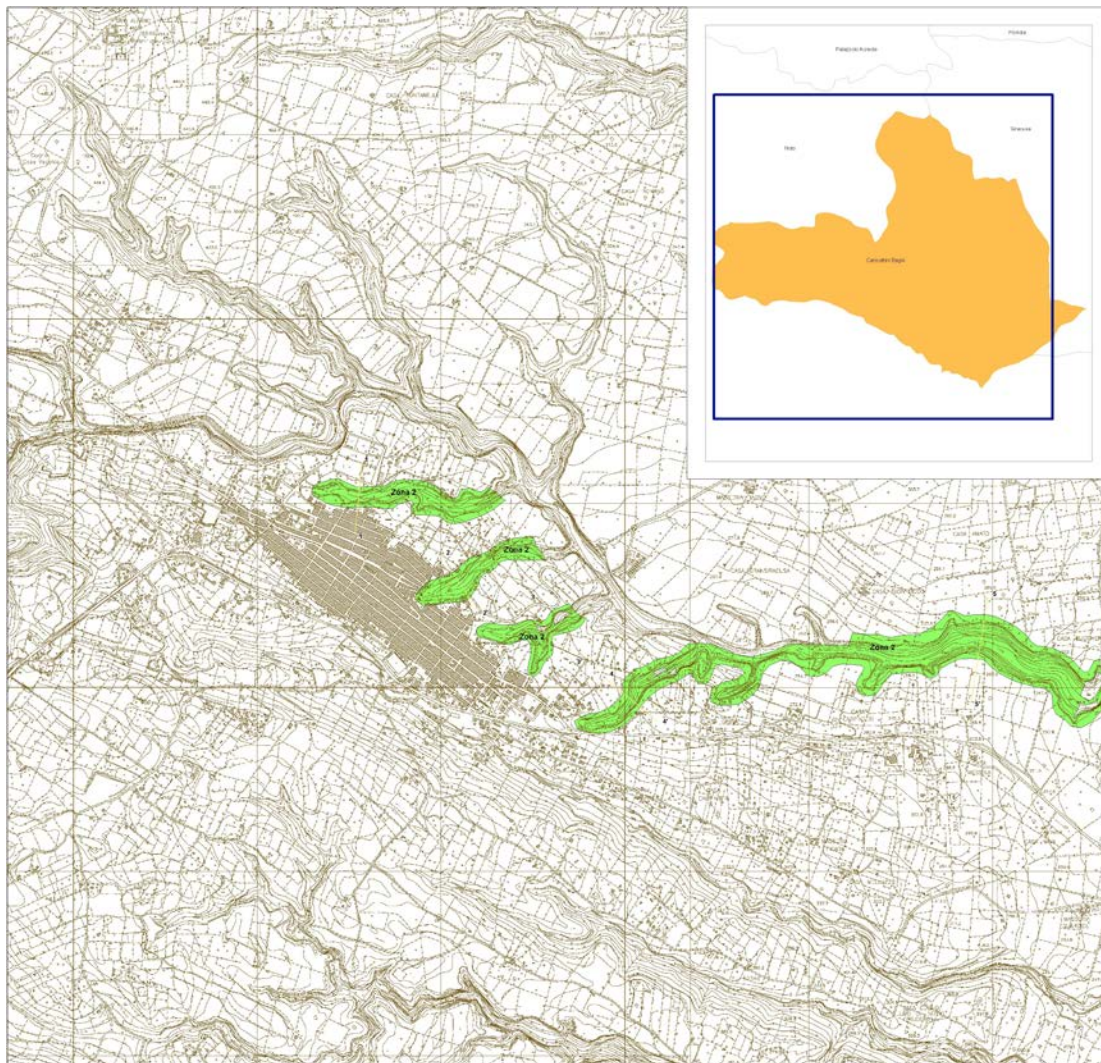


Zona 2

Si trova esclusivamente in corrispondenza delle incisioni fluviali dove le condizioni topografiche e morfologiche sono sfavorevoli (pendii con inclinazioni superiori ai 15°, orli di terrazzo fluviale > 10 m), e sono presenti di spessori significativi di terreni di copertura (falde detritiche, depositi alluvionali attuali e recenti) in corrispondenza dei fondovalle e degli alvei fluviali.

Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

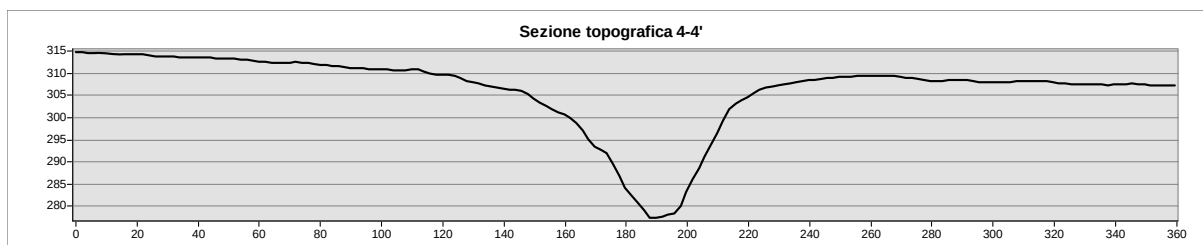
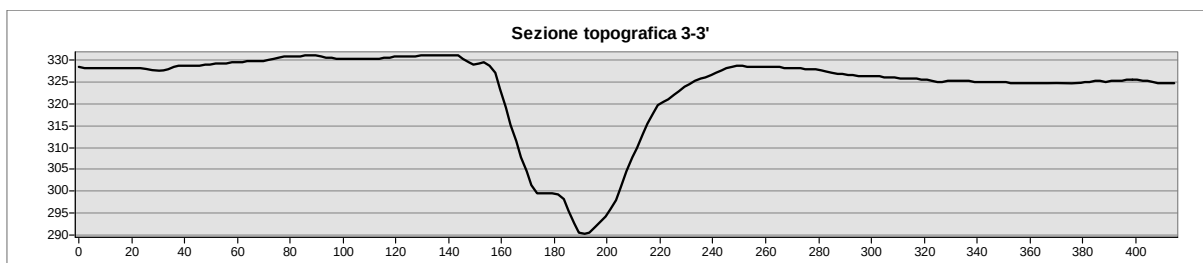
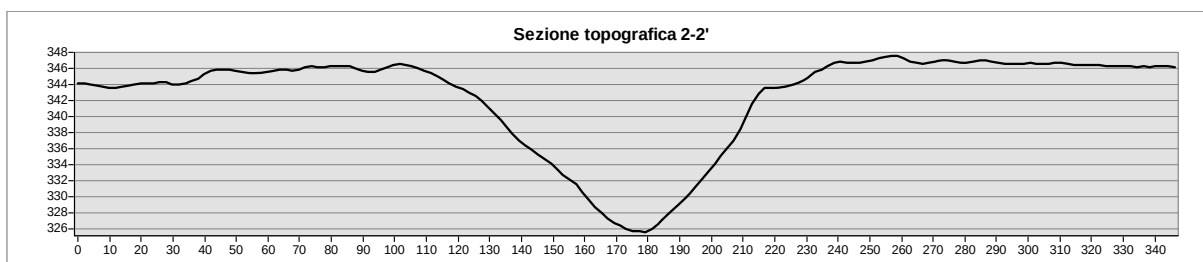
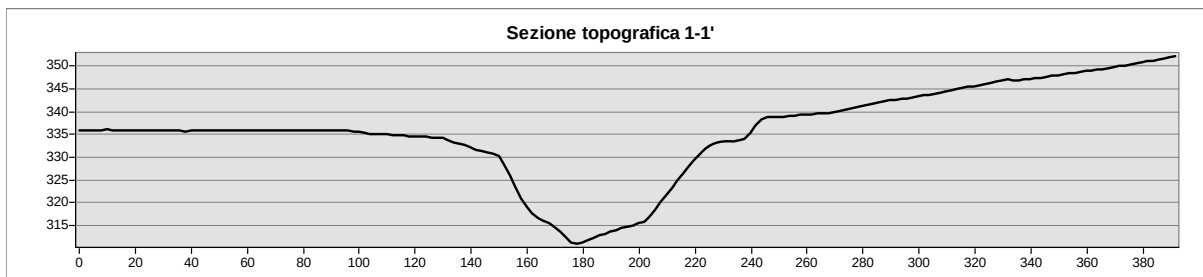
Università degli Studi di Messina
C.A.R.E.C.I
Centro Attrazione Risorse
Esterne e Creazione d'Impresa



L'immagine sopra riportata mostra la distribuzione delle Zone 2 nell'area di interesse, sono inoltre riportate le tracce dei profili topografici (vedi Figure di seguito proposte), numerate progressivamente dalla 1-1' alla 5-5', alle quali è necessario porre attenzione nei successivi livelli di approfondimento ed eventualmente da sottoporre a modellazione numerica.

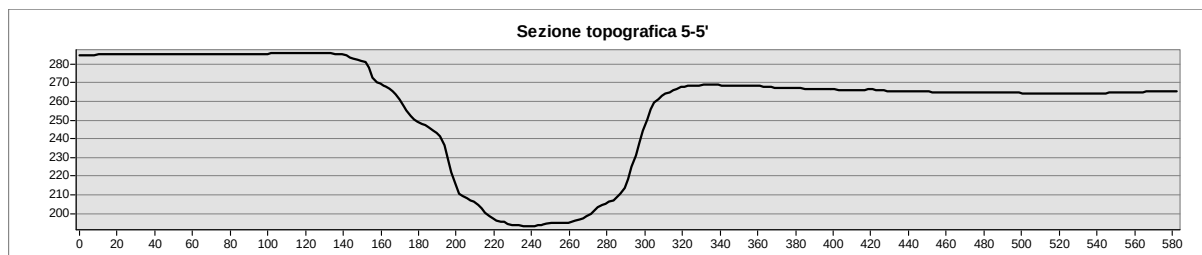
Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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 Piano Regolatore Generale e dal PAI. Il PAI ad oggi rappresenta, a livello regionale, lo strumento tecnico-scientifico con valenza amministrativa che meglio delinea 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, si riferisce ad uno stato dei luoghi e dei fenomeni funzione della data di esecuzione dei rilievi. Nel caso specifico del Comune di Canicattini Bagni nel PAI non viene riportato alcun dissesto.

Per la realizzazione della carta delle MOPS, così come per la redazione della carta Geologico-Tecnica, sono state individuate e classificate, come zone suscettibili di instabilità, solo quelle ricadenti all'interno delle aree interessate dai piani di espansione urbanistica così come vengono definite nel P.R.G.. Nell'ambito del presente studio sono state individuati e cartografati 9 dissesti, questi sono generalmente limitati alla base dei cicli delle pareti dei massicci carbonatici litoidi e sono potenzialmente soggetti a distacchi improvvisi di grossi blocchi rocciosi, in particolare si tratta di cumuli di materiale detritico e affiorano lungo i versanti delle profonde incisioni vallive.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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

10 INDICAZIONI CONCLUSIVE

I rilievi geologici e geomorfologici acquisiti per il territorio comunale esaminato sono stati utili alla ricostruzione di un modello geologico preliminare 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 per questo ambito territoriale la completa mancanza di dati geognostici che rende indispensabili opportune integrazioni.

I risultati conseguiti sono, pertanto da considerare preliminari e potranno essere perfezionati solo in sede di successivi approfondimenti.

In questa fase si suggeriscono le seguenti indicazioni:

1) MODELLO TRIDIMENSIONALE DEL SOTTOSUOLO.

Nel territorio in esame appare di grande utilità la ricostruzione della morfologia del substrato geologico, al di sotto delle coperture, sia ai fini del dettaglio dello spessore delle coperture stesse che allo scopo di individuare eventuali giaciture complesse, derivate anche dalla presenza di strutture tettoniche sepolte o giustapposizioni tra corpi a differente litologia, che possono differenziare notevolmente la risposta sismica locale.

L'eventuale progetto del programma d'indagini necessario dovrà essere fortemente vincolato alle informazioni geologiche di superficie ed in grado di definire:

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

2) ANDAMENTO DEL BEDROCK GEOFISICO.



Regione Siciliana – 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 ricostruzione dell'andamento del bedrock geofisico che, come è stato messo in evidenza dai risultati qui conseguiti, non coincide con il tetto del substrato geologico presenta maggiori difficoltà a causa della caotica distribuzione dei volumi fratturati dagli stress tettonici che lo pongono entro le formazioni del substrato a profondità che variano in modo irregolare.

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

11 BIBLIOGRAFIA

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.

Basili R., Valensise G., Vannoli P., Burrato P., Fracassi U., Mariano S., Tiberti M.M., Boschi E., 2008. The Database of Individual Seismogenic Sources, DISS version 3: summarizing 20 years of research on Italy's earthquake geology, *Tectonophysics*, doi:10.1016/j.tecto.2007.04.014.

Bender B., Perkins D.M., 1987. SEISRISK III: a computer program for seismichazard estimation. *U.S. Geological Survey Bulletin*, 1772, 48.

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

Bottari A., Carapezza E., Carapezza M., Carveni P., Cefali F., Lo Giudice E., Pandolfo C., 1984. The Messina Strait Earthquake in the regional geostructural framework. *Act of XXVII International Geological Congress*, C 08 section, Moscow.

Butler R.W.H., Grasso M., Gardiner W. & Sedgely, 1997. Depositional patterns and their tectonic controls within the Plio-Quaternary carbonate sands and muds of onshore and offshore SE Sicily (Italy). *Marine and Petroleum Geology*, 14 (7-8), 879-892.



Regione Siciliana – 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. & Lentini F., 1981a. Caratteri deposizionali delle vulcaniti del Miocene superiore negli Iblei (Sicilia sud orientale). *Geologia. Romana*, 20, 79-101.

Carbone S. & Lentini F., 1981b. Rapporti tra il vulcanesimo miocenico e tettonica nel settore orientale dei Monti Iblei (Sicilia sud orientale) *Rend. Soc. Geol. It.*, 4, 245-248.

Carbone S., Grasso M., Lentini F., 1982c. Considerazioni sull'evoluzione geodinamica della Sicilia sud-orientale dal cretaceo al Quaternario. *Mem. Soc. Geol. It.*, 24, 362-386.

Carbone S., Grasso M. e Lentini F., 1986. Carta Geologica del Settore Nord-Orientale Ibleo (Sicilia SE) scala 1:50.000. S.EL.CA Ed., Firenze.

Carbone S., 2011. Note illustrative della Carta geologica D'Italia, scala 1:50.000, Foglio 241 Augusta. S.EL.CA Ed., Firenze.

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., Romagnoli G., Torrisi S., Tortorici G. & Tortorici L., 2008°. Evidence of a late Quaternary tectonic inversion along the Scicli Line: omplication for the sismotectonics of SE Sicily. *£5° Convegno GNGT Roma*, 2006, 286-289.

Cornell C. A., 1968. Engineering seismic risk analysis. *Bull. Seism. Soc. Am.*, 58, 1583-1606.

Costa M., Di Grande A., Maniscalco R., Musumeci C., 1993. Assetto stratigrafico delle ultime manifestazioni eruttive iblee. *Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat. Catania*, 20, 425-443.

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>.

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.

Di Grande A., 1967. I sedimenti pleistocenici del margine settentrionale dell'Altopiano Ibleo. *Atti Acc. Gioenia Sc. Nat.*, 1, 1,83-97



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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

Di Grande A., 1968. L'alternanza neogenico quaternaria di vulcaniti e sedimenti al margine nord occidentale dell'Altopiano Ibleo. Atti Acc. Gioenia Sci. Nat., 1, 99-125.

Di Grande A., 1972. Geologia dell'area a nord di Augusta Francofonte (Sicilia SE). Atti Acc. Gioenia Sc. Nat., 7, 1, 91-125.

DISS Working Group, 2010. Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.1.1: a compilation of potential sources for earthquakes larger than M 5.5 in Italy and surrounding areas. <http://diss.rm.ingv.it/diss/> INGV 2010 – Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

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

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

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.

Gasparini P. e Ferrari G., 1995. Stima dei parametri sintetici, in: Boschi E. (a cura di), Catalogo dei Forti Terremoti in Italia dal 461 a.C. al 1980, ING e SGA, Bologna, 96-111.

Gasparini P. e Ferrari G., 1997. Stima dei parametri sintetici: nuove elaborazioni, in: Boschi E. (a cura di), Catalogo dei Forti Terremoti in Italia dal 461 a.C. al 1990, ING e SGA, Bologna, 56-64.

Gemmellaro G.C, 1885. Foglio 274 della Carta Geologica d'Italia (1:100.000) e le relative note illustrative.

Ghisetti F. & Vezzani L., 1980. The structural features of the Iblean Plateau and the Mont Judica area (South Eastern Sicily): a microtectonic contribution to the deformational history of the Calabrian Arc. Boll. Soc. Geol. It., 99, 57-102.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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

Grasso M. & Lentini F., 1982. Sedimentary and tectonic evolution of the eastern Hyblean Plateau (Southeastern Sicily) during Late Cretaceous to Quaternary time. *Palaeog. Palaeocl. Palaeoecol.*, 39, 261-280.

Grasso M., Lentini F., Lombardo G. & Scamarda G., 1979. Distribuzione delle facies cretaceo-mioceniche lungo l'allineamento Augusta – Monte Lauro (Sicilia Sud Orientale). *Boll. Soc. Geol. It.*, 98. 175-188.

Grasso M., Lentini F. & Pedley H.M., 1981. Late Tortonian Messinian (Miocene) palaeogeography of SE Sicily, information from two new formations of the Sortino group. *Sedimentary Geology*, 32, 279-300.

Grasso M., Lentini F., Carbone S., 1987., Lineamenti geologici del Plateau Ibleo (Sicilia S.E.): presentazione delle carte geologiche della Sicilia sud – orientale. *Memorie della Società Geologica Italiana* vol. XXXVIII, fasc. unico.

Guidoboni E., Ferrari G., Mariotti D., Comastri A., Tarabusi G., Valensise G., 2007. CFTI04MED, Catalogo dei forti terremoti in Italia e nell'area mediterranea. INGV-SGA.

Gruppo di Lavoro MPS, 2004. Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'ordinanza PCM 3274 del 20 Marzo 2003. Rapporto conclusivo per il Dipartimento della Protezione civile, INGV, Milano-Roma, Aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici.

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.

Kafka F.T. & Kirkbride R.K., 1959. The Ragusa oil field (Sicily). V. World Petr. Congr., Proc. Geol. Sect., 1, New York.

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

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

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



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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

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

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

Lentini F., Carbone S. & Grasso M., 1984. Carta geologica della Sicilia sud orientale, scala 1:100.000. S.EL.CA., Firenze.

Lentini F., Grasso M. & Carbone S., 1987. Introduzione alla geologia della Sicilia e guida all'escursione. In F. Lentini, M. Grasso & S. Carbone (Eds): "Sistemi avana fossa avampaese lungo la Catena appenninica Maghrebide". *Conv. Soc. Geol. It.*, 1987, 60pp.

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

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

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

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

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

Ogniben L., 1960. Nota illustrativa dello schema geologico della Sicilia nord-orientale. *Riv. Min. Sic.*, 64-65, 183-212.

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

Patacca E., Scandone P., Giunta G. & Liguori V., 1979. Mesozoic paleotectonic evolution of the Ragusa zone (southern Sicily). *Geologica romana*, 18, 331-369.

Pedley H.M., 1981. Sedimentology and paleoenvironment of the southeast Sicilian Tertiary platform carbonates. *Sedimentary Geology*, 28, 273-291.



Regione Siciliana – Presidenza
Dipartimento della Protezione
Civile

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

Postpischl D., 1985. Atlas of isoseismal maps of Italian earthquakes - Progetto P.F.G..

Rigo M. & Barbieri F., 1959. Stratigrafia pratica applicata in Sicilia. Boll. Serv. Geol. D'It., 80, 351-441.

Rigo M. & Cortesini A., 1961. Contributo alla conoscenza strutturale della Sicilia sud-orientale. Boll. Soc. geol. It., 81. 349-369.

Rovida A., Camassi R., Gasperini P., Stucchi M., 2011. CPTI11, versione 2011 del Catalogo parametrico dei terremoti italiani.

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

Shiono, K., Y. Ohta and K. Kudo, 1979. Observation of 1 to 5 sec microtremors and their applications to earthquake engineering. Part VI: existence of Rayleigh wave components. Journal of Seismological Society of Japan, 32, 115-124.

Tiberti M. M., Fracassi U., Valensise G., 2006. Il quadro sismotettonico del grande terremoto del 1905, In "8 settembre 1905 Terremoto in Calabria" a cura di Ignazio Guerra e Antonello Savaglio, Volume edito dalla Regione Calabria Assessorato alla Cultura, Università della Calabria, Dipartimento di Fisica, Deputazione di Storia Patria per la Calabria. AGM S.r.l. Castrovillari (CS).

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)