



Ministero dell'Istruzione, dell'Università e delle Scienze



COMUNE DI MOTTA SAN GIOVANNI



Unione Europea

FONDI  
STRUTTURALI  
EUROPEI

pon  
2014 - 2020

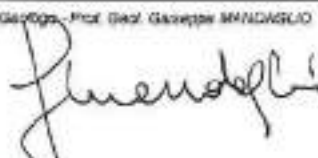


MIUR

FONDO EUROPEO DI SVILUPPO REGIONALE (FESR)

### PROGETTO DEFINITIVO

Realizzazione di interventi di messa in sicurezza e  
riqualificazione degli edifici pubblici adibiti ad uso  
scolastico - Scuola Media Motta San Giovanni - Scuola  
elementare Lazzaro

<b>COMMITTENTE:</b> <b>COMUNE DI MOTTA SAN GIOVANNI (RC)</b> P.zza della Municipalità 89065 Motta San Giovanni (RC)	<b>ELABORATO:</b>  <b>RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA GEOLOGICA E SISMICA</b>	scala	Tav  <b>R04</b>
<b>IMPRESA ESECUTRICE:</b>		data  febbraio 2018	rev. n°
<b>PROGETTO:</b> <b>UFFICIO TECNICO</b> P.zza della Municipalità 89065 Motta San Giovanni (RC) tel.0965-716213 fax.0965-711678 e-mail: tecnico@comunemottesg.it	A Progettata - Arch. Maria ALBIA - Ing. Francesco GIOVNAZZO		
<b>COLLABORATORI ALLA PROGETTAZIONE:</b> Ing. Giuseppe CALABRO	I.R.C.P. - Ing. Giuseppe MAURO	A Geologo - Prof. Geol. Giuseppe MANDIGLIO 	

# INDICE

Premesse .....	1
<b>2. INQUADRAMENTO TETTONICO E GEOSTRUTTURALE .....</b>	<b>5</b>
2.1 Aspetti regionali .....	5
2.2 Geostrutture a carattere locale .....	6
<b>3. SUCCESSIONE GEOLOGICA LOCALE .....</b>	<b>8</b>
<b>4. ASSETTO GEOMORFOLOGICO e MORFOGENESI .....</b>	<b>12</b>
<b>5. IDROLOGIA E IDROGEOLOGIA .....</b>	<b>15</b>
5.1. Acque superficiali .....	15
5.2 Acque sotterranee .....	15
<b>6. RIFERIMENTI PAI .....</b>	<b>17</b>
<b>7. INDAGINI GEOGNOSTICHE .....</b>	<b>20</b>
7.1 Finalità ed impiego delle indagini .....	20
7.2 Indagini MASW .....	20
7.3 Prove penetrometriche DPSH .....	26
7.4 Confronto fra le indagini e parametri dei terreni .....	29
7.5 Parametri sismici .....	30
7.6 Parametri geomeccanici .....	30
<b>8. SISMOTETTONICA E PERICOLOSITÀ SISMICA .....</b>	<b>31</b>
8.1 Faglie capaci .....	33
8.2 Sismicità e pericolosità sismica .....	36
<b>9. MODELLAZIONE SISMICA DI SITO E AZIONE SISMICA DI PROGETTO .....</b>	<b>42</b>
9.1 Caratterizzazione sismica - categoria di suolo .....	42
9.2 Caratterizzazione sismica mediante Vs30 .....	43
9.3 Liquefazione .....	44
9.4 Risposta sismica locale e azione sismica di progetto .....	46
9.5 Coordinate geografiche .....	47
9.6 Amplificazione stratigrafica .....	49
9.7 Amplificazione Topografica .....	50
<b>10. MODELLO GEOLOGICO e CONDIZIONI di FATTIBILITA' .....</b>	<b>52</b>
<b>11. CONCLUSIONI .....</b>	<b>54</b>

Committente	Oggetto	Elaborato	
Comune di Motta San Giovanni	Progetto di verifica della vulnerabilità sismica della Scuola Media di Motta Centro	Relazione geologica	
		30.1.2018	Pag. 2 di 56

- inquadramento tettonico e geostrutturale della regione geologica
- identificazione delle formazioni presenti nell'ambito territoriale in cui ricade l'edificio in esame;
- definizione dell'assetto litostratigrafico del sottosuolo, con indicazione dell'origine, natura, tipo e grado d'alterazione dei litotipi esistenti, e con la descrizione della natura e geometria delle superfici di discontinuità;
- caratterizzazione geomorfologica con indicazione degli eventuali dissesti in atto o potenziali e dei livelli di pericolosità conseguenti;
- descrizione degli aspetti idrologico-idrogeologici e ricostruzione schematica della circolazione idrica superficiale e sotterranea;
- classificazione geologico-tecnica dei litotipi presenti nel substrato di fondazione;
- ricostruzione del modello geologico del sottosuolo;
- descrizione ed analisi della sismicità e della risposta sismica locale con le indicazioni necessarie per la verifica dell'azione sismica coerentemente con i risultati delle indagini geologiche e delle elaborazioni eseguite.



Committente	Oggetto	Elaborato	
Comune di Motta San Giovanni	Progetto di verifica della vulnerabilità sismica della Scuola Media di Motta Centro	Relazione geologica	
		30.1.2018	Pag. 4 di 56



Figura 0.2 – Foto aerea dell'edificio e dell'area circostante

Le coordinate geografiche (coordinate metriche) del punto medio dell'edificio sono:

Latitudine 38,001713

Longitudine 15,701798°;

Elevazione 472 m slm.





Committente	Oggetto	Elaborato	
Comune di Motta San Giovanni	Progetto di verifica della vulnerabilità sismica della Scuola Media di Motta Centro	Relazione geologica	
		30.1.2018	Pag. 8 di 56

### 3. SUCCESSIONE GEOLOGICA LOCALE

I fenomeni tettonici regionali hanno influenzato sia l'assetto geostrutturale che la successione geologica, dando luogo a formazioni distinte per età, origine, tipologia e grado di alterazione, nonché per la natura e la geometria delle superfici di discontinuità.

Le consultazioni biblio-cartografiche hanno permesso di stabilire che nel territorio di Motta San Giovanni in cui ricade l'edificio vengono a giorno numerose formazioni le cui nomenclature età ed aree di affioramento sono visibili sulla carta geologica rappresentata in figura 3.1.

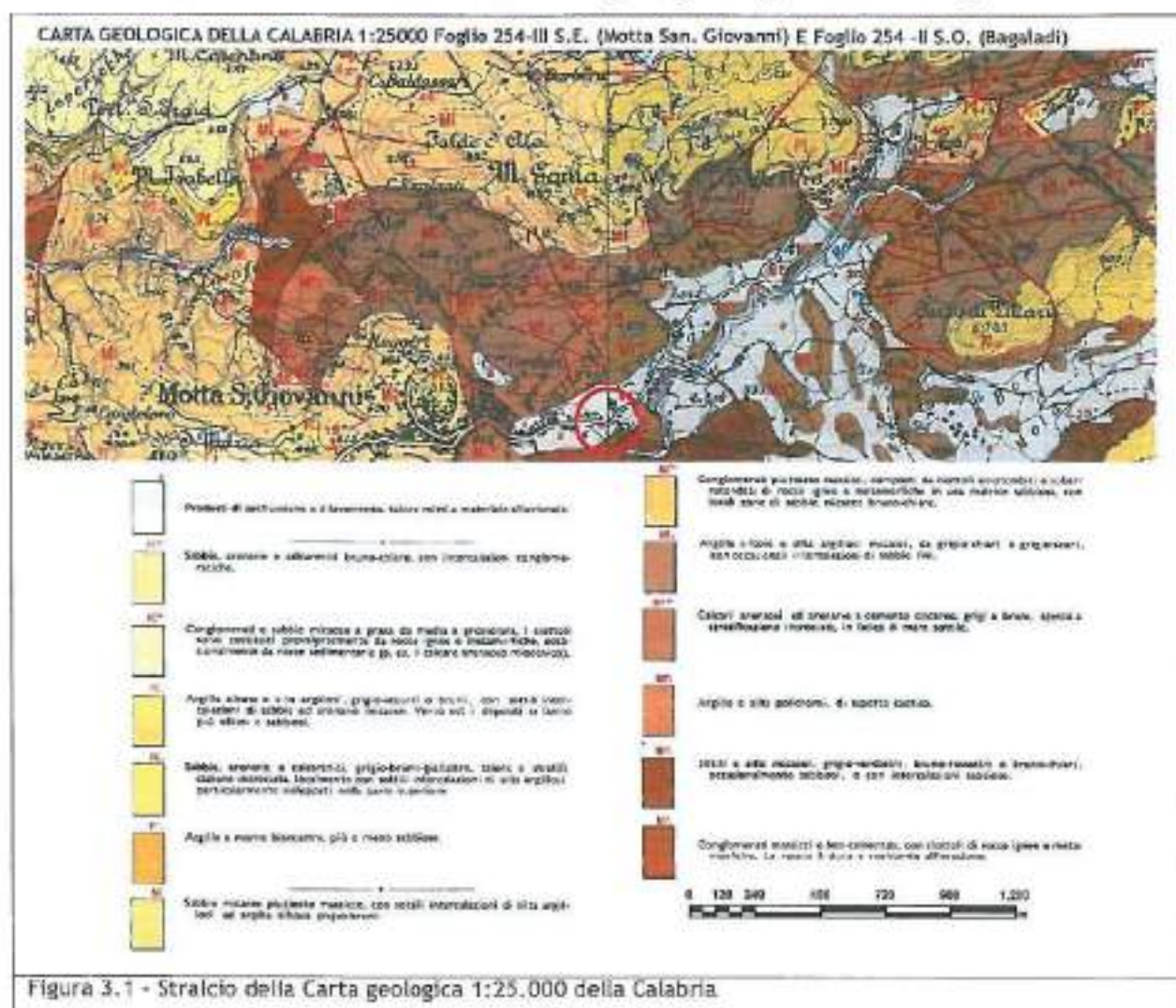


Figura 3.1 - Stralcio della Carta geologica 1:25.000 della Calabria

Ma i rilievi sul terreno hanno evidenziato che gli affioramenti in grado di caratterizzare la successione stratigrafica dell'area di costruzione sono:

- Prodotti di solifluzione e dilavamento talora misti a materiali alluvionali
- *Calcari arenacei e arenarie a cemento calcareo* (Miocene Medio).
- *Siltiti e silts micacee* (Miocene Inferiore)

Committente	Oggetto	Elaborato	
Comune di Motta San Giovanni	Progetto di verifica della vulnerabilità sismica della Scuola Media di Motta Centro	Relazione geologica	
		30.1.2018	Pag. 10 di 56

smantellamento delle formazioni geologiche in gran parte ancora affioranti nell'entroterra più immediato.

Il meccanismo della solifluzione permette di prevedere l'esistenza di livelli di materiali ora più grossolani ora più fini, in relazione alle dimensioni originarie del materiale mobilitato.

Ma in un'area poco distante dal fabbricato in esame, alcuni pozzetti esplorativi hanno evidenziato una massa aggregante limoso-argillosa che fa da matrice agli altri materiali e può spingersi in profondità fino a superare i 2 metri.

I dati provenienti dalle indagini geognostiche confermano i risultati delle ricerche e delle osservazioni dirette ed indicano una predominanza delle litologie più o meno limose, con occasionali ciottoli. Questi terreni, anche se non manifestano un'evidente stratificazione, possono ritenersi caratterizzati da giaciture sub-orizzontali, con possibilità di intercalazioni lenticolari poco significative.

Questi litotipi si rinvengono sempre allo stato pseudocoerente dove prevale la matrice limo-argillosa, cosa che conferisce una scarsa permeabilità e una modesta resistenza ai processi erosivi. Locali incrementi di permeabilità, peraltro privi di particolare significato idrogeologico, si possono avere nelle lenti in cui prevale la concentrazione di materiali a grana più grossa.

Il substrato geologico su cui si dispongono i prodotti di soliflusso è nettamente diverso a seconda del lato da cui si guarda.

Infatti verso nord, fortemente rialzata, e verso est in posizione più depressa viene a giorno una formazione carbonatica, mentre verso sud, ancora più in basso, affiora un complesso siltitico, ambedue di età miocenica.

La formazione carbonatica è costituita da *Calcarei arenacei e Arenarie a cemento calcareo* [**M<sup>co</sup><sub>2</sub>**] la cui età è riferibile al Miocene medio.

I litotipi della formazione, noti in letteratura come "*Calcareniti in facies di Floresta*", i presentano evidenze tipiche di sedimentazione di mare sottile, ma verso il tetto non è raro osservare litotipi prevalentemente conglomeratici (con elementi a spigoli vivi e melanocrati) in corrispondenza dei quali possono osservarsi locali tracce di stratificazione incrociata. Il membro basale dell'affioramento, invece, è per lo più costituito da banconi carbonatici (calcareniti, disposti con giacitura orizzontale o debolmente inclinata.

A questi materiali viene attribuita una permeabilità medio-elevata, non a causa della porosità; ma dell'intensa fratturazione.

Il complesso presenta una buona resistenza all'erosione.

La formazione sedimentaria **M<sup>ss</sup><sub>(1-2)</sub>**, ascrivibile al Miocene Inferiore-medio, è costituita per lo più da siltiti compatte e ben stratificate la cui porzione superficiale, sovente alterata, presenta colorazioni variabili dal grigio-verdastro al bruno con porzioni rossastre.



Committente	Oggetto	Elaborato	
Comune di Motta San Giovanni	Progetto di verifica della vulnerabilità sismica della Scuola Media di Motta Centro	Relazione geologica	
		30.1.2018	Pag. 12 di 56

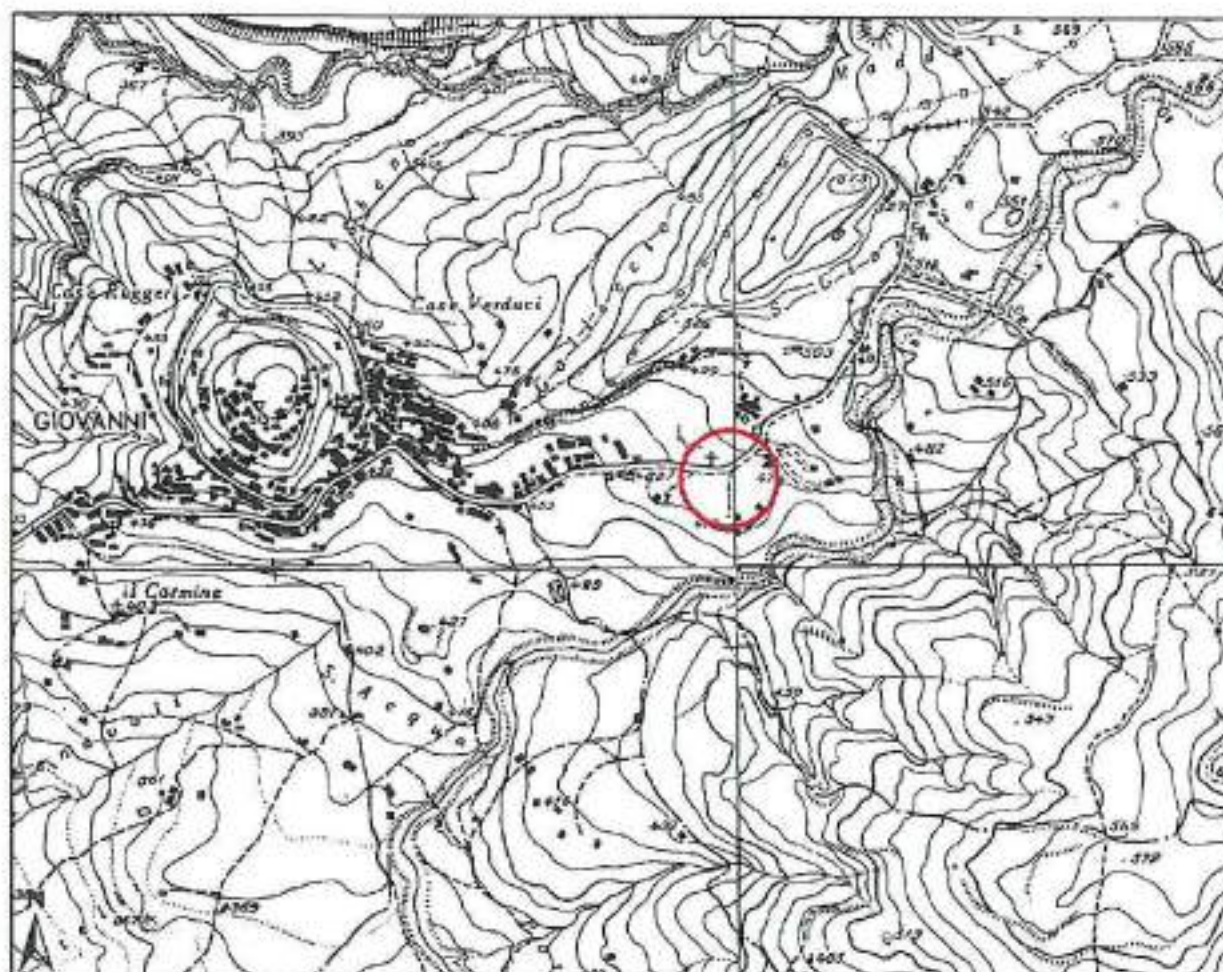
#### 4. ASSETTO GEOMORFOLOGICO e MORFOGENESI

L'area su cui è stato costruito l'edificio si trova all'altitudine di  $\approx 475$  metri su un contrafforte collinare che, con andamento allungato da nord-est a sud-ovest, separa il bacino imbrifero del Torrente San Basilio dall'area di testa della Fiumarella di Lume-Fosso Aloi.

In effetti, l'area di costruzione è situata su una specie di ripiano che si adagia fra una scarpata morfo-tettonica che da Motta San Giovanni si protende verso San Giorgio e la sponda destra del Torrente San Basilio assumendo la forma di un antico terrazzo fluviale.

L'impronta della tettonica sulla morfologia è chiaramente predominante verso nord ma agisce in maniera subordinata verso sud dove, invece, prevale l'azione morfodinamica del torrente.

Dal confronto fra le mappe che seguono appare evidente, invece, l'impronta antropica (urbanizzazione, consumo di suolo, ecc.).



Cartografia CASMEZ 1:10.000 Fogli 254 II S.D. C - 254 III S.E. B - 263 I N.O. D - 263 IV N.E. A

Sulla prima tavola, che rispecchia la situazione topografica al 1957 in scala 1:10.000, si nota la limitata espansione urbana e l'insediamento abitativo abbarbicato attorno al rilievo del



Committente	Oggetto	Elaborato	
Comune di Motta San Giovanni	Progetto di verifica della vulnerabilità sismica della Scuola Media di Motta Centro	Relazione geologica	
		30.1.2018	Pag. 14 di 56

solo per quanto riguarda la presenza di case e di infrastrutture ma anche per gli scavi, gli sbancamenti e i rimaneggiamenti del terreno che hanno preceduto e accompagnato l'urbanizzazione.

In particolare, l'area su cui oggi appoggia l'edificio scolastico sembra che abbia subito operazioni di ripianamento anche in relazione al suo uso precedente (campo sportivo rudimentale). In base a quanto è stato possibile ricostruire, sembra che gli sbancamenti abbiano interessato in massima parte la zona occupata dall'edificio, mentre nell'area occupata dal piazzale retrostante sarebbero avvenuti i rinterri fino ad ottenere una superficie pianeggiante. In tal ricostruzione, la linea di distacco visibile sul piazzale potrebbe essere attribuita alle più ridotte proprietà geo-meccaniche dei terreni e al loro assestamento differenziato in seguito ad assorbimento d'acqua.

A fenomeni di inadeguata raccolta e canalizzazione delle acque meteoriche possono essere attribuite le insidiose tracce di umidità che si possono osservare sul lato monte dell'edificio.

Committente	Oggetto	Elaborato	
Comune di Motta San Giovanni	Progetto di verifica della vulnerabilità sismica della Scuola Media di Motta Centro	Relazione geologica	
		30.1.2018	Pag. 16 di 56

Considerando la modesta quantità delle precipitazioni annue ( $P < 480$  mm a Motta San Giovanni) e la struttura geologica dell'area, la presenza di falde acquifere è pressoché trascurabile poiché le formazioni geologiche presenti nel substrato (le *calcareniti*  $[M(c-ar)_2]$  per discontinuità stratigrafica e distanza, e le *siltiti*  $[Mss_{(1-2)}]$  per impermeabilità) non consentono l'accumulo di acqua nel sottosuolo. I terreni di copertura, invece, potrebbero risultare permeabili e assorbire le acque meteoriche e rendere attivi i processi di percolazione almeno fino al contatto con il substrato siltitico-argilloso.

Ma pur in queste condizioni generali, la densità del tessuto urbano rende di fatto impermeabile la superficie esposta agli afflussi idrometeorici per cui la circolazione dell'acqua nel sottosuolo è da ritenere poco rilevante.

Tuttavia, anche se l'assetto geologico generale e le ricostruzioni idrogeologiche locali portano ad escludere la presenza di falde sotterranee degne di interesse per fini utili, va evidenziato che nel caso di infiltrazione di acqua nel sottosuolo - qualsiasi possa esserne la provenienza - il loro smaltimento sarà alquanto lento.

Pertanto, oltre ad aver cura di allontanare pluviali e scarichi idraulici dalle fondazioni, appare opportuno che sui lati esterni dello stesso edificio rivolti a est e a nord siano realizzate delle strutture di drenaggio che prevengano il contatto e la permanenza dell'acqua di infiltrazione con le fondazioni. Un drenaggio efficace, infatti, contribuirà alla conservazione del manufatto.



Committente	Oggetto	Elaborato	
Comune di Motta San Giovanni	Progetto di verifica della vulnerabilità sismica della Scuola Media di Motta Centro	Relazione geologica	
		30.1.2018	Pag. 18 di 56

Limitando le analisi formali al Piano vigente e alle due categorie di rischio che possono interessare l'area in esame (Frane ed Esondazioni Alluvioni), Il PAI distingue, quattro classi o livelli;

**R1 [Rischio moderato].** Attribuito alle aree nelle quali i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono stati giudicati marginali;

**R2 [Rischio medio].** Comprende le aree in cui è ritenuto possibile che si verifichino danni minori agli edifici, alle infrastrutture ed al patrimonio ambientale senza pregiudizio per l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche;

**R3 [Rischio elevato].** Nelle aree ricadenti in questa classe di rischio sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale;

**R4 [Rischio molto elevato].** Nel territorio inserito in questa classe di rischio sono possibili perdite di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, distruzione di attività socio-economiche.

Un rapido esame degli elaborati cartografici ha evidenziato anzitutto che nell'area in esame non vi sono frane né rischio di frane<sup>(1)</sup>.

Per quanto attiene al rischio idraulico, la Cartografia PAI non individua alcuna area a rischio

(1).

N.B. Per quanto riguarda l'esatta differenziazione fra Pericolosità e Rischio adottata anche dall'ABR, è opportuno ricordare l'espressione

$$R = P \times V \times E$$

in cui R = Rischio; P = Pericolosità; E= Esposizione (UNDRO-Unesco,1984)

Committente	Oggetto	Elaborato	
Comune di Motta San Giovanni	Progetto di verifica della vulnerabilità sismica della Scuola Media di Motta Centro	Relazione geologica	
		30.1.2018	Pag. 20 di 56

## 7. INDAGINI GEOGNOSTICHE

### 7.1 Finalità ed impiego delle indagini

Per definire la situazione lito-stratigrafica e geologico-tecnica richiesta dalle NTC 2008, è stata progettata ed eseguita direttamente dal Comune di Motta San Giovanni una campagna geognostica che, tenendo conto della oggettiva impossibilità di accesso diretto dovuta alla presenza del fabbricato, fosse tuttavia in grado di fornire informazioni utili per la verifica di vulnerabilità sismica e per il relativo progetto di mitigazione.

Del resto, la ricostruzione degli aspetti geologici generali dell'area di costruzione - ottenuta attraverso l'integrazione delle informazioni provenienti dalle carte geologiche ufficiali messe a confronto con le osservazioni e i rilievi di dettaglio - ha consentito di individuare alcune problematiche del sottosuolo e delle situazioni geomorfologiche ed idrogeologiche al contorno alle quali ora si aggiunge il riscontro delle indagini geognostiche.

Oltre alla verifica delle ricostruzioni e dei dati biblio-cartografici e alla congruenza con le determinazioni ricavate dai rilievi diretti, la campagna geognostica è stata utilizzata per l'acquisizione di alcuni parametri stratigrafici e litotecnici nonché per la determinazione di alcuni importanti parametri sismologici.

Le indagini geognostiche comprendono:

- n. 1 Prova MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) per la determinazione delle  $V_{s30}$ ;
- n.2 Prove penetrometriche dinamiche pesanti.

### 7.2 Indagini MASW

La necessità di ottenere i parametri geosismici del sottosuolo in maniera rapida ha stimolato i ricercatori a studiare tecniche non invasive, quindi più economiche, veloci e pratiche delle prove da effettuare nei fori dei sondaggi meccanici tradizionali.

Una tecnica molto usata prevede l'immissione nel sottosuolo di vibrazioni cicliche prodotte alla superficie del suolo, di "misurare" la velocità di propagazione in profondità delle onde attraverso l'impiego di specifiche apparecchiature, e di dedurre alcune importanti proprietà geomeccaniche dei terreni attraversati in funzione della modalità di propagazione delle onde sismiche.

Una delle tecniche più utilizzate in questo campo è la MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) che fornisce la stratigrafia e le velocità delle onde di taglio. Una volta acquisiti gli



Committente	Oggetto	Elaborato	
Comune di Motta San Giovanni	Progetto di verifica della vulnerabilità sismica della Scuola Media di Motta Centro	Relazione geologica	
		30.1.2018	Pag. 22 di 56

Per ottenere un profilo ( $V_s$ ) bisogna produrre un treno d'onde superficiali a banda larga e registrarlo filtrando il rumore di fondo presente nel sito di registrazione. L'inversione della curva di dispersione viene realizzata con processi di iterazione utilizzando una curva di dispersione di riferimento. Per ottenere il profilo verticale delle  $V_s$  dalla curva di dispersione sono necessari il Coefficiente di Poisson e la densità del materiale, solitamente stimati utilizzando in larga misura le tipologie dei materiali.

La velocità di propagazione delle onde di Rayleigh in un semispazio elastico, omogeneo ed isotropo, è indipendente dalla frequenza ed il moto indotto dalla propagazione si smorza rapidamente con la profondità, sino ad estinguersi ad una profondità circa pari ad una lunghezza d'onda. La profondità raggiunta dalla perturbazione dipende dalla lunghezza d'onda e, in mezzi omogenei, a diverse lunghezze d'onda corrisponde un'unica velocità di fase ( $V_R$ ). In un mezzo verticalmente eterogeneo, costituito da strati aventi proprietà meccaniche differenti, il comportamento delle onde superficiali diventa dispersivo nel senso che a frequenze diverse corrispondono diverse velocità di fase. Quindi, nel caso di un mezzo eterogeneo, le onde superficiali non hanno una singola velocità, ma diverse velocità di fase in corrispondenza delle diverse frequenze: tale fenomeno, dipendente dalla distribuzione spaziale delle proprietà sismiche del sottosuolo è noto come dispersione geometrica e la relazione che lega la frequenza alla velocità di fase prende il nome di curva di dispersione.

La curva di dispersione gioca un ruolo centrale nell'utilizzo delle onde di Rayleigh ai fini della caratterizzazione dei terreni, infatti, è funzione delle caratteristiche di rigidità del mezzo e può essere utilizzata per un processo inverso avente come obiettivo la stima delle caratteristiche di rigidità stesse.

Le onde di superficie sono facilmente generate da una sorgente sismica quale, ad esempio, una mazza battente. La configurazione base di campo e la routine di acquisizione per la procedura MASW sono generalmente le stesse utilizzate in una convenzionale indagine di sismica a rifrazione con l'unica eccezione di adoperare tempi di acquisizione significativamente più lunghi e geofoni a bassa frequenza generalmente 4.5 Hz o inferiori.

L'analisi delle onde S mediante tecnica MASW viene eseguita per mezzo di una trattazione spettrale del sismogramma (vedi Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.), e di una trasformata di Fourier che restituisce lo spettro del segnale (vedi Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.).

Committente	Oggetto	Elaborato	
Comune di Motta San Giovanni	Progetto di verifica della vulnerabilità sismica della Scuola Media di Motta Centro	Relazione geologica	
		30.1.2018	Pag. 24 di 56

La teoria sviluppata suggerisce di caratterizzare il fenomeno mediante una funzione (*curva di dispersione*) che associa ad ogni frequenza la corrispondente velocità di propagazione dell'onda ma questa, a causa di possibili interferenze con fenomeni di disturbo presenti nel sismogramma, può risultare imprecisa e di difficile interpretazione

Per superare tali difficoltà la *curva di dispersione numerica* (ricavata dai dati acquisiti) deve essere confrontata con quella relativa ad un modello sintetico a cui è associata una curva di dispersione sperimentale approssimativamente coincidente con la curva numerica.

Questa delicata seconda fase di interpretazione è comunemente detta *fase di inversione* che, basandosi su algoritmi matematici, porta al risultato finale costituito da un profilo verticale delle velocità delle onde trasversali  $V_s$  (vedi Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.) posto al centro dell'array dei geofoni.

Tale elaborazione consente di definire l'andamento verticale delle  $V_s$  evidenziando la presenza di eventuali orizzonti "lenti" presenti e permettendo di definire la media equivalente delle onde di taglio entro i primi 30 metri che definisce la  $V_{s30}$ , indispensabile per caratterizzare i terreni da un punto di vista sismico secondo i dettami dell'OPCM 3274 e del D.M. 14.1.2008.

La velocità media equivalente di propagazione, entro 30 m di profondità, delle onde di taglio viene calcolata (D.M. 14.1.2008 NTC) con la seguente espressione:

$$V_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}} \text{ m/s}$$

dove:  $h_i$  = spessore dell' $i$ -esimo strato nei primi 30 m;  $V_{s,i}$  = velocità delle onde S nell' $i$ -esimo strato;  $N$  = numero di strati nei primi 30 m di profondità;

Il valore della velocità media equivalente delle onde di taglio ( $V_{s30}$ ), è risultato essere in riferimento al piano campagna:

NORMATIVA APPLICATA	D.M. 14.01.2008
PIANO DI RIFERIMENTO	Z = 1.15 m
LA VELOCITÀ EQUIVALENTE NEI PRIMI 30 M DI SUOLO, MISURATA A PARTIRE DALL'ATTUALE PIANO CAMPAGNA	$V_{s30} = 325 \text{ m/s.}$



Committente	Oggetto	Elaborato	
Comune di Motta San Giovanni	Progetto di verifica della vulnerabilità sismica della Scuola Media di Motta Centro	Relazione geologica	
		30.1.2018	Pag. 26 di 56

### 7.3 Prove penetrometriche DPSH

La prova consiste nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta conica di dimensioni standard, infissa nel terreno per mezzo di battitura di un maglio standard su un dispositivo di percussione capace di trasmettere l'energia dinamica a una punta conica semplice oppure cava. Le informazioni che la prova fornisce sono di tipo continuo, poiché le misure di resistenza alla penetrazione vengono eseguite durante tutta l'infissione delle aste. Questo tipo di prova fornisce una valutazione quantitativa del grado di addensamento e di consistenza dei terreni attraversati.

L'interpretazione delle prove penetrometriche continue DPSH comprende, fondamentalmente, tre tipi di approccio.

- Il primo consiste nel risalire dal valore del numero di colpi della prova penetrometrica dinamica continua  $N^{DPSH}$  al valore del numero dei colpi  $N$  della prova SPT (Standard Penetration, Test)
- Il secondo prevede di ricavare dalla prova i valori della resistenza dinamica correlandola poi alla resistenza alla punta  $q_c$  relativa alla prova penetrometrica statica per poi eseguire la correlazione fra il valore di  $q_c$  ed i parametri geotecnici.
- Infine un ultimo approccio consiste nel correlare i valori di  $N^{DPSH}$  direttamente alla resistenza alla punta statica ( $q_c$ ).

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed affidabili per ricavare informazioni su alcune proprietà geomeccaniche dei terreni, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi  $N_{spt}$  ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con  $N_{spt}$ . Il passaggio viene dato da:

$$N_{spt} = \alpha N$$

In cui  $\alpha$  dipende dal rapporto tra l'energia liberata dal singolo colpo di una prova DPSH e l'equivalente energetico impiegato per un colpo SPT, ed è correlata alle caratteristiche tecniche strumentali della sonda.

In letteratura, tale coefficiente assume un valore compreso tra 0,57 e 2, ma per le prove eseguite con il penetrometro superpesante utilizzato per questa campagna d'indagine è stato

Committente	Oggetto	Elaborato	
Comune di Motta San Giovanni	Progetto di verifica della vulnerabilità sismica della Scuola Media di Motta Centro	Relazione geologica	
		30.1.2018	Pag. 28 di 56

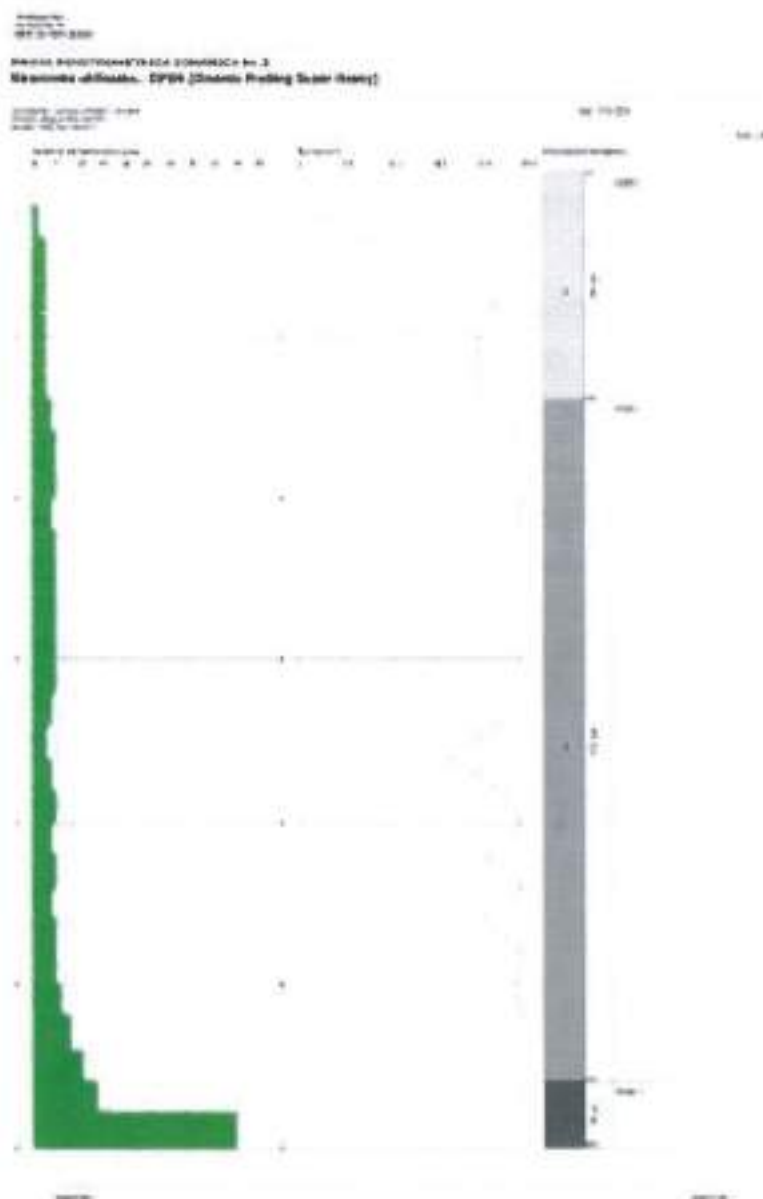


Figura 5.6 - Istogramma relativo alle prova penetrometrica P2

Per la determinazione dell'angolo di resistenza al taglio dei terreni si è fatto riferimento ai dati provenienti dalle prova DPSH rapportati ai valori equivalenti di  $N_{spt}$  attraverso l'applicazione di formule e correlazioni riconosciute valide in campo applicativo.



Committente	Oggetto	Elaborato	
Comune di Motta San Giovanni	Progetto di verifica della vulnerabilità sismica della Scuola Media di Motta Centro	Relazione geologica	
		30.1.2018	Pag. 30 di 56

Con le prove in situ descritte in precedenza e riportate integralmente in allegato, sono state ricavate alcune importanti caratteristiche geomeccaniche e sismiche che hanno permesso la ricostruzione dei principali parametri dei terreni presenti nel substrato del piazzale retrostante all'edificio piuttosto che nei substrati di fondazione dell'edificio medesimo. Qui è importante Evidenziare che i valori di resistenza penetrometrica sono nettamente contrastanti rispetto a quelli ottenuti con le prospezioni geofisiche.

In considerazioni di tali situazioni, della loro incidenza sulla verifica di vulnerabilità sismica e sugli interventi di adeguamento consequenziali, è opportuno prendere in considerazione, fra le necessità geostrutturali, anche il miglioramento delle proprietà meccaniche dei terreni lungo la fascia perimetrale meridionale dell'edificio, mediante iniezione di malte e/o bolacche cementizie a pressione controllata da effettuare seguendo la linea di distacco che si può osservare sul piazzale adiacente (v. foto 6.7).

### 7.5 Parametri sismici

Per quanto concerne le implicazioni di carattere sismico, qui ne vengono sintetizzati gli elementi più caratterizzanti:

Categoria di sottosuolo: C ( $180 < V_{s30} < 360$  m/s;  $V_{s30} = 325$  m/s)

Coefficiente morfologico: T1 (pendenza media del versante inferiore a  $15^\circ$ ).

### 7.6 Parametri geomeccanici

Vengono qui di seguito riportati i valori medi dei parametri fisico-meccanici dei litotipi ricavati tramite l'elaborazione delle prove effettuate (angolo d'attrito, peso di volume e coesione), tali parametri per grandi volumi di terreno e per fondazioni continue possono essere ricondotti ai parametri caratteristici che seguono:

*Terreni di sabbioso-siltosi di copertura e (0-1.50 m)*

$\phi = 22^\circ - 24^\circ$
$\gamma = 1600 - 1750$ (kg/m <sup>3</sup> )
$c = 0.00 - 0.05$ (kg/cm <sup>2</sup> )

*Terreni siltitici del substrato (>1.50 m)*

$\phi = 28^\circ - 30^\circ$
$\gamma = 1300 - 2.200$ (kg/m <sup>3</sup> )
$c = 3.25 - 2$ (kg/cm <sup>2</sup> )

Committente	Oggetto	Elaborato	
Comune di Motta San Giovanni	Progetto di verifica della vulnerabilità sismica della Scuola Media di Motta Centro	Relazione geologica	
		30.1.2018	Pag. 32 di 56

Le analisi di macrotettonica condotte da F. Ghisetti (1979) e, più estesamente, dal Consiglio Nazionale delle Ricerche (Progetto Finalizzato Geodinamica 1983) sulle faglie dei sistemi in questione dimostrerebbero l'esistenza nell'Arco calabro-peloritano di movimenti diversi, di tipo normale, inverso e trascorrente.

Il sistema NNE-SSW, associato a fasi tettoniche prevalentemente distensive in quest'area, è composto di faglie che sarebbero collegate al sollevamento tettonico dell'Aspromonte, avvenuto mentre il blocco meridionale dell'Arco nel suo movimento generale verso l'avampaese africano, ruotava in senso orario. L'attività delle faglie, iniziata nel Pliocene, ha manifestato la massima intensità nel Quaternario.

I terreni più recenti dislocati da tale sistema sono costituiti dai terrazzi tirreniani che lungo la fascia costiera ionica sono poco individualizzati, mentre in quella dello Stretto si ritrovano a varie altitudini fino oltre i 1300 metri s.l.m.

Dal punto di vista morfologico, queste faglie sono principalmente evidenziate da scarpate rettilinee.

Il sistema NW-SE o Sud-Tirrenico, la cui attivazione sarebbe databile al Pliocene superiore, è collegato alla migrazione del fronte collisionale a causa della differente velocità di avanzamento delle unità alloctone tra aree in collisione ed aree ancora libere di migrare sui settori di avampaese (Lentini et al., 1995; Finetti et al., 1996). Tali faglie hanno accumulato movimenti trascorrenti destri dell'ordine di 6-7 Km ed attualmente si collegano verso sud al fronte collisionale principale.

Le faglie del sistema Sud-Tirrenico, dislocano terreni neogenici e pleistocenici rispetto al basamento cristallino, interessando anche i depositi terrazzati tirreniani in corrispondenza dei quali si osservano rigetti di 50-60 metri, mentre le scarpate morfologiche associate alle faglie di questo sistema possono superare i 200 metri.

A questo sistema, altrove morfologicamente evidenziato da scarpate rettilinee e dall'andamento dei corsi d'acqua, qua può essere attribuita soltanto la faglia che passa per Motta S. Giovanni.

Ai due sistemi descritti se ne aggiunge un terzo caratterizzato da una direzione E-W che comporterebbe movimenti normali lungo la faglia che isola strutturalmente Capo dell'Armi dall'Aspromonte s.s.

Appaiono legati a queste strutture tettoniche, anche se non sempre generati da quelle visibili, i terremoti ripetutisi con una certa frequenza nel corso dei secoli e con intensità distruttiva, su tutta la Calabria meridionale,

Uno stralcio della carta della massima intensità macrosismica che comprende il territorio in esame, è riportato nella figura 5.2.



Committente	Oggetto	Elaborato	
Comune di Motta San Giovanni	Progetto di verifica della vulnerabilità sismica della Scuola Media di Motta Centro	Relazione geologica	
		30.1.2018	Pag. 34 di 56

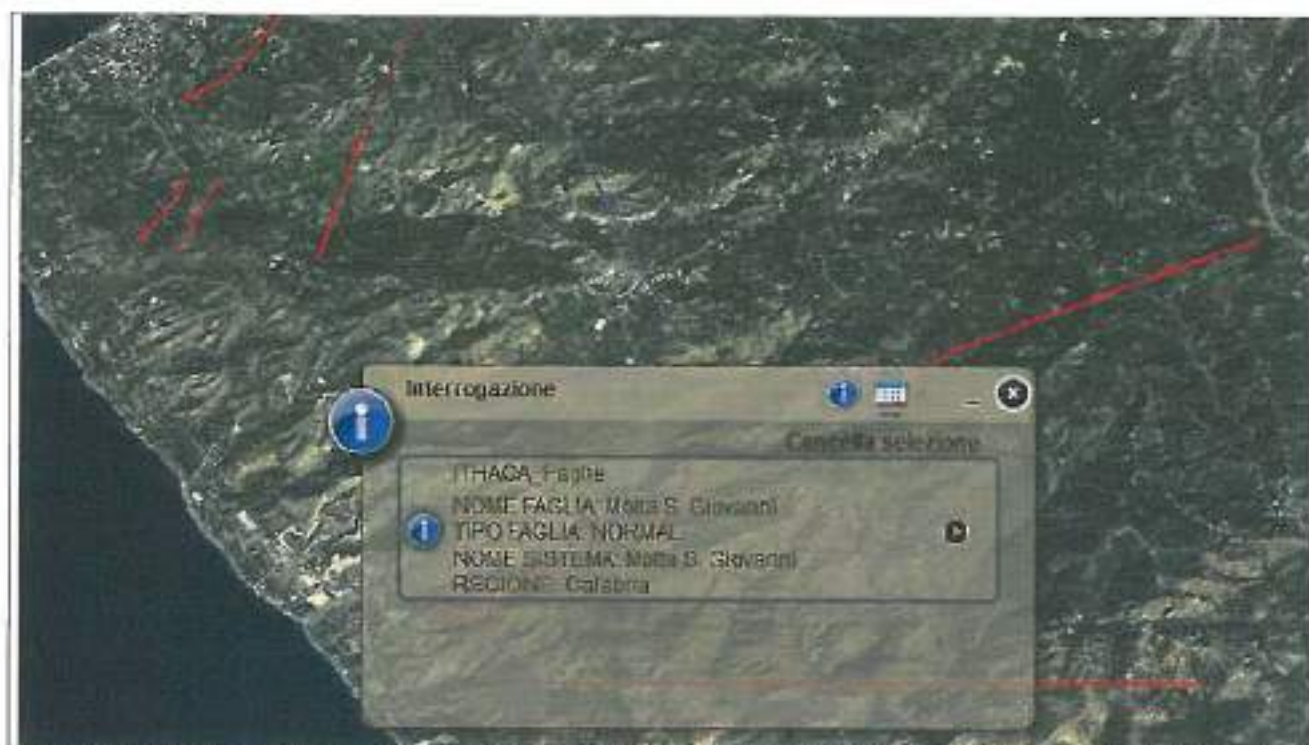


Figura 8-4 Foto aerea dell'area di interesse con sovrapposizione delle faglie definite "capaci" (ISPRA). In blu la faglia Motta S.G.

Geologic setting				
ZIP CODE				
FAULT NAME	Motta San Giovanni			
FAULT CODE	87228			
FAULT TYPE	8			
REGION NAME	Calabria			
SYSTEM NAME	Motta San Giovanni			
Scale	1:50000			
LIBRARY STRIKE	150			
DIP				
LENGTH (km)				
GEOMETRY				
DISTRIBUTION				
DEPTH (km)				
LOCATION RELIABILITY (MAPPING CODE)	1-30000			
LAST ACTIVITY	Preistoria recente			
ACTIVITY RELIABILITY	Low reliability			
RECURRENT INTERVAL (yr)				
SLIP RATE (mm/yr)				
MAX CREDIBLE FUTURE LENGTH				
MAX CREDIBLE SLIP (m)				
KNOWN SEISMIC EVENTS				
MAX CREDIBLE MAGNITUDE (Mw)				
MAX CREDIBLE INTENSITY (MMI scale)				
STUDY QUALITY	FAIR			
NOTES				
REFERENCES				
FAULT CODE	AUTHORS	SCALE	REFERENCE	YEAR
87228	ATTORRILLO, GIROTTI, PEZZINO A., VOZZARI L.	Carta Geologica di base occidentale dell'area di studio (1:50,000)	S.S.I.C.A., Firenze, 2002	2002

Figura 8.5 Scheda della faglia capace MOTTA SAN GIOVANNI con evidenziati i principali parametri geologici e strutturali e lo studio di riferimento, ISPRA

Committente	Oggetto	Elaborato	
Comune di Motta San Giovanni	Progetto di verifica della vulnerabilità sismica della Scuola Media di Motta Centro	Relazione geologica	
		30.1.2018	Pag. 36 di 56

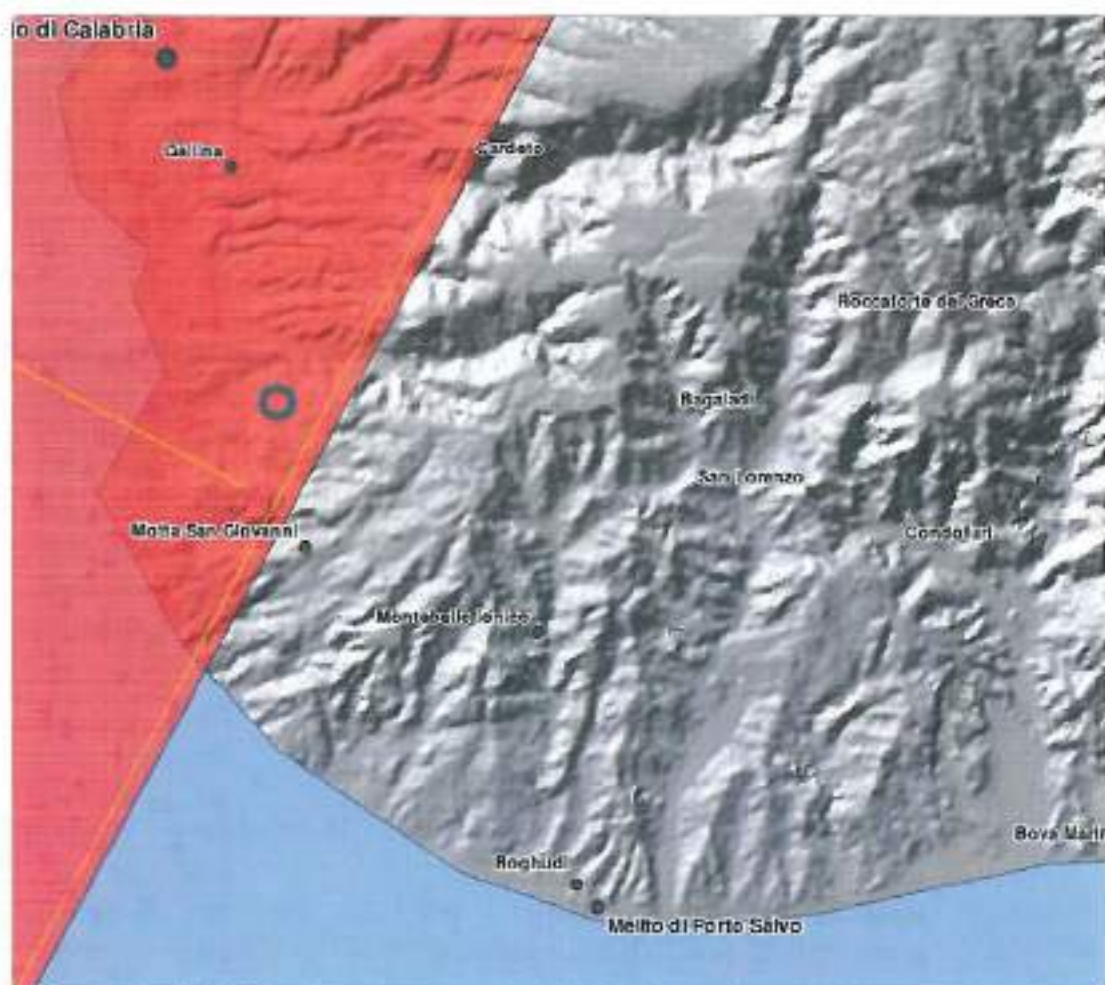


Figura 8.7 Stralcio della planimetria con principali sorgenti sismogenetiche per il sito di interesse individuato dal cerchio azzurro (*Database of Individual Sismogenic Sources (DISS)*)

Pertanto le osservazioni di campagna non hanno permesso di individuare elementi geo-morfo-strutturali generalmente associati a fagliazione attiva (deformazioni, dislocazioni, ecc.) né in letteratura, dalle ricerche effettuate, sono presenti studi o segnalazioni che associno movimenti gravitativi agli ultimi eventi sismici verificatisi nel territorio di Motta e nell'immediato contorno (vedi anche paragrafo successivo).

## 8.2 Sismicità e pericolosità sismica

Come emerso dalle figure precedenti la zona indagata ricade in un contesto a pericolosità sismica piuttosto elevata, di cui i terremoti storici sono l'effetto più tangibile.

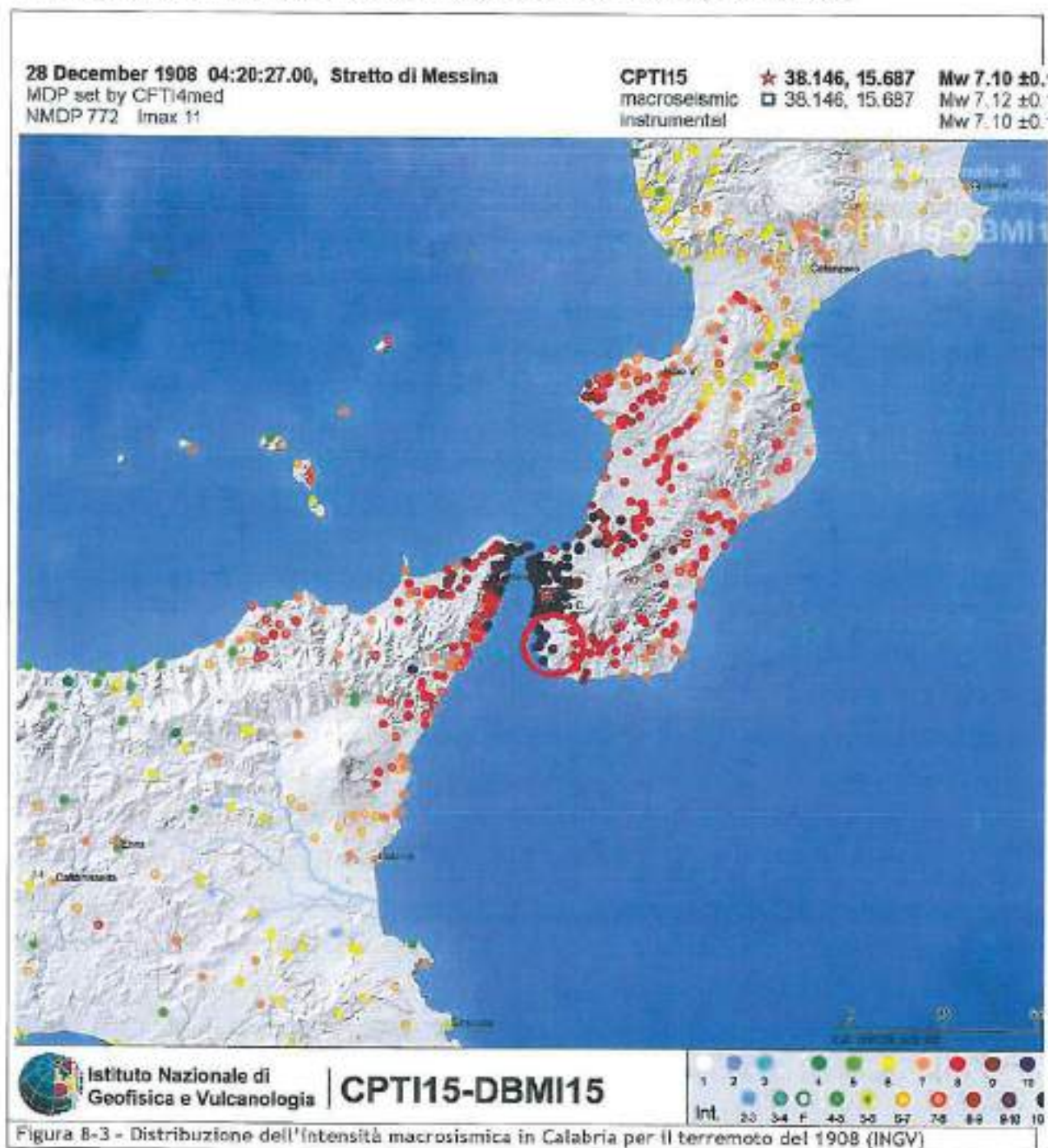
La storia sismica recente del territorio di Motta San Giovanni e delle località più prossime è sintetizzata nelle figure seguenti (fonte INGV – DBMI15).



Committente	Oggetto	Elaborato	
Comune di Motta San Giovanni	Progetto di verifica della vulnerabilità sismica della Scuola Media di Motta Centro	Relazione geologica	
		30.1.2018	Pag. 38 di 56

Dall'osservazione della storia sismica recente dell'area si può notare come il terremoto più importante (intensità al sito) per l'area esaminata sia stato quello del 1908.

La distribuzione degli effetti macrosismici risentiti in Calabria, nel territorio di Motta e nel suo immediato contorno per quest'ultimo sisma è riportata nelle figure 8.4 e 8.5.



Le figure mostrano come l'area di interesse (cerchio rosso) si trovi poco a sud dall'epicentro (stella rossa) di uno dei terremoti più forti che abbiano colpito questo settore della Calabria meridionale.

Committente	Oggetto	Elaborato	
Comune di Motta San Giovanni	Progetto di verifica della vulnerabilità sismica della Scuola Media di Motta Centro	Relazione geologica	
		30.1.2018	Pag. 40 di 56

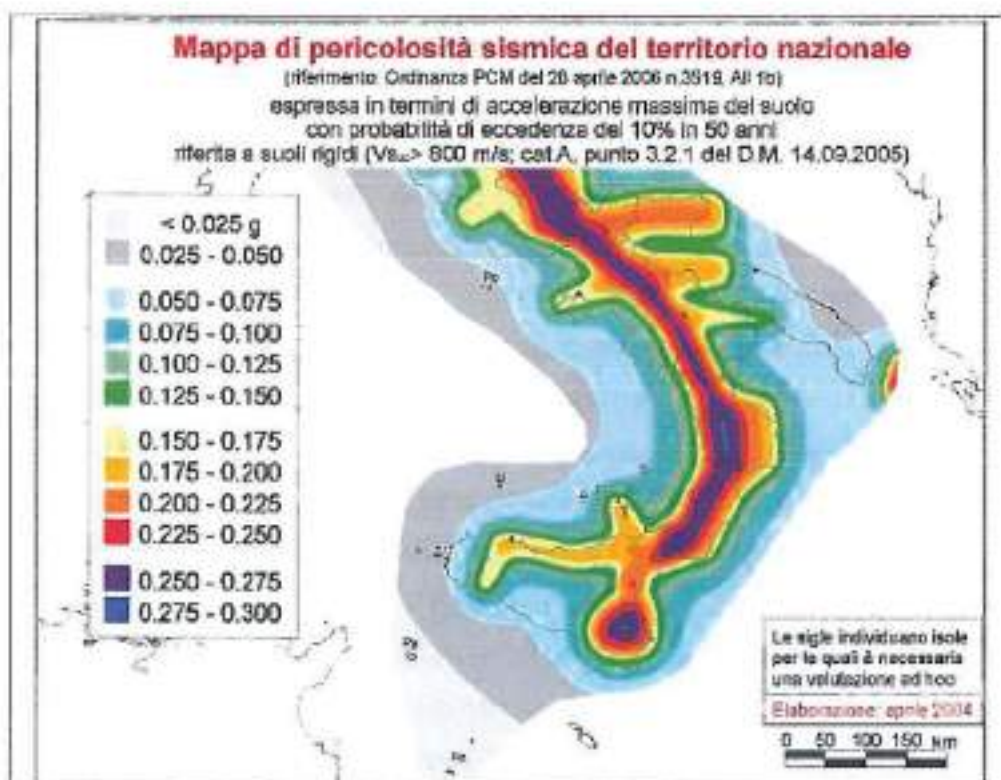


Figura 8-5 - Stralcio della mappa di pericolosità sismica (INGV - Stucchi et alii. - 2007)

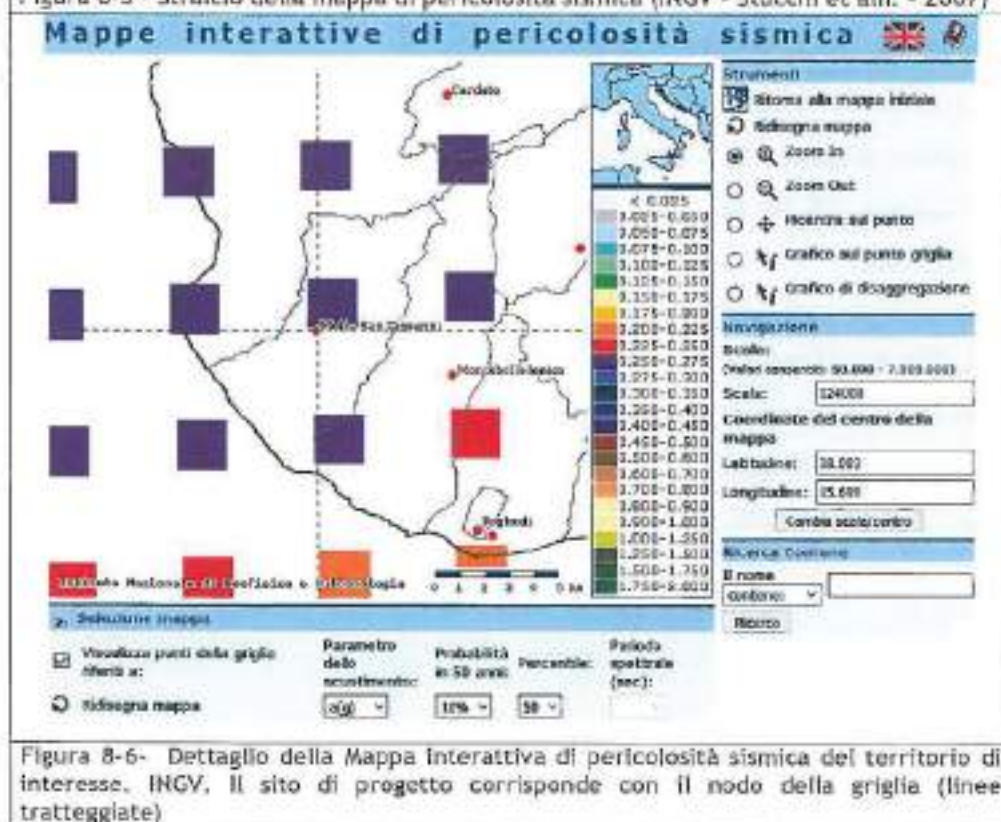


Figura 8-6- Dettaglio della Mappa interattiva di pericolosità sismica del territorio di interesse. INGV. Il sito di progetto corrisponde con il nodo della griglia (linee tratteggiate)

La pericolosità sismica di base, dunque, costituisce l'elemento di conoscenza primario per valutare l'azione sismica sulle costruzioni ed è descritta dalla probabilità che, in un fissato



Committente	Oggetto	Elaborato	
Comune di Motta San Giovanni	Progetto di verifica della vulnerabilità sismica della Scuola Media di Motta Centro	Relazione geologica	
		30.1.2018	Pag. 42 di 56

## 9. MODELLAZIONE SISMICA DI SITO E AZIONE SISMICA DI PROGETTO

Le *Nuove Norme Tecniche sulle Costruzioni* (D. Min. Infrastrutture 14 gennaio 2008) raccolgono, modificano e organizzano le norme introdotte con il D.M. N° 3274/2003 in base alle direttive dell'Eurocodice 8 e riconoscono che anche in terreni ricadenti all'interno di un'area avente la stessa classificazione, la risposta sismica può non essere omogenea, e subire incrementi o riduzioni strettamente dipendenti dalle situazioni geologiche, lito-stratigrafiche e geomorfologiche locali.

Pertanto, alla sismicità generale dell'area descritta in precedenza, deve essere associato uno studio specifico sulla risposta sismica locale che in sostanza deriva dalla storia geologica del sito.

### 9.1 Caratterizzazione sismica - categoria di suolo

Le stesse Norme Tecniche, stabiliscono che, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto è necessario valutare l'effetto della risposta sismica mediante specifiche analisi in assenza delle quali si può fare riferimento ad un approccio semplificato che si basa sull'individuazione di categorie di suolo di riferimento.

Le categorie di suolo standard previste dalla normativa sono le seguenti:

Categoria di suolo	Descrizione geotecnica	$V_{s30}$ (m/s) ( $N_{spt30}$ ) ( $C_{u30}$ )
A	Ammassi rocciosi affioranti e terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione con spessore massimo pari a 3 m.	$V_{s30} > 800$
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o a grana fine molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{spt,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $C_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fine).	$360 < V_{s30} < 800$ ( $N_{spt} > 50$ ) ( $C_u > 250$ kPa)
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o a grana fine mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{spt,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < C_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fine).	$180 < V_{s30} < 360$ ( $15 < N_{spt} < 50$ ) ( $70 < C_u < 250$ kPa)
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine scarsamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{spt,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $C_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fine).	$V_{s30} < 180$ ( $N_{spt} < 15$ ) ( $C_u < 70$ kPa)

Committente	Oggetto	Elaborato	
Comune di Motta San Giovanni	Progetto di verifica della vulnerabilità sismica della Scuola Media di Motta Centro	Relazione geologica	
		30.1.2018	Pag. 44 di 56

Da cui si ricava:

Prova	$V_{s,30}$ da p.c.	Categoria di suolo

La normativa vigente (D.M. 14/08/2009 § 3.2.2.) stabilisce che, ai fini della identificazione della categoria di suolo, la classificazione deve essere effettuata sulla base dei valori della velocità equivalente  $V_{s,30}$  nei primi 30 metri a partire dal piano di appoggio delle fondazioni superficiali o, in caso di strutture con fondazioni su pali, a partire dalla testa dei pali, dalla trave di testa delle stesse.

Nel caso in esame poiché le fondazioni del fabbricato esistente si attestano ad una profondità compresa tra 1 m e 1.5 m, sono state considerate 2 diverse profondità per il piano fondazionale ricavando 2 diversi valori di  $V_{s,30}$ :

- a 1.15m dal p.c.:  $V_{s,30} (1.00 - 31.00) = 325 \text{ m/s}$

Il terreno d'interesse rientra sempre in Categoria di suolo C: *"Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s."*

### 9.3 Liquefazione

I fenomeni di liquefazione dei terreni verificatisi durante alcuni terremoti e in determinate aree geografiche, hanno impegnato la ricerca scientifica alla ricerca delle loro cause.

Si è potuto così stabilire che sono strettamente dipendenti dalle caratteristiche geologiche e geotecniche del substrato e dalla modificazione che possono subire durante i terremoti a causa della presenza di acqua.

In particolare, come risulta anche dalle NTC08, le cause di questi fenomeni sono strettamente legate all'alto livello della sismicità dell'area e, per quanto riguarda i terreni, alla spiccata omogeneità granulometrica dei substrati di fondazione, al loro grado di saturazione e alla densità molto bassa (prossima al "limite critico") e al drenaggio laterale impedito; ove si escluda la sismicità e la presenza di falde acquifere, le altre cause sono sostanzialmente correlate ai terreni sabbiosi.

In questi tipi di terreni la liquefazione rappresenta la risposta ad intensi e ripetuti cicli di sollecitazioni sismiche, in particolari condizioni che ostacolano la dissipazione delle pressioni interstiziali.



Committente	Oggetto	Elaborato	
Comune di Motta San Giovanni	Progetto di verifica della vulnerabilità sismica della Scuola Media di Motta Centro	Relazione geologica	
		30.1.2018	Pag. 46 di 56

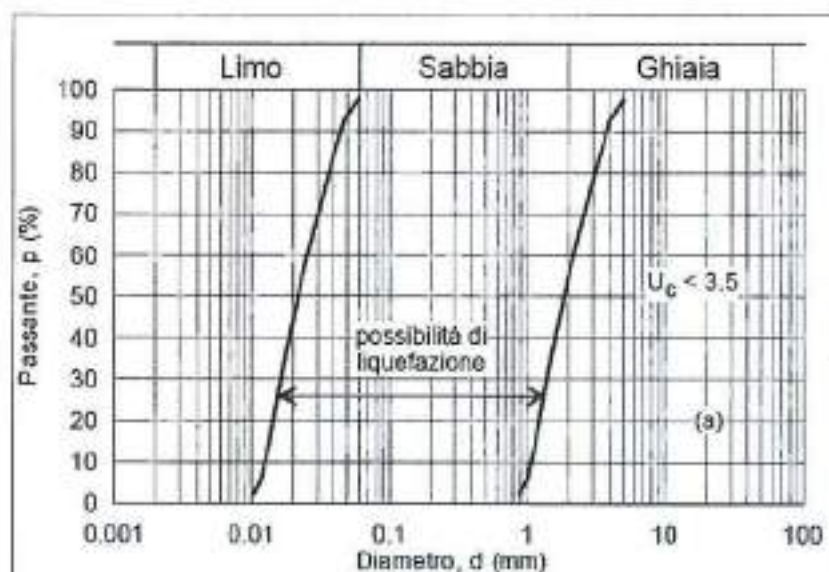


Figura a (7.11.1 NTC 08) Fusi granulometrici con  $U_c < 3,5$  suscettibili di liquefazione

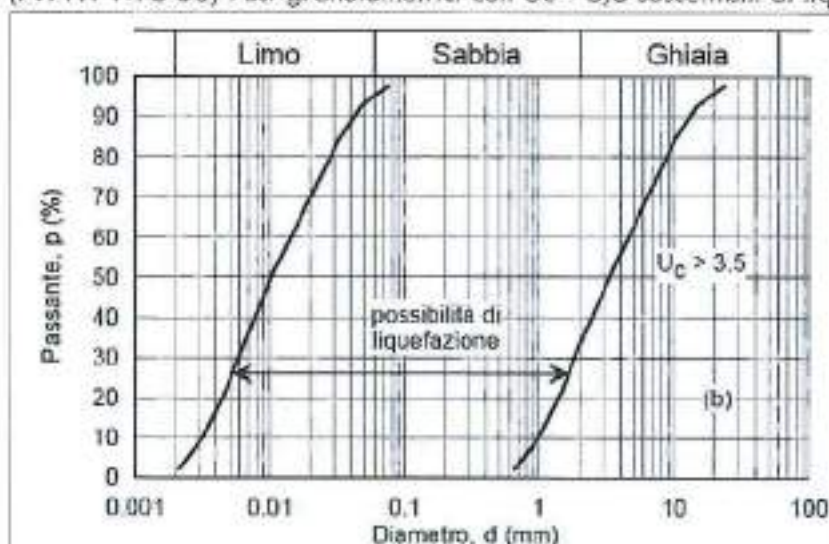


Figura b Fusi granulometrici con  $U_c > 3,5$  suscettibili di liquefazione

#### 9.4 Risposta sismica locale e azione sismica di progetto

L'O.P.C.M. 3274/2003 così come modificata e integrata dal D.M. 14/01/08 e dalla circolare 2/2/2009 n° 617, hanno stabilito che l'azione sismica sulle costruzioni può essere verificata considerando la *pericolosità sismica di base* del sito in termini di accelerazione orizzontale massima attesa ( $a_g$ ) in condizioni di campo libero (*free field*) per un suolo ipotetico rigido ed orizzontale di Categoria A (come definito nelle NTC).

Committente	Oggetto	Elaborato	
Comune di Motta San Giovanni	Progetto di verifica della vulnerabilità sismica della Scuola Media di Motta Centro	Relazione geologica	
		30.1.2018	Pag. 48 di 56

per cui ricade all'interno dei quattro nodi sotto riportati (software utilizzato Spettri-NTC ver 1.03, CSLP).

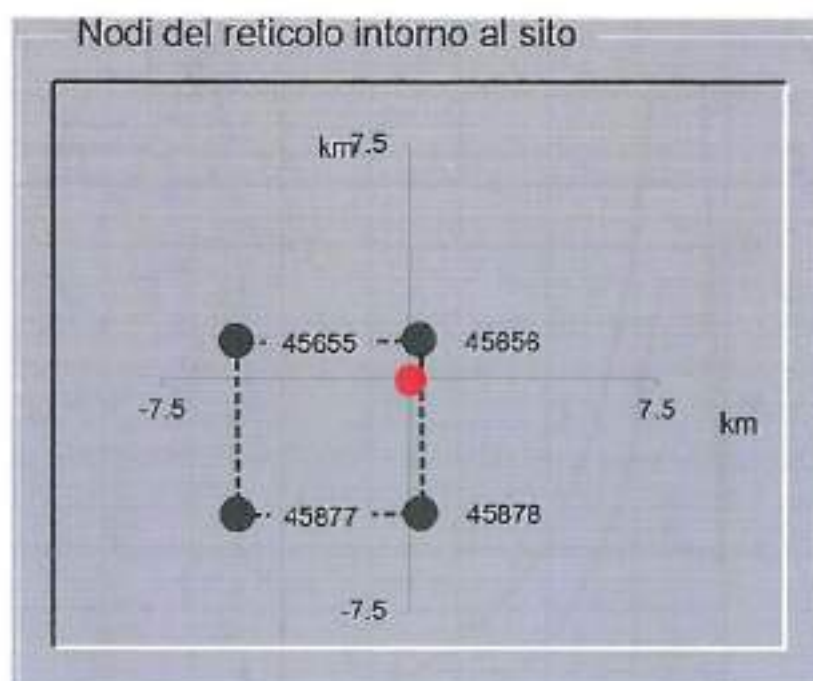


Figura 9.1 Nodi ai vertici della maglia in cui ricade il sito.

Sulla base di tali coordinate si ottengono, per i quattro stati limite indicati dalla sopracitata NCT/08, i parametri spettrali caratteristici ( $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c^*$ ) per il calcolo dell'azione sismica di progetto, di seguito riportati:

Stato limite	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_c$ [s]
SLS	45	0.081	2.292	0.285
SLS	75	0.107	2.279	0.300
SLS	712	0.309	2.436	0.373
SLS	1462	0.411	2.475	0.407

In cui

- o  $a_g$  = accelerazione orizzontale massima del terreno su suolo rigido tipo A, con piano campagna orizzontale, espressa in g/10;
- o  $F_0$  = valore massimo del fattore di amplificazione della componente orizzontale dello spettro elastico di accelerazione;
- o  $T_c$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale, espresso in secondi.

Mentre gli spettri di risposta elastici per i diversi stati limite sono rappresentati nel diagramma che segue:



Committente	Oggetto	Elaborato	
Comune di Motta San Giovanni	Progetto di verifica della vulnerabilità sismica della Scuola Media di Motta Centro	Relazione geologica	
		30.1.2018	Pag. 50 di 56

Stato limite	$S_a$	$C_c$
SLO	1,50	1,59
SLD	1,50	1,56
SLV	1,25	1,45
SLC	1,09	1,41

## 9.7 Amplificazione Topografica

Una corretta determinazione della risposta sismica locale, deve considerare, oltre all'amplificazione stratigrafica, l'andamento del profilo topografico dell'area in cui si colloca il fabbricato in esame. A tal proposito le NTC 2008 (v tabella 3.2.IV) forniscono quattro categorie topografiche, distinte sulla base della configurazione e dell'inclinazione media del profilo, utili per la scelta del coefficiente di amplificazione topografico  $ST$ , strettamente connesso con tali categorie.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base ed inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Le stesse norme tecniche stabiliscono, inoltre, che se l'altezza del pendio è inferiore ai 30 metri la categoria topografica da assegnare è sempre T1.

Il coefficiente Topografico  $ST$ , utile per i calcoli di amplificazione sismica, varia in funzione della categoria topografica, e la sua variazione spaziale è caratterizzata da un decremento lineare in funzione dell'altezza del pendio o rilievo, dalla sommità fino alla base dove  $ST$  assume valore unitario.

Categoria	Localizzazione dell'edificio e dell'intervento	$ST$
T1	-	1,00
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,20
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,20
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,40

Committente	Oggetto	Elaborato	
Comune di Motta San Giovanni	Progetto di verifica della vulnerabilità sismica della Scuola Media di Motta Centro	Relazione geologica	
		30.1.2018	Pag. 52 di 56

## 10. MODELLO GEOLOGICO E CONDIZIONI DI FATTIBILITA'

Studi, rilievi e indagini hanno confermato che

- La stratigrafia dell'area è caratterizzata da
  - Prodotti di soliflusso e dilavamento con materiali alluvionali immersi in matrice limo-argillosa (0-1.50m)
  - Siltiti (-1,5 >-30m)

[Altre formazioni, quali *Arenarie e calcareniti* [ $M^{(c-ar)}_{23}$ ], *Conglomerati* [ $M^c_{12}$ ] ecc. non sono presenti sotto la verticale dell'edificio ed affiorano in aree esterne o lontane per cui non sono state prese in considerazione.
- La circolazione delle acque superficiali è governata dal Torrente San Basilio che passa a non meno di 100 metri dal perimetro esterno del cortile dell'edificio; mentre la circolazione dell'acqua nel sottosuolo è poco attiva a causa della presenza della matrice argillosa nei terreni eluvio-colluviali e delle siltiti nel substrato.
- Sull'area in esame non esistono vincoli connessi ai rischi di tipo geomorfologico, idrogeologico, idraulico, per cui non sono richieste particolari procedure o indagini per la riduzione dei vincoli.

Ai dati di tipo idro-geo-morfologico vanno contrapposti quelli di tipo sismico che indicano che il territorio in cui ricade l'edificio è soggetto a terremoti di intensità molto elevata ( $X^s$  -  $XI^s$  MCS).

In definitiva le proprietà geologico-tecniche e la disposizione spaziale dei litotipi, evidenziate da rilievi e ricostruzioni geologiche, e confermate dalle indagini geognostiche non generano incidenze capaci di produrre importanti condizionamenti sulla fattibilità degli interventi che però devono essere eseguiti nel pieno rispetto delle procedure previste dalle NTC08.

Infatti, l'insieme delle caratteristiche geologiche e delle proprietà geo-meccaniche dei terreni costituenti il substrato di fondazione dell'edificio consente di stabilire con ragionevole attendibilità che non occorrono strutture di fondazione particolari per garantire l'equilibrio statico e geostatico dell'edificio medesimo.

Però, le indagini geognostiche e le correlazioni litostratigrafiche nel dare riscontro sperimentale al modello geologico, hanno messo in evidenza che i litotipi addensati di origine sedimentaria e di epoca non recente (siltiti) nell'area sottostante al cortile sono ricoperti da uno strato informe di materiali di riporto con evidenti penalizzazioni di natura geologico-tecnica.

In particolare, le indagini geofisiche hanno consentito di classificare i sismostrati nei confronti delle onde sismiche nella categoria C. "*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati*



Committente	Oggetto	Elaborato	
Comune di Motta San Giovanni	Progetto di verifica della vulnerabilità sismica della Scuola Media di Motta Centro	Relazione geologica	
		30.1.2018	Pag. 54 di 56

## 11. CONCLUSIONI

Le indagini eseguite hanno permesso di stabilire che:

1. L'area in cui è situato l'edificio scolastico è priva di fenomeni di dissesto geomorfologico per cui gli interventi di adeguamento sismico vanno principalmente rivolti alla struttura edilizia dell'edificio in quanto le ricostruzioni dell'assetto litologico del sottosuolo prevedono, fino a profondità comprese nel *volume di roccia significativo*, la presenza di una formazione sufficientemente addensata e con giaciture litostratigrafiche prevalentemente sub-orizzontali. A tale situazione si contrappone quella del piazzale retrostante, dove la diversa origine e consistenza dei materiali ha prodotto limitati fenomeni di assestamento che è opportuno contrastare mediante iniezione di malte o boiacche cementizie o altri interventi che raggiungano lo stesso scopo.
2. La situazione geomorfologica generale è tale da far ritenere modesta l'influenza dei fenomeni gravitativi sull'edificio e ancora facilmente controllabile quella sul piazzale retrostante.
3. Il modello idrogeologico non consente l'esistenza di falde acquifere degne di nota in corrispondenza della verticale dell'edificio. Ma l'infiltrazione di acque meteoriche nel sottosuolo può interessare occasionalmente i margini esterni dei corpi di fabbrica rivolti a est, fino a produrre fenomeni di umidità persistente a cui si può ovviare mediante la realizzazione di drenaggi da disporre lungo il perimetro esterno, in adiacenza al fabbricato.
4. Il corso d'acqua più vicino (Torrente San Basilio) non appare in grado di esercitare influenze negative sull'area occupata dal fabbricato sia per la distanza orizzontale che per la differente altitudine;
5. Le indagini geognostiche hanno permesso di accertare che la stratigrafia dell'area di costruzione dell'edificio è caratterizzata dalla presenza di *litotipi incoerenti* (prodotti eluvio-colluviali) nelle coperture superficiali (asportate dai piani di posa delle fondazioni) e di *litotipi semicoerenti* (arenarie e calcareniti) nei substrati intermedi e profondi. Invece, nell'area esterna, sotto il piazzale, esistono materiali di riporto non sufficientemente addensati che, almeno nella fascia più vicina all'edificio è opportuno stabilizzare mediante l'impiego di adeguate miscele cementizie.

Le indagini geognostiche rivolte a determinare la categoria di appartenenza dei terreni di fondazione hanno determinato velocità delle onde sismiche trasversali tali da farli classificare