



COMUNE DI VARSÌ

Data: Gennaio 2012

STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA (I° E II° LIVELLO DI APPROFONDIMENTO)

**DI CUI ALL'ORDINANZA DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI
N. 3907/2010, E S.M.I., E DECRETO N. 8422 DEL 10 DICEMBRE 2010
DEL CAPO DEL DIPARTIMENTO DELLA PROTEZIONE CIVILE.**

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

I Tecnici:

Dott. Geol. Federico Madini

Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi



**Dott. Geol. Federico Madini
Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi**

**Uffici: Via Europa, 2 - 43014 Medesano (PR). Tel.: 0525/1930528 - Fax: 0525/1930529
Strada Bottego, 23 - 43047 Pellegrino Parmense (PR) Tel./Fax.: 0524/594944**

INDICE

1.	INTRODUZIONE	2
2.	CENNI GEOGRAFICI GENERALI	6
3.	ASSETTO GEO-STRUTTURALE DELL'AREA	7
4.	SISMICITA'	10
4.1.	Inquadramento sismotettonico	10
4.2.	Zonazione sismogenetica	15
4.3.	Sismicità del territorio	16
4.4.	Classificazione sismica comunale	17
4.5.	Pericolosità sismica	18
4.6.	Microzonazione sismica	20
5.	I° LIVELLO DI APPROFONDIMENTO	21
5.1.	Carta delle indagini	22
5.1.1.	Prova sismica passiva HVSR	22
5.2.	Carta lito-morfologica	24
5.3.	Carta delle frequenze naturali dei terreni	24
5.4.	Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS)	25
6.	II° LIVELLO DI APPROFONDIMENTO	27
6.1.	Carta delle velocità delle onde di taglio S (Vs)	27
6.2.	Carta dei fattori di amplificazione nelle aree in cui sono richiesti approfondimenti di II° livello	28
	SCHUDE D'AMBITO COMUNALE	32

**Dott. Geol. Federico Madini**

Uffici: Via Europa, 3 – 43014 – Medesano (PR); Tel: 0525/1930528 – Fax: 0525/1930529
Strada Bottego, 23 – 43047 – Pellegrino Parmense (PR); Tel./Fax: 0524/594944

Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi

1. INTRODUZIONE

Il presente lavoro, redatto su incarico del Comune di Varsi a seguito dell'erogazione di contributi da parte della Regione Emilia Romagna, riguarda la definizione della Microzonazione Sismica (I° e II° Livello di Approfondimento) in corrispondenza di alcuni ambiti comunali, suscettibili di trasformazione urbanistica.

Il documento tecnico a supporto dello studio è stato svolto in conformità alle seguenti disposizioni normative:

- Atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art. 16, comma 1, della L.R. 20/2000 *"Disciplina generale sulla tutela e l'uso del territorio"*, in merito agli *"Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica"* approvati con Deliberazione dell'Assemblea Legislativa della Regione Emilia Romagna n° 112 del 2 maggio 2007;
- *"Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica"* approvati in data 13 novembre 2008 dalla Conferenza delle Regioni e Province Autonome.
- OPCM n° 3970 /2010 e ss.mm. e relativo Decreto del Capo Dipartimento Protezione Civile n° 8422 del 10.12.2010;
- D.G.R. n° 1051 del 18 luglio 2011 *"Approvazione dei criteri per gli studi di microzonazione sismica ed assegnazione e concessione dei contributi di cui all'O.P.C.M. 3907/2010 e ss.mm."*.

Si è fatto altresì riferimento alle pubblicazioni scientifiche in materia (Cfr., in particolare: Ingegneria sismica - Anno XXVIII - n. 2 - 2011 *"Indirizzi di microzonazione sismica"*).

Per **"Microzonazione Sismica"** si intende la valutazione della pericolosità sismica locale attraverso l'individuazione di zone del territorio caratterizzate da comportamento sismico omogeneo, ovvero nell'individuazione e caratterizzazione delle zone stabili, le zone stabili suscettibili di amplificazione locale del moto sismico e le zone suscettibili di instabilità.

Risulta perciò estremamente importante sviluppare gli studi di microzonazione già in fase pianificatoria, per poter indirizzare al meglio le scelte urbanistiche al di fuori delle aree contraddistinte da elevata pericolosità sismica.

Contestualmente alla scala di dettaglio degli studi (PSC, POC, PUA ed esecutivi) e alle problematiche geologiche da affrontare, sono stati definiti 3 livelli di approfondimento, di seguito ordinati, con complessità d'analisi e costi d'esecuzione via via crescenti:



Dott. Geol. Federico Madini

Uffici: Via Europa, 3 – 43014 – Medesano (PR); Tel: 0525/1930528 – Fax: 0525/1930529
Strada Bottego, 23 – 43047 – Pellegrino Parmense (PR); Tel./Fax: 0524/594944

Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione Sismica (I° e II° livello di approfondimento) di alcuni ambiti del Comune di Varsi (PR).

- I° Livello di approfondimento: riguarda la raccolta e l'analisi di dati esistenti e, se possibile, la realizzazione di nuove indagini in sito. L'obiettivo finale consiste nella realizzazione della Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS), che raffigura il territorio in microzone sismicamente omogenee;
- II° livello di approfondimento: oltre a correggere gli studi di I° Livello, si assegna una fattore moltiplicativo di amplificazione a ciascuna zona, attraverso l'impiego di abachi regionalizzati e formule empiriche. Il documento finale prodotto è rappresentato dalla Carta di microzonazione sismica;
- III° Livello di Approfondimento: viene utilizzato nei casi in cui l'opera in progetto risulti particolarmente importante oppure, nei casi in cui le condizioni geologiche si presentino estremamente complesse. Vengono sviluppate analisi di tipo numerico 1d o 2d, studi paleosismici ed analisi dinamiche. Viene prodotta una Carta di microzonazione sismica con approfondimenti.

Nello studio in esame, in funzione delle risorse disponibili e degli obiettivi da conseguire, sono stati elaborati solamente i primi due livelli, demandando a studi di maggior dettaglio, laddove se ne riscontrasse la necessità, gli approfondimenti di III° Livello.

Le analisi sono state condotte per un discreto intorno degli ambiti comunali di seguito elencati:

- **Ambito comunale n° 1 – Varsi capoluogo;**
- **Ambito comunale n° 2 – Golaso;**
- **Ambito comunale n° 3 – Roccaferara;**
- **Ambito comunale n° 4 – Pessola.**

Per ciascun ambito, negli studi di I° Livello è stata effettuata in via preliminare una ricerca bibliografica presso l'Ufficio Tecnico Comunale e il Servizio Geologico Sismico e dei Suoli, diretta rispettivamente, alla raccolta delle indagini geognostiche preesistenti e alla ricostruzione dell'assetto geologico-morfologico dei siti d'interesse.

Le indagini suddette sono state integrate da una campagna di prove a sismica passiva (HVSR) con tomografo digitale svolta a corredo dello studio.

E' stata quindi redatta la Carta delle indagini, che raffigura l'ubicazione delle prove esistenti e quelle di nuova esecuzione, necessarie per poter definire: la profondità e la natura del substrato, lo spessore e la geometria della copertura ed, eventualmente, in presenza di indagini sismiche, l'entità delle Vs.

Nella Carta lito-morfologica sono stati riportati tutti quegli elementi geologici, morfologici e strutturali che possono alterare il moto sismico in superficie. Partendo dai dati della Carta lito-morfologica è stata



Dott. Geol. Federico Madini

Uffici: Via Europa, 3 – 43014 – Medesano (PR); Tel: 0525/1930528 – Fax: 0525/1930529
Strada Bottego, 23 – 43047 – Pellegrino Parmense (PR); Tel./Fax: 0524/594944

Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione Sismica (I° e II° livello di approfondimento) di alcuni ambiti del Comune di Varsi (PR).

inoltre ricostruita una sezione geologica significativa, in corrispondenza del capoluogo, necessaria per evidenziare le variazioni dei rapporti tra copertura e substrato.

Successivamente l'esecuzione delle indagini *HVSR* e all'analisi dei dati, è stata realizzata la Carta delle frequenze, in cui sono riportate le prove e i valori di frequenza fondamentale associati a ciascun punto di misura. Dall'interpolazione dei valori di frequenza si sono determinati i campi a frequenza costante per verificare la presenza di zone soggette a fenomeni di risonanza.

A completamento del I° Livello è stata ricostruita la Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS), sulla base dell'elaborazione dei tematismi contenuti nelle carte precedenti.

Rappresenta il documento fondamentale di questa prima fase, perché partendo da considerazioni di carattere geologico e geomorfologico e dall'analisi dei dati litostratigrafici vengono evidenziati gli effetti attesi prodotti dall'azione sismica (amplificazioni, instabilità di versante, liquefazione, ecc.) e gli eventuali approfondimenti da affrontare.

Di seguito vengono elencate le carte elaborate per il I° Livello di Approfondimento relativamente a ciascun ambito comunale:

- **Carta delle indagini**
 - Ambito comunale n° 1 – **Varsi capoluogo** (Tav. 1a - Scala 1:5.000);
 - ambito comunale n° 2 – **Golaso** (Tav. 1b - Scala 1:5.000);
 - ambito comunale n° 3 – **Roccaferara** (Tav. 1c - Scala 1:5.000);
 - ambito comunale n° 4 – **Pessola** (Tav. 1d - Scala 1:5.000).
- **Carta lito-morfologica**
 - Ambito comunale n° 1 – **Varsi capoluogo** (Tav. 2a – Scala 1:5.000);
 - ambito comunale n° 2 – **Golaso** (Tav. 2b – Scala 1:5.000);
 - ambito comunale n° 3 – **Roccaferara** (Tav. 2c – Scala 1:5.000);
 - ambito comunale n° 4 – **Pessola** (Tav. 2d – Scala 1:5.000).
- **Sezione geologica**
 - Ambito comunale n° 1 – **Varsi capoluogo**
(allegato alla Tav. 2a – Scala L 1:2.000 – Scala H 1:1.000);
- **Carta delle frequenze naturali dei terreni**
 - Ambito comunale n° 1 – **Varsi capoluogo** (Tav. 3a – Scala 1:5.000);
 - ambito comunale n° 2 – **Golaso** (Tav. 3b – Scala 1:5.000);
 - ambito comunale n° 3 – **Roccaferara** (Tav. 3c – Scala 1:5.000);
 - ambito comunale n° 4 – **Pessola** (Tav. 3d – Scala 1:5.000).



Dott. Geol. Federico Madini

Uffici: Via Europa, 3 – 43014 – Medesano (PR); Tel: 0525/1930528 – Fax: 0525/1930529
Strada Bottego, 23 – 43047 – Pellegrino Parmense (PR); Tel./Fax: 0524/594944

Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione Sismica (I° e II° livello di approfondimento) di alcuni ambiti del Comune di Varsi (PR).

- **Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS)**

- Ambito comunale n° 1 – **Varsi capoluogo** (Tav. 4a – Scala 1:5.000);
- ambito comunale n° 2 – **Golaso** (Tav. 4b – Scala 1:2.000);
- ambito comunale n° 3 – **Roccaferara** (Tav. 4c – Scala 1:2.000);
- ambito comunale n° 4 – **Pessola** (Tav. 4d – Scala 1:2.000).

Il II° Livello di Approfondimento si pone come obiettivo il raggiungimento dei seguenti risultati:

- compensare alcune incertezze del I° Livello con approfondimenti conoscitivi;
- fornire quantificazioni numeriche, con metodi semplificati (abachi e leggi empiriche), della modificazione locale del moto sismico in superficie (zone stabili suscettibili di amplificazioni locali) e dei fenomeni di deformazione permanente (zone suscettibili di instabilità).

Riguardo alla cartografia prodotta, si è ritenuto opportuno conservare la Carta delle indagini elaborata nella fase precedente, evitando di rielaborarne una *ex-novo*, come richiesto dalla normativa, in conseguenza del limitato numero di prove geognostiche individuate.

E' stata quindi predisposta la redazione di una Carta delle onde di taglio S (V_s), contenente per ciascuna stazione di misura HVSR i valori di V_{sH} , dove il substrato rigido si trova a profondità (H) maggiori di 5 m e V_{s30} dove H risulta minore di 5 m, determinati tramite procedimenti d'inversione.

La conclusione dell'analisi di II° Livello, ha previsto la costruzione della Carta dei fattori di amplificazione; questi ultimi sono stati determinati attraverso la procedura semplificata, mediante l'impiego degli abachi predisposti dalla regione Emilia Romagna e di formule empiriche.

Di seguito vengono elencati gli elaborati prodotti a corredo del II° Livello di approfondimento:

- **Carta delle velocità delle onde S (V_s)**

- Ambito comunale n° 1 – **Varsi capoluogo** (Tav. 5a – Scala 1:5.000);
- ambito comunale n° 2 – **Golaso** (Tav. 5b – Scala 1:5.000);
- ambito comunale n° 3 – **Roccaferara** (Tav. 5c – Scala 1:5.000);
- ambito comunale n° 4 – **Pessola** (Tav. 5d – Scala 1:5.000).

- **Carta dei fattori di amplificazione nelle aree in cui sono richiesti approfondimenti di II° livello**

- Ambito comunale n° 1 – **Varsi capoluogo** (Tav. 6a – Scala 1:5.000);
- ambito comunale n° 2 – **Golaso** (Tav. 6b – Scala 1:2.000);
- ambito comunale n° 3 – **Roccaferara** (Tav. 6c – Scala 1:2.000);
- ambito comunale n° 4 – **Roccaferara** (Tav. 6d – Scala 1:2.000).

In allegato alla presente relazione sono state infine inserite delle schede relative a ciascun ambito, che riassumono dettagliatamente tutte le informazioni contenute negli elaborati di I° e II° livello.



Dott. Geol. Federico Madini

Uffici: Via Europa, 3 – 43014 – Medesano (PR); Tel: 0525/1930528 – Fax: 0525/1930529
Strada Bottego, 23 – 43047 – Pellegrino Parmense (PR); Tel./Fax: 0524/594944

Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi

2. CENNI GEOGRAFICI GENERALI

Il Comune di Varsi si colloca nel settore centro-occidentale della Provincia di Parma, nella fascia collinare dell'Appennino parmense.

Esso confina a nord con i comuni di Bore e Varano dè Melegari, ad est con i comuni di Valmozzola e Solignano, a sud e ad est con il Comune di Bardi (Cfr. Fig. 1).

Da un punto di vista planimetrico, si passa dai 261,00 m s.l.m. in prossimità del torrente Ceno ai 1.244,00 m s.l.m. del M. Dosso.

Il corso d'acqua principale è rappresentato dal T. Ceno, che nasce dalle pendici del M. Penna ed attraversa tutto il territorio comunale, con direzione sud-ovest nord-est prima ed est-ovest poi, seguendo il confine amministrativo settentrionale.

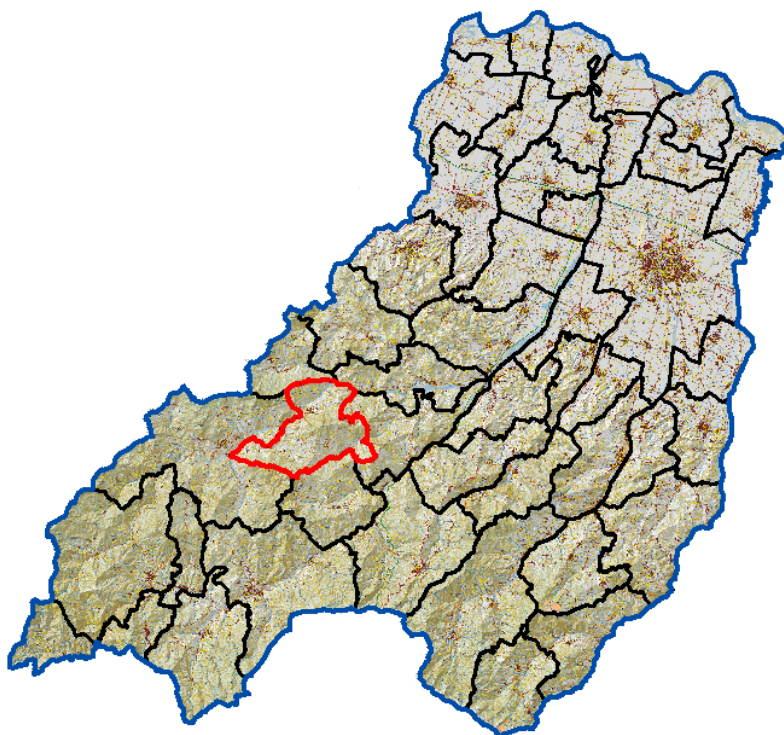


FIG. 1 – COLLOCAZIONE GEOGRAFICA DEL COMUNE DI VARSÌ

Gli studi di microzonazione, su indicazione dell'Amministrazione Comunale, hanno riguardato esclusivamente i seguenti ambiti suscettibili di trasformazione urbanistica (Cfr. Fig. 2):

- **Ambito n° 1 – Varsi capoluogo (PEP1);**
- **Ambito n° 2 – Golaso (PEP2);**
- **Ambito n° 3 – Roccaferrara (PEP3);**
- **Ambito n° 4 – Pessola (PEP4).**



Dott. Geol. Federico Madini

Uffici: Via Europa, 3 – 43014 – Medesano (PR); Tel: 0525/1930528 – Fax: 0525/1930529
Strada Bottego, 23 – 43047 – Pellegrino Parmense (PR); Tel./Fax: 0524/594944

Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione Sismica (I° e II° livello di approfondimento) di alcuni ambiti del Comune di Varsi (PR).

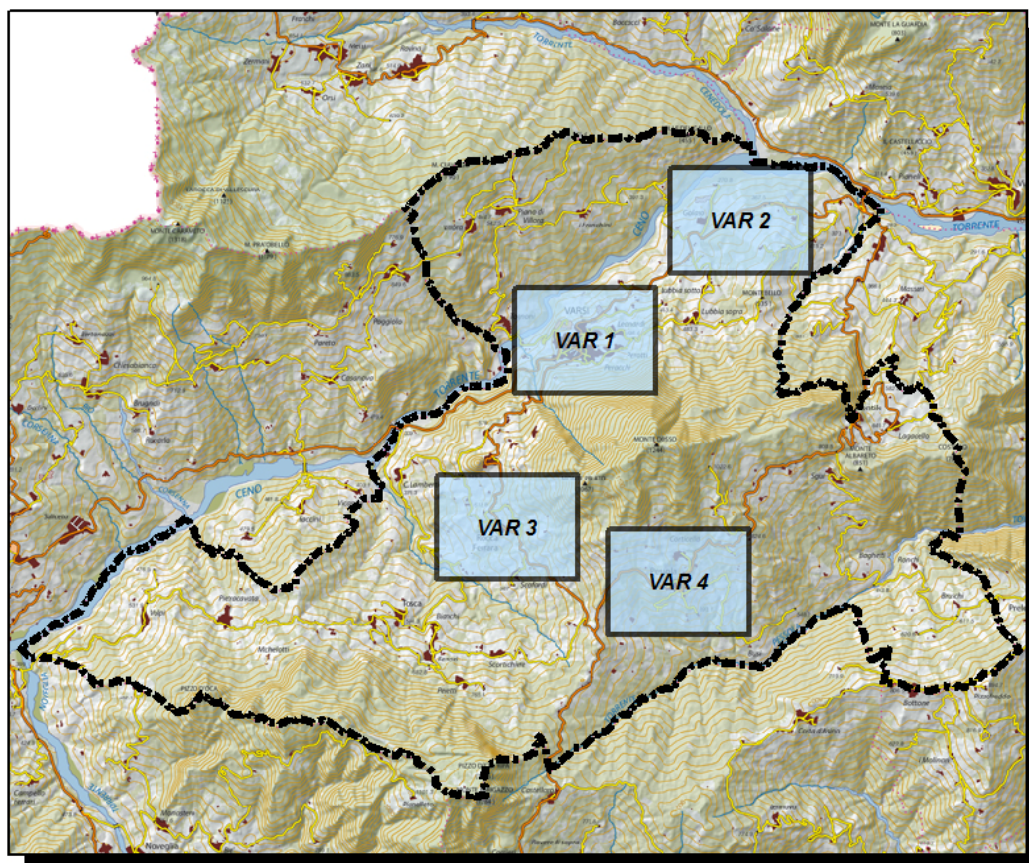


FIG. 2 – LOCALIZZAZIONE DEGLI AMBITI OGGETTO DI MICROZONAZIONE SISMICA

3. ASSETTO GEO-STRUTTURALE DELL'AREA

L'assetto geo-strutturale dei luoghi è da mettere in relazione con l'impilamento di unità tettoniche secondo lo schema a falde di ricoprimento ipotizzato già nel 1960 da P.Elter, vergenti in direzione nord-est, per effetto del sovrascorrimento delle unità di origine marina più antiche (Unità Liguridi) attraverso l'interposizione delle unità Subliguri, sulle più recenti Unità Toscane, che si trovano nella posizione tettonicamente più bassa. La storia geologica dell'area viene completata dalla deposizione, in discordanza con le sottostanti unità, della Successione Epiligure, caratterizzata da facies transizionali, che si deponevano man mano che il fronte dell'accavallamento avanzava sulle sovrascorse unità Liguridi.

Il successivo innalzamento del crinale appenninico, avvenuto nel quaternario, ha determinato una rapida erosione delle unità Liguridi e Epiliguri e la venuta a giorno delle Unità Toscane nella zona della dorsale appenninica.

Schematicamente, in tale edificio, alle quote più elevate si collocano le Unità appartenenti al Dominio Ligure, mentre verso il basso affiorano prima le unità toscane seguite dalle unità appartenenti al cosiddetto Autoctono Padano (Cfr. Fig. 3).



Dott. Geol. Federico Madini

Uffici: Via Europa, 3 – 43014 – Medesano (PR); Tel: 0525/1930528 – Fax: 0525/1930529
Strada Bottego, 23 – 43047 – Pellegrino Parmense (PR); Tel./Fax: 0524/594944

Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione Sismica (I° e II° livello di approfondimento) di alcuni ambiti del Comune di Varsi (PR).

SCHEMA SULLA POSIZIONE DELLE UNITA' TETTONICHE

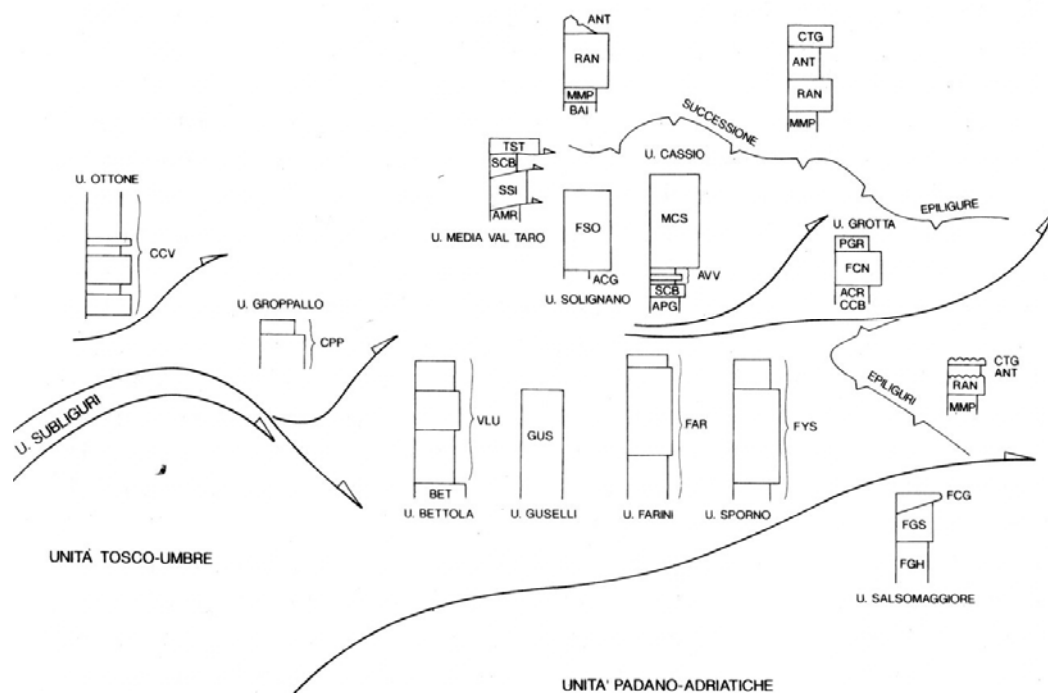


Fig. 3 – SCHEMA STRUTTURALE DELLA PORZIONE DI APPENNINO IN ESAME

Contestualmente, in Fig. 4 sono stati raffigurati planimetricamente i rapporti strutturali tra le unità che affiorano in questo settore di Appennino indicando, tra l'altro, il confine comunale di Varsi.

Gran parte del territorio, evidenzia corpi rocciosi riconducibili all'*Unità Liguride Esterna*, mentre la collocazione della *Successione Epiligure* risulta limitata alla porzione più meridionale del comune.

Le unità liguri, rappresentate in prevalenza dalle formazioni del *Flysch di Farini d'Olmo* e del *Flysch di Bettola* e dalle relative unità dei *Complessi di Base* (*Complesso di Casanova*, *Argille varicolori*, *Argille a palombini*, *Argilliti di San Siro* e *Arenarie di Scabiazza*), appaiono fortemente deformate attraverso strutture plicative e di taglio a piccola e grande scala, per effetto della lunga storia evolutiva che le ha contraddistinte.

Diversamente, la *Successione Epiligure* (*Marne di Antognola*, *Formazione di Ranzano* e *Marne di Montepiano*), qui rappresentata dalla placca del Monte Barigazzo, che appoggia in discordanza sulle sottostanti unità liguri, appare meno deformata essendosi depositata all'interno di bacini satelliti durante l'edificazione del prisma orogenico appenninico.

Lo stato deformativo, in aggiunta all'assetto lito-stratigrafico delle compagini rocciose, costituiscono i fattori geologici fondamentali che influiscono sulla risposta sismica dei terreni, in termini di amplificazione e velocità di propagazione delle onde S.

Pertanto, alla base degli studi di microzonazione sismica non deve mai mancare un'attenta ed approfondita analisi degli aspetti geologico-morfologici generali e di dettaglio all'interno delle aree in esame.



Dott. Geol. Federico Madini

Uffici: Via Europa, 3 – 43014 – Medesano (PR); Tel: 0525/1930528 – Fax: 0525/1930529
Strada Bottego, 23 – 43047 – Pellegrino Parmense (PR); Tel./Fax: 0524/594944

Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione Sismica (I° e II° livello di approfondimento) di alcuni ambiti del Comune di Varsi (PR).

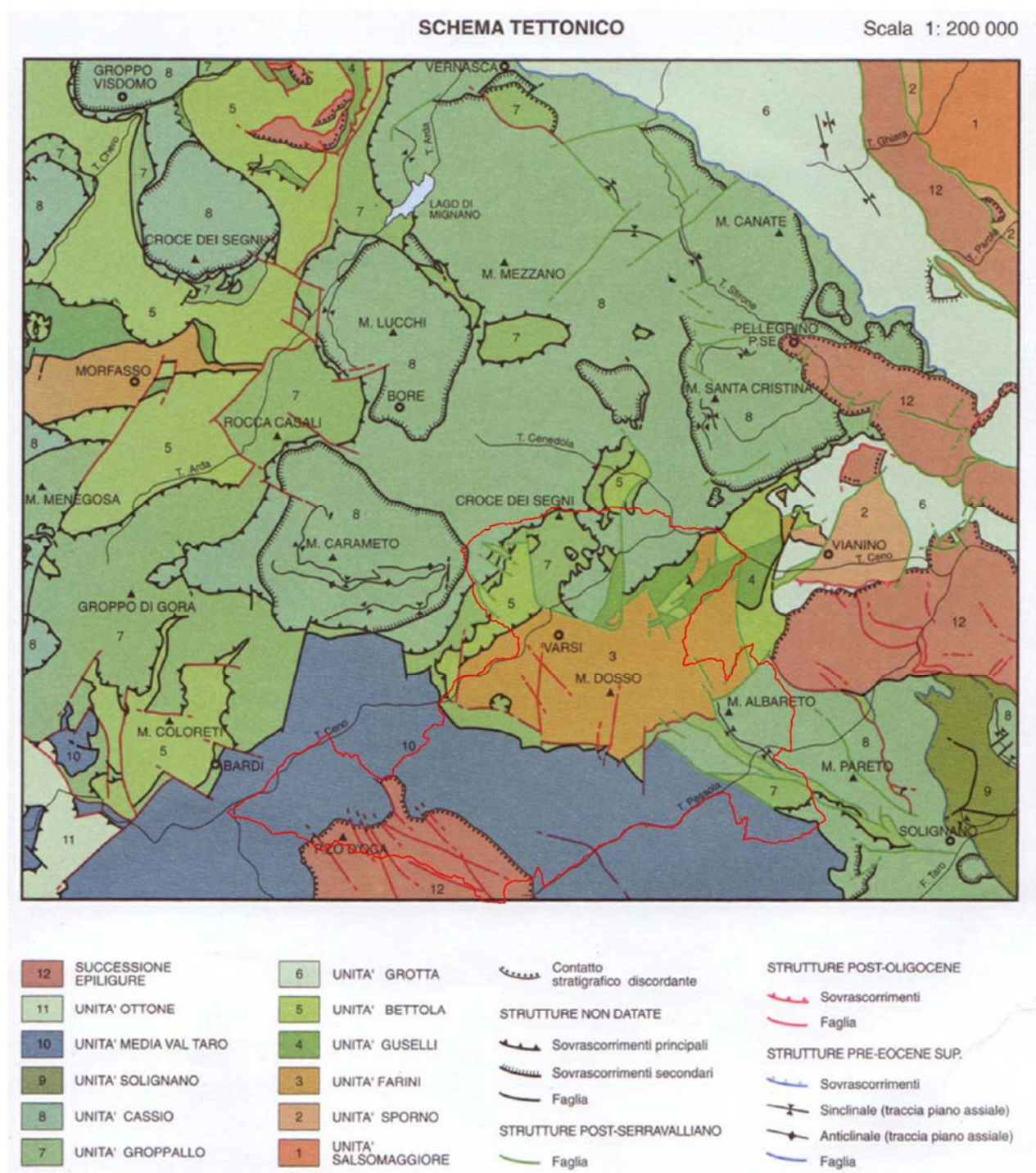


FIG. 4 – SCHEMA TETTONICO DELLA PORZIONE DI APPENNINO IN ESAME
(FONTE: CARTA GEOLOGICA D'ITALIA – FOGLIO 198 – BARDI)



Dott. Geol. Federico Madini

Uffici: Via Europa, 3 – 43014 – Medesano (PR); Tel: 0525/1930528 – Fax: 0525/1930529
Strada Bottego, 23 – 43047 – Pellegrino Parmense (PR); Tel./Fax: 0524/594944

Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione Sismica (I° e II° livello di approfondimento) di alcuni ambiti del Comune di Varsi (PR).

4. SISMICITA'

4.1. Inquadramento sismotettonico

L'Appennino settentrionale è una catena a *thrusts* facente parte del sistema alpino, formatosi in gran parte a spese della placca Adriatica per l'interazione fra le placche Africana ed Euroasiatica.

Si tratta di un edificio costituito da una pila di unità tettoniche riferibili a due principali domini (Cfr. Fig. 5): il Dominio Ligure, i cui sedimenti si sono depositi originariamente su crosta oceanica (Liguridi s.l., Auctt.) e il Dominio Tosco-Umbro-Marchigiano, rappresentato da successioni del margine continentale dell'Adria la cui età inizia a partire dal Triassico.

Le formazioni rocciose appartenenti al Dominio Toscano, sono localizzate essenzialmente lungo la zona di crinale, mentre le unità liguri caratterizzano la fascia che si estende fino al di sotto dei depositi alluvionali della pianura.

Il fronte appenninico è evidenziato dalle strutture ad arco delle pieghe emiliane e ferraresi, posizionate quasi a ridosso del fiume Po, dove sovrascorre con direzione settentrionale la piattaforma padano-veneta.

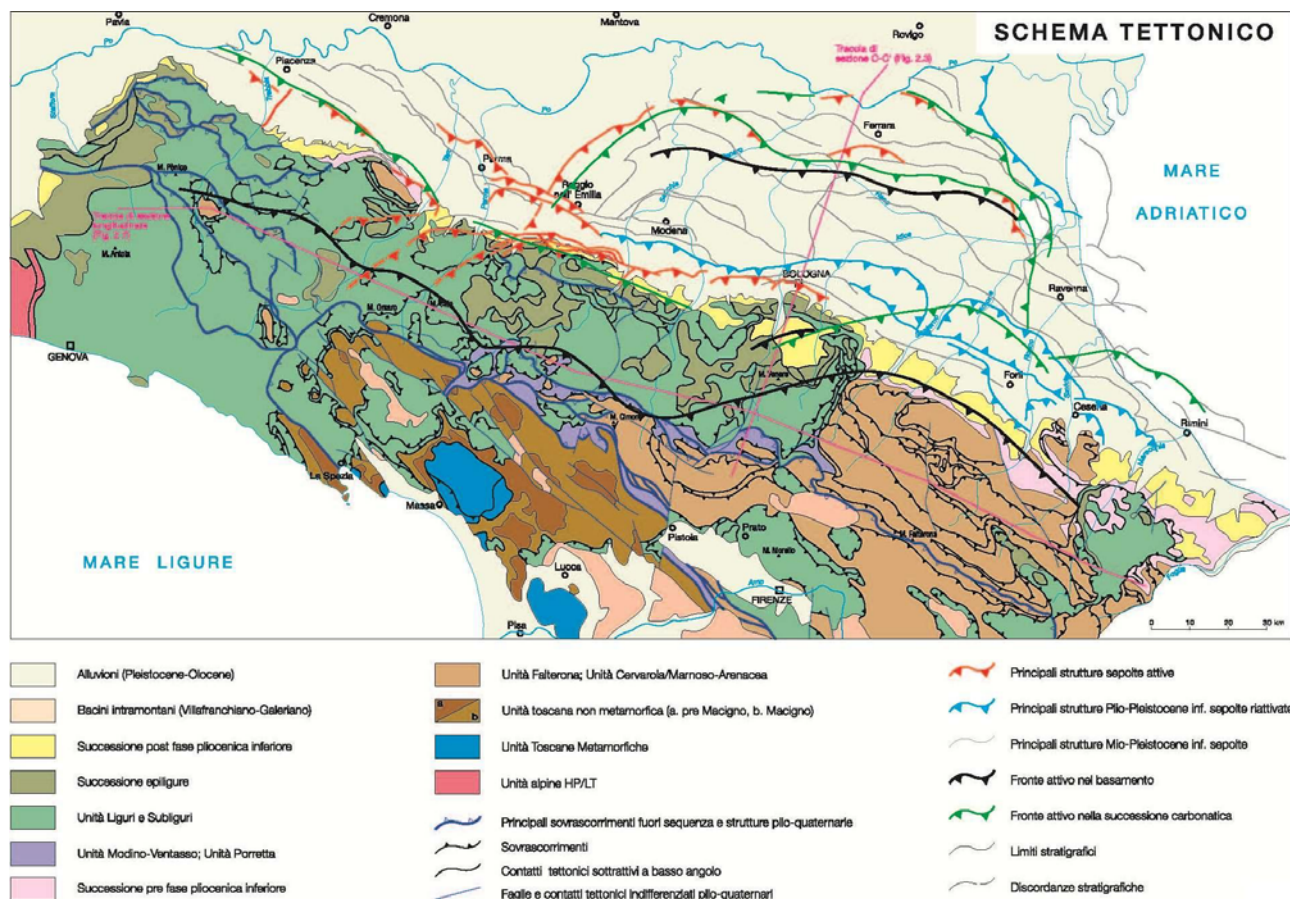


FIG. 5 – SCHEMA TETTONICO GENERALE DELLA REGIONE EMILIA ROMAGNA



Dott. Geol. Federico Madini

Uffici: Via Europa, 3 – 43014 – Medesano (PR); Tel: 0525/1930528 – Fax: 0525/1930529
Strada Bottego, 23 – 43047 – Pellegrino Parmense (PR); Tel./Fax: 0524/594944

Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione Sismica (I° e II° livello di approfondimento) di alcuni ambiti del Comune di Varsi (PR).

Oltre che al contatto tra unità tettoniche differenti, si possono rinvenire all'interno di ciascun dominio strutture attive, il cui studio risulta estremamente importante per definire i meccanismi di rottura che generano i terremoti.

Dall'analisi sull'attività neotettonica in Emilia-Romagna (Cfr. Fig. 6), emerge che le zone a maggiore sollevamento, con tassi >1 mm/anno, sono individuabili nella parte alta della catena, corrispondente al settore a monte del principale raddoppio crostale, ad indicare l'alto grado di attività di questa struttura.

L'area a sollevamento intermedio, con tassi mediamente ≥ 1 mm/anno, corrisponde al settore immediatamente retrostante la struttura superficiale del margine che da Bologna si estende verso NW fino alla valle del Taro.

Le aree a minore sollevamento (<1 mm/anno) si collocano immediatamente a valle della struttura crostale.

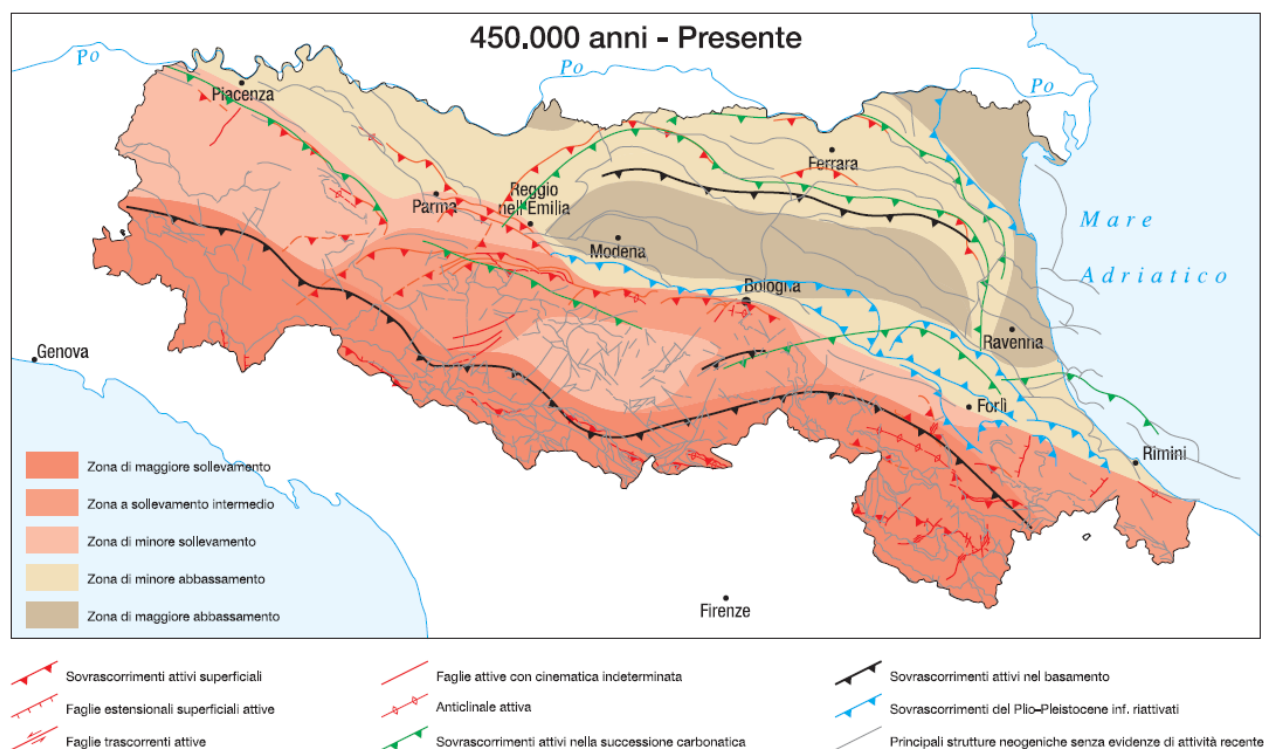


FIG. 6 – SCHEMA DELL'ATTIVITÀ NEOTETTONICA DELLA REGIONE EMILIA ROMAGNA

La sismicità legata alle strutture superficiali, con ipocentri mediamente ad una profondità inferiore a 15 km, appare molto diffusa in catena e più localizzata in pianura, soprattutto in corrispondenza della dorsale ferrarese.

I meccanismi focali calcolati risultano compressivi e trascorrenti indicando direzioni di compressione sia NE-SW che NW-SE. I meccanismi focali distensivi sono nettamente secondari. Ne consegue che la cinematica delle principali strutture attive superficiali è di tipo transpressivo.



Dott. Geol. Federico Madini

Uffici: Via Europa, 3 – 43014 – Medesano (PR); Tel: 0525/1930528 – Fax: 0525/1930529
Strada Bottego, 23 – 43047 – Pellegrino Parmense (PR); Tel./Fax: 0524/594944

Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione Sismica (I° e II° livello di approfondimento) di alcuni ambiti del Comune di Varsi (PR).

La sismicità crostale, con ipocentri mediamente compresi tra 15 e 35 km, mostra una distribuzione simile a quella più superficiale ma con una densità inferiore. Anche in questo caso i meccanismi focali risultano compressivi e trascorrenti con direzioni di compressione sia NW-SE che NE-SW ed i meccanismi distensivi sono rari e ben localizzati.

La sismicità più profonda, con ipocentri oltre i 35 km, fino ad oltre 50 km, è sempre diffusa nel settore di catena e in corrispondenza del margine appenninico-padano, e decisamente minore in pianura. I meccanismi focali calcolati sono in accordo con quanto riscontrato nei livelli strutturali superiori.

Risulta così un modello geodinamico attivo in cui le strutture superficiali della copertura, quelle crostali nonché quelle del mantello, sebbene tra loro distinte, sono tutte coerenti e inquadrabili in un sistema transpressivo che rispetto alle zone esterne dell'avampaese padano, relativamente stabili, assume il significato di un sistema di ordine inferiore all'interno di una zona di trascorrenza destra.

In Fig. 7 è riportata la distribuzione delle strutture attive rispettivamente della copertura, della crosta e del mantello con una zonazione delle aree che maggiormente risentono della loro attività. Per questa zonazione si è tenuto conto anche degli effetti superficiali quali le aree di maggiore sollevamento in catena e di minore abbassamento in pianura, come pure della distribuzione delle aree a maggiore frequenza di fenomeni franosi. Si osserva che il territorio del Comune di Varsi è situato in zona di maggior risentimento degli effetti delle faglie attive.

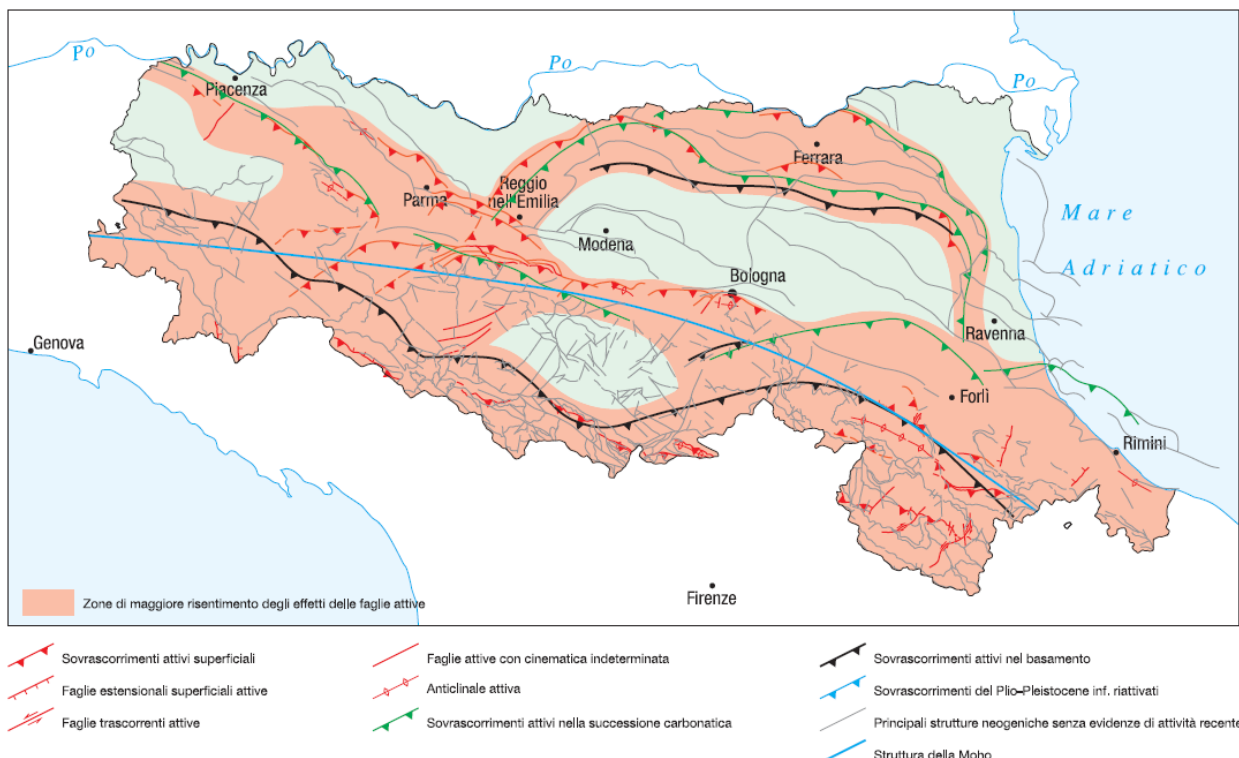


FIG. 7 – CARTA DELLA ZONIZZAZIONE DI MAGGIORE RISENTIMENTO DEGLI EFFETTI DELLE FAGLIE ATTIVE

La Carta sismotettonica della Regione Emilia Romagna alla scala 1:250.000, rappresenta il documento fondamentale per la definizione della pericolosità sismica locale e all'individuazione di strutture



Dott. Geol. Federico Madini

Uffici: Via Europa, 3 – 43014 – Medesano (PR); Tel: 0525/1930528 – Fax: 0525/1930529
Strada Bottego, 23 – 43047 – Pellegrino Parmense (PR); Tel./Fax: 0524/594944

Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione Sismica (I° e II° livello di approfondimento) di alcuni ambiti del Comune di Varsi (PR).

potenzialmente sismogenetiche ed ha consentito di ottenere il quadro neotettonico e sismotettonico dell'area di studio.

Lo stralcio della Carta sismotettonica della Regione Emilia-Romagna riferito al territorio al contorno del Comune di Varsi è riportato in *Fig. 8*.

Nel dettaglio, in *Fig. 8*, all'interno del perimetro comunale di Varsi si rilevano, la linea tettonica su cui si è impostato il corso del T. Ceno ed il fronte di accavallamento esterno che attraversa trasversalmente il Comune di Varsi.

Le strutture tettoniche (faglie e sovrascorrimenti) di età plio-quadernaria con evidenze di riattivazione, risultano concentrate prevalentemente all'esterno del perimetro comunale, a sottolineare il basso grado di sismicità dell'area (illustrato dettagliatamente nei paragrafi successivi).



Dott. Geol. Federico Madini

Uffici: Via Europa, 3 – 43014 – Medesano (PR); Tel: 0525/1930528 – Fax: 0525/1930529
Strada Bottego, 23 – 43047 – Pellegrino Parmense (PR); Tel./Fax: 0524/594944

Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione Sismica (I° e II° livello di approfondimento) di alcuni ambiti del Comune di Varsi (PR).

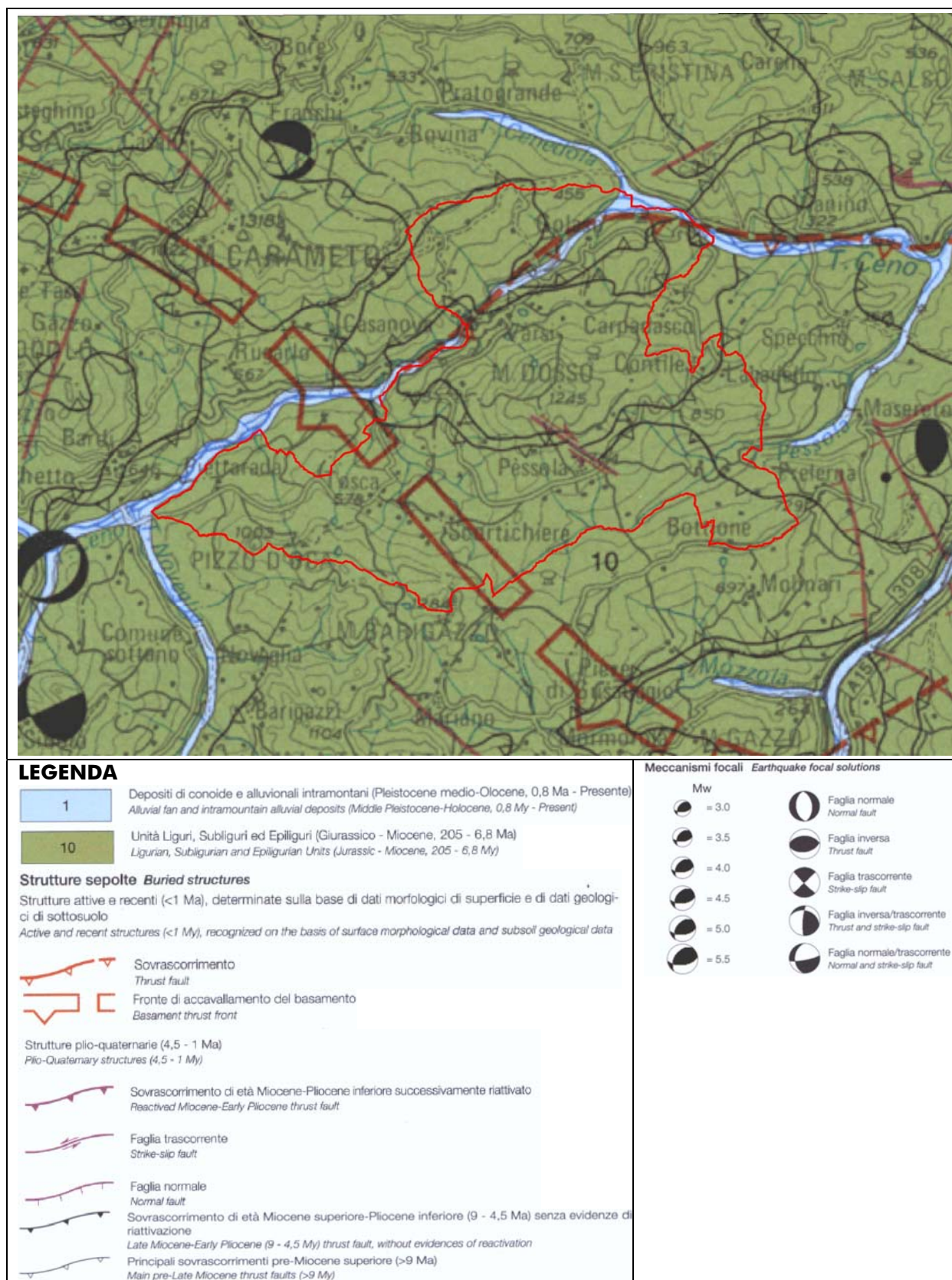


FIG. 8 – STRALCIO DELLA CARTA SISMOTETTONICA DELLA REGIONE EMILIA ROMAGNA



Dott. Geol. Federico Madini

Uffici: Via Europa, 3 – 43014 – Medesano (PR); Tel: 0525/1930528 – Fax: 0525/1930529

Strada Bottego, 23 – 43047 – Pellegrino Parmense (PR); Tel./Fax: 0524/594944

Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione Sismica (I° e II° livello di approfondimento) di alcuni ambiti del Comune di Varsi (PR).

4.2. Zonazione sismogenetica

Allo scopo di associare la sismicità dell'area con i meccanismi responsabili dell'innesco dei terremoti, si è fatto riferimento alla Zonazione Sismogenetica ZS9 (a cura del gruppo di lavoro coordinato da C. Meletti e G. Valensise, 2004).

Tale lavoro, che sostituisce la precedente zonazione ZS4, suddivide il territorio nazionale in fasce contraddistinte da caratteristiche sismotettoniche omogenee (Cfr. Fig. 9). Esso risulta estremamente importante per gli studi pianificazione territoriale ed, in particolare, nelle valutazioni di pericolosità sismica.

A corredo degli studi di zonizzazione sono stati raccolti ed analizzati quasi 2.500 terremoti, spalmati sugli ultimi 1.000 anni, limitatamente agli eventi contraddistinti da intensità epicentrale pari ad almeno il V°-V° della scala MCS.

Come evidenziato in Fig. 9, l'area di studio ricade all'estremità sud-occidentale della zona 913 ed è contraddistinta da eventi sismici di bassa magnitudo, a cinematica prevalentemente compressiva, come già riferito nei paragrafi precedenti, anche se si possono avere fenomeni di trascorrenza nelle zone di svincolo che dissecano la continuità laterale delle strutture. Generalmente, le sorgenti sismiche si distribuiscono a profondità comprese tra i 12 e i 20 Km.

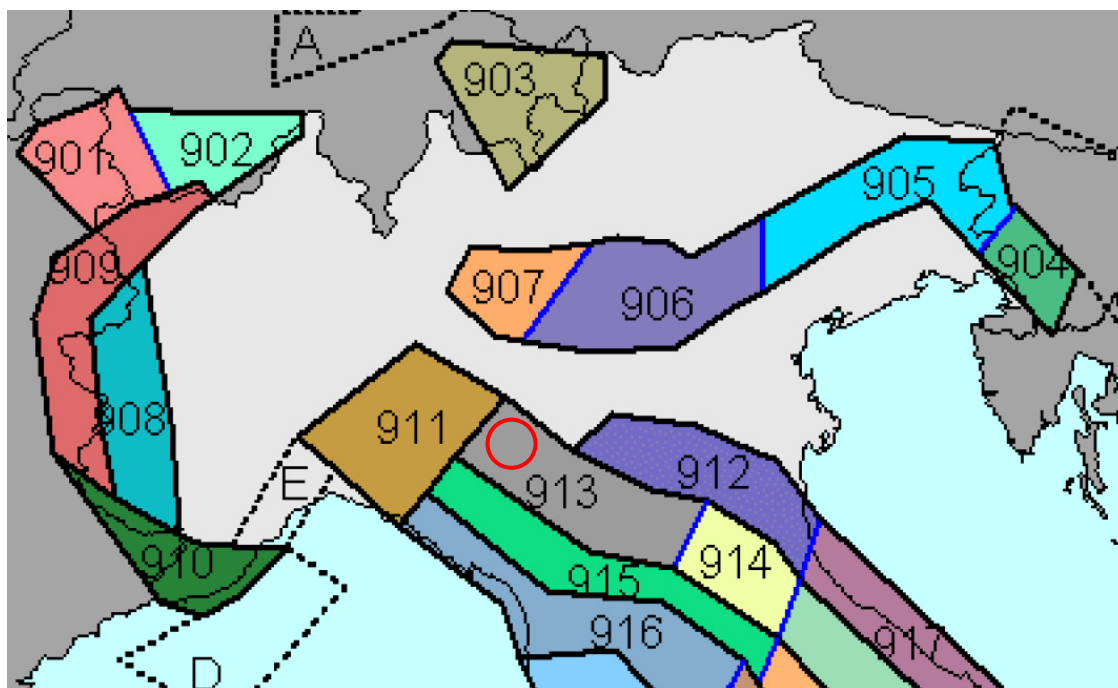


FIG. 9 – STRALCIO DELLA ZONAZIONE SISMOGENETICA ZS9 (2004)



Dott. Geol. Federico Madini

Uffici: Via Europa, 3 – 43014 – Medesano (PR); Tel: 0525/1930528 – Fax: 0525/1930529
Strada Bottego, 23 – 43047 – Pellegrino Parmense (PR); Tel./Fax: 0524/594944

Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione Sismica (I° e II° livello di approfondimento) di alcuni ambiti del Comune di Varsi (PR).

4.3. Sismicità del territorio

Nella valutazione della pericolosità sismica di una determinata area occorre, in primo luogo, definire la pericolosità di base attraverso una corretta analisi della sismicità evidenziando, sia la distribuzione spazio-temporale degli eventi, sia le caratteristiche di intensità degli stessi, seguita da una valutazione della pericolosità locale determinata dagli aspetti geologico-morfologici del territorio.

La storia sismica comunale è stata dedotta dal database DBMI11 utilizzato per la compilazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI11) aggiornato al 2006 (*M. Locati, R. Camassi e M. Stucchi*), nel quale sono riportate le osservazioni macrosismiche relative al Comune di Varsi.

Essa è riassunta nella *Tab. 1*, dove sono stati elencati gli eventi di maggior intensità al sito ($I_s > II$ grado della scala MCS), indicando, per ciascuno di essi, oltre alla stessa intensità al sito: l'anno, il mese (Me), il giorno (Gi) e l'ora (Or) ed, eventualmente, il minuto e il secondo in cui si è verificato, la denominazione dell'area dei maggiori effetti (Area Epicentrale), l'intensità massima epicentrale in scala MCS (I_o) e la magnitudo momento (M_w).

I_s	Anno mese giorno ora	Area epicentrale	I_o	M_w
5	1834 02 14 13:15	Valle del Taro-Lunigiana	9	5.83 ± 0.15
3	1886 10 15 02:20	COLLECCHIO	6	4.70 ± 0.24
4	1983 11 09 16:29:52	Parmense	6-7	5.06 ± 0.09
NF	1986 12 06 17:07:20	BONDENO	6	4.61 ± 0.10
NF	1991 10 31 09:31:18	Parmense	5	4.45 ± 0.14
3	1995 10 10 06:54:23	LUNIGIANA	7	4.85 ± 0.09
NF	1998 03 26 16:26:17	Appennino umbro-marchigiano	6	5.29 ± 0.09
NF	2000 06 18 07:42:08	Parmense	5-6	4.43 ± 0.09
NF	2005 04 13 18:46:08	Valle del Trebbia	5	4.05 ± 0.18
2-3	2005 04 18 10:59:18	Valle del Trebbia	5	3.98 ± 0.09

TAB. 1 – MASSIMI EVENTI SISMICI VERIFICATISI NEL COMUNE DI VARSÌ

Dalla lettura di *Tab. 1* si evidenzia che il massimo evento sismico censito a Varsi si è verificato il 14 Febbraio 1834 con un'intensità al sito del V° della scala MCS.

Tra gli episodi di più recente manifestazione, non contemplati in tabella, si segnalano il terremoto del 23/12/2008 contraddistinto da una magnitudo momento del 5° e l'evento del 27/01/2012, con epicentro individuato nei pressi di Berceto capoluogo ad una profondità di circa 60 Km ed intensità pari a 5,4°.

Un ulteriore studio che ha sviluppato una valutazione affidabile del grado di sismicità dell'area è rappresentato dal lavoro pubblicato dalla Protezione Civile, a cura di *D. Molin, M. Stucchi e G. Valensise*, "Massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani", determinate a partire dalla banca dati macrosismici del GNDT e dai dati del Catalogo dei Forti Terremoti in Italia di ING/SGA.

Secondo tale studio, basato in misura prevalente su valori realmente osservati, facendo ricorso ad aggiustamenti solo per quelle località ove questo si sia reso necessario, il territorio di Varsi è stato soggetto



Dott. Geol. Federico Madini

Uffici: Via Europa, 3 – 43014 – Medesano (PR); Tel: 0525/1930528 – Fax: 0525/1930529

Strada Bottego, 23 – 43047 – Pellegrino Parmense (PR); Tel./Fax: 0524/594944

Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione Sismica (I° e II° livello di approfondimento) di alcuni ambiti del Comune di Varsi (PR).

a terremoti di intensità massima pari al VII° della scala MCS.

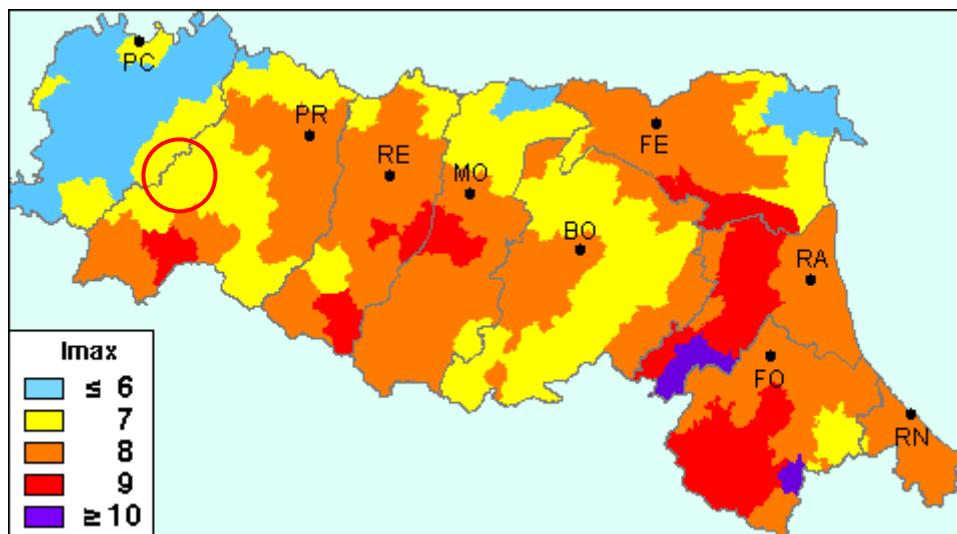


FIG. 10 – CARTA DELLA MASSIMA INTENSITÀ MACROSISMICA IN EMILIA ROMAGNA

4.4. Classificazione sismica comunale

La classificazione sismica dei comuni su tutto il territorio nazionale è stata stabilita dall'Allegato 1, punto 3 dell'Ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003, utilizzando e aggiornando la precedente proposta nel 1998.

La suddivisione è articolata in 4 zone: le prime 3 corrispondono alle zone di sismicità alta ($S=12$), media ($S=9$) e bassa ($S=6$), contemplati nella Legge 64/74, mentre la zona 4 è di nuova introduzione.

Ciascuna zona è contraddistinta da un diverso valore dell'accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni (Cfr. Tab. 2), eliminando di fatto la presenza di aree del territorio classificate come non sismiche: in questo modo, ad ogni area del territorio nazionale viene attribuito un differente livello di pericolosità sismica.

Zona	Valori massimi di a_g
1	$>0,25$
2	$0,15 \div 0,25$
3	$0,05 \div 0,15$
4	$<0,05$

TAB. 2 – VALORI DI ACCELERAZIONE ORIZZONTALE ASSOCIATI A CIASCUNA ZONA SISMICA

La classificazione vigente, identifica il Comune di Varsi in zona 3 (Cfr. Fig. 11), cui corrispondono valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, compresi tra $0,05g$ e $0,15g$ (dove g è l'accelerazione di gravità).



Dott. Geol. Federico Madini

Uffici: Via Europa, 3 – 43014 – Medesano (PR); Tel: 0525/1930528 – Fax: 0525/1930529
Strada Bottego, 23 – 43047 – Pellegrino Parmense (PR); Tel./Fax: 0524/594944

Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione Sismica (I° e II° livello di approfondimento) di alcuni ambiti del Comune di Varsi (PR).

Risulta opportuno evidenziare che, con l'entrata in vigore del decreto ministeriale 14 gennaio 2008 recante "Norme Tecniche per le Costruzioni", la stima della pericolosità sismica, non è più associata alla zona sismica di appartenenza, ma al valore di accelerazione massima orizzontale attesa su base probabilistica su uno specifico sito.

Ciò ha permesso di superare la differenza tra valori di accelerazione previsti dagli studi di pericolosità sismica a scala nazionale e valori previsti dalla normativa antisismica per un suolo di riferimento.

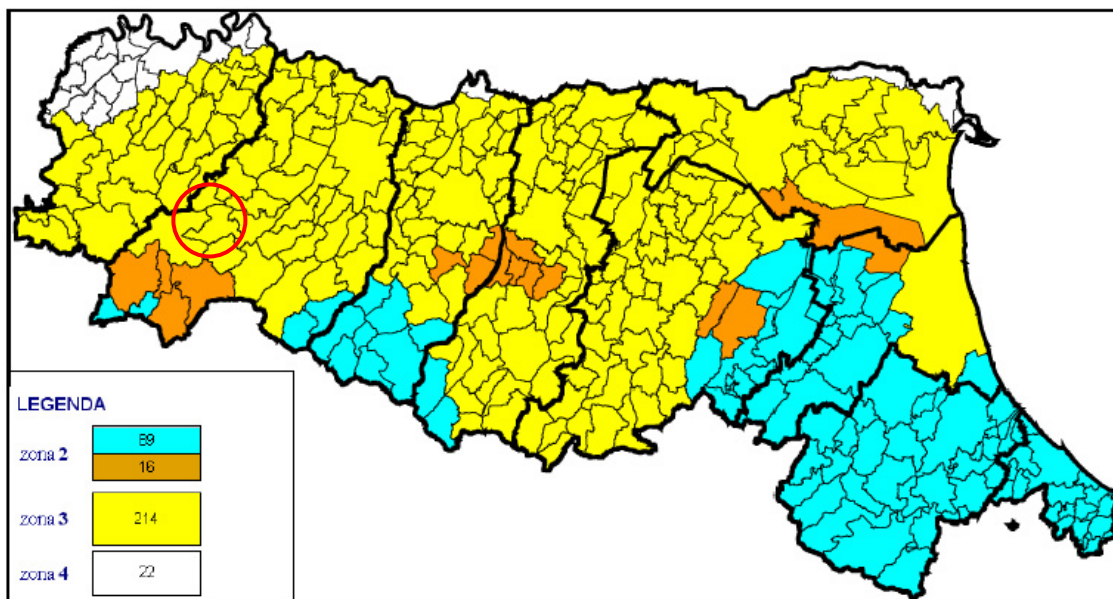


FIG. 11 – CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI COMUNI DELLA REGIONE EMILIA ROMAGNA

4.5. Pericolosità sismica

Il Rischio Sismico è espresso quantitativamente, in funzione dei danni attesi a seguito di un terremoto, in termini di perdite di vite umane e di costo economico dovuto ai danni alle costruzioni ed al blocco delle attività produttive.

Esso è determinato dalla convoluzione probabilistica $Rischio = f[(PB \cdot PL) \cdot [V \cdot E)]$ dei seguenti tre fattori: Pericolosità, Vulnerabilità ed Esposizione.

La pericolosità sismica di un'area dipende dalle caratteristiche sismiche (sorgenti sismogenetiche, energia, tipo e frequenza dei terremoti) e da aspetti locali (geomorfologia e stratigrafia), in tal senso è suddivisibile in una pericolosità di base (PB) e in una pericolosità locale (PL).

La prima, peraltro illustrata nei paragrafi precedenti, consiste nella probabilità che, in un certo intervallo di tempo, si verifichino forti terremoti che possono provocare danni.

La pericolosità sismica di base di una zona, in senso lato, è determinata dalla frequenza con cui avvengono i terremoti e dall'intensità che raggiungono.

Tale dato, in senso probabilistico, è la probabilità che un valore prefissato di pericolosità, espresso



Dott. Geol. Federico Madini

Uffici: Via Europa, 3 – 43014 – Medesano (PR); Tel: 0525/1930528 – Fax: 0525/1930529
Strada Bottego, 23 – 43047 – Pellegrino Parmense (PR); Tel./Fax: 0524/594944

Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione Sismica (I° e II° livello di approfondimento) di alcuni ambiti del Comune di Varsi (PR).

da un parametro di moto del suolo (quale ad es. l'accelerazione massima PGA o il grado di intensità macrosismica), venga superato in un dato sito entro un fissato periodo di tempo.

Le caratteristiche sismiche, comunemente indicate come componenti della pericolosità sismica di base, sono quelle considerate per definire la zonazione della classificazione sismica nazionale.

La classificazione nazionale esprime la sismicità di un'area sulla base dei terremoti avvenuti in epoca storica e della distanza dalle potenziali sorgenti sismogenetiche, senza però considerare le caratteristiche locali del territorio che possono modificare il moto sismico atteso.

La pericolosità locale è influenzata dalla presenza di alcune tipologie di depositi e forme del paesaggio che possono amplificare il moto sismico in superficie favorendo fenomeni di instabilità dei terreni quali cedimenti, frane o fenomeni di liquefazione (effetti locali).

Nella determinazione del rischio sismico interviene pertanto, oltre alla pericolosità sismica di base (frequenza e intensità dei terremoti), anche l'assetto geologico-morfologico al contorno.

A parità di pericolosità, un'area densamente popolata e caratterizzata da costruzioni poco resistenti al terremoto avrà un rischio elevato, mentre un'area deserta avrà rischio nullo.

Dunque elevata pericolosità sismica non significa necessariamente elevato rischio sismico, ma, per le ragioni sopra riportate, risulta possibile anche il verificarsi della relazione contraria.

In tal senso una suddivisione del territorio, operata sulla base della diversa risposta sismica del terreno, assume un importante ruolo nel processo di pianificazione territoriale e urbanistica come strumento di prevenzione e mitigazione del rischio sismico individuando aree a diversa pericolosità sismica.

Tale operazione è particolarmente efficace se applicata a partire dalle prime fasi della pianificazione territoriale e urbanistica (PTCP e PSC) attraverso la realizzazione di cartografia di analisi e apparati normativi che sostengano l'obiettivo comune di indirizzare le scelte di pianificazione verso ambiti a minore rischio sismico.

Ai sensi dell'art.A-2 comma 4 della L.R. 20/2000 "Disciplina Generale sulla Tutela e uso del Territorio *"nei territori regionali individuati come zone sismiche, ai sensi dell'art. 145 della L.R. n. 3 del 1999, gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica concorrono alla riduzione ed alla prevenzione del rischio sismico, sulla base delle analisi di pericolosità, vulnerabilità ed esposizione"*.

L'art.37 della L.R. 31/2002 Disciplina Generale dell'Edilizia e s.m.i. indica che nelle zone sismiche il parere di compatibilità degli strumenti di pianificazione riguarda le *"condizioni di pericolosità locale degli aspetti fisici del territorio"*, il punto 9.3 della circolare n.6515 del 21/3/2003, sull'applicazione di alcune disposizioni della L.R. 31/2002 chiarisce che le *"condizioni di pericolosità locale degli aspetti fisici del territorio"* sono tutti gli aspetti fisici del territorio che influiscono sulla pericolosità locale, quali le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, geotecniche e idrogeologiche che possono determinare instabilità dei versanti, effetti di amplificazione del moto sismico, addensamento e liquefazione.



Dott. Geol. Federico Madini

Uffici: Via Europa, 3 – 43014 – Medesano (PR); Tel: 0525/1930528 – Fax: 0525/1930529
Strada Bottego, 23 – 43047 – Pellegrino Parmense (PR); Tel./Fax: 0524/594944

Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi

Si segnala inoltre che, a seguito dell'entrata in vigore del D.M. 14.01.2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni", preceduto dal D.M. 14.9.2005 (pubblicato sul Supplemento Ordinario n.159 alla Gazzetta Ufficiale n.222 del 23 settembre 2005 recante "Norme Tecniche per le Costruzioni"), sono richiesti specifici studi per la valutazione della risposta sismica locale ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto (punto 3.2.1).

4.6. Microzonazione sismica

Per "*microzonazione sismica*" si intende la suddivisione dettagliata del territorio in sottozone a diversa pericolosità sismica locale: tale suddivisione tiene conto sia della sismicità di base (distanza dalle sorgenti sismogenetiche, energia, frequenza e tipo dei terremoti attesi) sia delle caratteristiche geologiche e morfologiche locali.

La Regione Emilia-Romagna, ai sensi dell'art.16 della L.R. 20/2000, ha prodotto uno specifico "*atto di indirizzo e coordinamento tecnico per la compilazione di studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna a supporto della pianificazione territoriale e urbanistica*".

Esso è stato approvato tramite Delibera dell'Assemblea Legislativa della Regione Emilia-Romagna – progr. n° 112 – oggetto n° 3121 del 2 maggio 2007, divenuta efficace il giorno 17 maggio 2007 in occasione della pubblicazione sul BUR dell'atto di indirizzo stesso.

Secondo tali disposizioni, gli studi di risposta sismica locale e microzonazione sismica, vanno condotti a diversi livelli di approfondimento a seconda delle finalità e delle applicazioni nonché degli scenari di pericolosità locale.

Si distinguono così 2 fasi di analisi con diversi livelli di approfondimento.

La prima fase è diretta a definire gli scenari di pericolosità sismica locale, cioè ad identificare le parti di territorio suscettibili di effetti locali (amplificazione del segnale sismico, cedimenti, instabilità dei versanti, fenomeni di liquefazione, rotture del terreno, ecc..).

L'individuazione delle aree soggette ad effetti locali si basa su rilievi, osservazioni e valutazioni di tipo geologico e geomorfologico, svolte a scala territoriale, associati a raccolte di informazioni sugli effetti indotti dai terremoti passati.

La seconda fase ha come obiettivo la microzonazione sismica del territorio indagato.

Sulla base degli scenari individuati dalle analisi svolte nel corso della prima fase, nella seconda fase si attuano 2 diversi livelli di approfondimento:

- Nelle aree pianeggianti e sub-pianeggianti, incluse le zone di fondovalle appenniniche, con stratificazione orizzontale e sub-orizzontale, e sui versanti stabili con acclività $\leq 15^\circ$, si ritiene sufficiente **un'analisi semplificata (2° livello di approfondimento)**, cioè l'analisi della pericolosità locale può essere basata, oltre che sull'acquisizione di dati geologici e



Dott. Geol. Federico Madini

Uffici: Via Europa, 3 – 43014 – Medesano (PR); Tel: 0525/1930528 – Fax: 0525/1930529
Strada Bottego, 23 – 43047 – Pellegrino Parmense (PR); Tel./Fax: 0524/594944

Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione Sismica (I° e II° livello di approfondimento) di alcuni ambiti del Comune di Varsi (PR).

geomorfologici di quelli rilevati nel 1° livello, su prove geofisiche in sito e su prove geotecniche di tipo standard.

- Occorrerà realizzare **un'analisi approfondita (3° livello di approfondimento)**, laddove si evidenzino particolari criticità geologiche, di seguito elencate:
 - Aree soggette a liquefazione e densificazione;
 - Aree instabili e potenzialmente instabili, queste ultime quando si riscontri contemporaneamente un'acclività $>15^\circ$;
 - Aree in cui le coperture hanno spessore fortemente variabile, come ad esempio nelle aree pedemontane e di fondovalle a ridosso dei versanti;
 - Aree in cui è prevista la realizzazione di opere di rilevante interesse pubblico.

L'analisi approfondita richiede un significativo numero di prove geofisiche e geotecniche, sia in sito che in laboratorio, rivolte alla definizione del comportamento dei terreni sotto sollecitazione dinamica.

La prima fase, o il primo livello di approfondimento (individuazione delle aree potenzialmente soggette ad effetti locali), viene attuata nell'ambito della pianificazione urbanistica.

La seconda fase (analisi della risposta locale e microzonazione sismica del territorio) è richiesta per la predisposizione e approvazione degli strumenti di pianificazione urbanistica comunale potenzialmente soggette ad effetti locali individuate nella prima fase.

5. I° LIVELLO DI APPROFONDIMENTO

In questa fase, propedeutica ai livelli successivi, l'obiettivo principale riguarda l'individuazione delle aree omogenee in termini di risposta sismica locale, ovvero di definire da un punto di vista qualitativo delle microzone, contraddistinte da una differente tipologia di effetti attesi, alle quali corrisponde il relativo livello di approfondimento da svolgersi.

Risulta pertanto di fondamentale importanza la ricostruzione del modello geologico evidenziando, sia le condizioni litologiche e strutturali delle diverse unità geologiche, sia le caratteristiche geometriche e tessiturali delle coperture detritiche.

La ricostruzione degli elaborati di I° livello è stata predisposta prevalentemente tramite il reperimento e l'elaborazione di dati esistenti, integrati dalle indicazioni fornite da indagini di nuova realizzazione.

Si ricorda che, la descrizione delle cartografie relativamente a ciascun ambito, viene proposta in allegato alla presente relazione.



Dott. Geol. Federico Madini

Uffici: Via Europa, 3 – 43014 – Medesano (PR); Tel: 0525/1930528 – Fax: 0525/1930529
Strada Bottego, 23 – 43047 – Pellegrino Parmense (PR); Tel./Fax: 0524/594944

Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi

5.1. Carta delle indagini

La redazione delle tavole alla scala 1:5.000, ha previsto la preventiva raccolta di dati preesistenti, riguardanti indagini geognostiche realizzate in corrispondenza degli ambiti, o nelle immediate vicinanze, contenuti prevalentemente all'interno degli studi di pianificazione comunale.

Per quanto concerne la tipologia, si tratta per lo più di sondaggi a carotaggio continuo, stendimenti di sismica a rifrazione, prove sismiche passive HVSR, prove penetrometriche dinamiche e saggi esplorativi con escavatore, localizzate in maniera sufficientemente omogenea nell'intorno del capoluogo mentre, risultano inesistenti in corrispondenza delle frazioni.

Nell'intento di implementare le conoscenze sull'assetto sismo-stratigrafico del sottosuolo, è stata predisposta una campagna di indagini, consistita nella realizzazione di n° 19 prove sismiche a stazione singola HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio – Metodo di Nakamura*).

Esse sono state coordinate ed elaborate dai tecnici del Servizio Programmazione e Pianificazione Territoriale della Provincia di Parma.

Laddove si sono riscontrate incertezze o problematiche sulla corretta esecuzione delle prove e nell'elaborazione dei dati raccolti, si è provveduto alla ripetizione delle stesse.

Tutte le prove, sono state opportunamente codificate, raccolte nel *data-base* allegato, analizzate ed elaborate, per consentire una corretta ricostruzione del modello geologico e dei mutui rapporti tra il substrato e la copertura.

Ciascuna prova HVSR è stata classificata sulla base della qualità di acquisizione e sulla presenza o meno di picchi evidenti, secondo lo schema riportato in Fig. 12.

PROVA HVSR	CODICE PROVA	CLASSE DI QUALITA' DELLA PROVA		
		A1	B1	B2
	PEP_N_T_01			

A1: Prova affidabile che presenta almeno un picco chiaro
B1: Prova da interpretare che presenta almeno un picco chiaro
B2: Prova da interpretare che non presenta picchi chiari

FIG. 12 – TABELLA RIASSUNTIVA DELLE CLASSI DI QUALITÀ DELLE PROVE HVSR

5.1.1. Prova sismica passiva HVSR

L'indagine, definita "sismica passiva" in quanto non necessita di una sorgente d'energia appositamente creata, si basa sulla inversione dei rapporti spettrali del tremore sismico registrato in una stazione singola.



Dott. Geol. Federico Madini

Uffici: Via Europa, 3 – 43014 – Medesano (PR); Tel: 0525/1930528 – Fax: 0525/1930529
Strada Bottego, 23 – 43047 – Pellegrino Parmense (PR); Tel./Fax: 0524/594944

Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione Sismica (I° e II° livello di approfondimento) di alcuni ambiti del Comune di Varsi (PR).

Lo strumento utilizzato per la misurazione è un tomografo digitale progettato specificatamente per l'acquisizione del rumore sismico; esso dispone di tre canali analogici connessi a tre velocimetri elettrodinamici ad alta risoluzione disposti lungo tre direzioni ortogonali.

Per questo studio le misure sono state effettuate con una frequenza di campionamento di 128 Hz e una durata di 15 minuti.

L'esito della prova è una curva sperimentale che rappresenta il valore del rapporto fra le ampiezze spettrali medie delle vibrazioni ambientali in funzione della frequenza di vibrazione.

Le frequenze alla quali la curva H/V mostra dei massimi sono legate alle frequenze di risonanza del terreno al di sotto del punto di misura.

In definitiva, attraverso la misurazione e l'analisi dei dati raccolti, si possono ottenere i seguenti risultati:

- Definizione delle frequenze naturali dei terreni, mettendo in luce quei valori di picco significativi quali, la frequenza fondamentale del deposito;
- calcolo della velocità delle onde di taglio V_s determinata a partire da un riflettore noto dalla stratigrafia ed individuabile nella curva H/V. Conseguentemente, è possibile determinare i valori delle V_{sH} o V_{s30} , necessari per le elaborazioni dei successivi livelli di approfondimento;
- infine, attraverso la definizione del contrasto d'impedenza tra i vari strati, ossia per il rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo stesso, è possibile ricostruire la stratigrafia del sottosuolo.

Entrando nello specifico delle elaborazioni, la teoria di *Nakamura* relaziona lo spettro di risposta del substrato roccioso (rapporto spettrale $H/V = 1$), con quello effettivamente misurato in superficie.

Per una migliore comprensione del calcolo del moto sismico in superficie, occorre analizzare il caso semplificato di un deposito di terreno omogeneo di spessore H , poggiante su un basamento roccioso soggetto ad onde di taglio con direzione di propagazione verticale.

Se le onde di taglio verticali incidenti sono sinusoidali di frequenza f , l'accelerazione sull'affioramento rigido è una sinusoidale di frequenza f e ampiezza a_{maxr} mentre la corrispondente accelerazione alla superficie del deposito, anch'essa sinusoidale di frequenza f , ha ampiezza paria ad a_{maxs} .

Il rapporto a_{maxr} / a_{maxs} prende il nome di fattore di amplificazione, A , e dipende dalla frequenza dell'eccitazione armonica, dal fattore di smorzamento del terreno e dal rapporto $I = (\sigma_b V_b) / (\sigma_s V_s)$ tra l'impedenza sismica della roccia di base $\sigma_b V_b$ e quella del deposito $\sigma_s V_s$.

La variazione del fattore di amplificazione con la frequenza definisce la funzione di amplificazione $A(f)$ del deposito. Il moto sismico risulta amplificato in corrispondenza di determinate frequenze, che corrispondono alle frequenze naturali f_n di vibrazione del deposito, mentre risulta ridotto di amplificazione



Dott. Geol. Federico Madini

Uffici: Via Europa, 3 – 43014 – Medesano (PR); Tel: 0525/1930528 – Fax: 0525/1930529
Strada Bottego, 23 – 43047 – Pellegrino Parmense (PR); Tel./Fax: 0524/594944

Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi

alle frequenze elevate a causa dello smorzamento del terreno. Di particolare importanza è la prima frequenza naturale di vibrazione del deposito f_1 , denominata frequenza fondamentale di risonanza:

$$f_1 = \frac{V_s}{4H}$$

Riguardo la metodologia sul calcolo delle onde di taglio, si cerca di far adattare la curva sperimentale HVSR con una curva teorica usando come vincoli gli spessori degli strati più superficiali (o altri orizzonti) di sottosuolo ricavati da dati bibliografici o da prove in sito.

Successivamente, attraverso l'algoritmo "Monte Carlo", ovvero un metodo statistico non parametrico per l'inversione, si ottengono gli spessori dei sismostrati con la relativa velocità delle onde V_s .

5.2. Carta lito-morfologica

Per quanto riguarda la distribuzione dei litotipi presenti nelle aree d'interesse si è fatto riferimento alle relative sezioni alla scala 1:10.000 della Cartografia geologica regionale – Progetto CARG (Servizio Geologico Sismico e dei Suoli – Regione Emilia Romagna).

Ovviamente tutti i dati contenuti all'interno di ciascun ambito comunale, sono stati opportunamente verificati tramite sopralluoghi di campagna.

In primo luogo, sono state raffigurate le formazioni rocciose affioranti, elencandole dall'alto verso il basso, dall'unità tettonicamente più elevata a quella inferiore indicando, tra l'altro, il dominio strutturale di appartenenza.

I corpi detritici, che ricoprono il substrato con spessori variabili e risultano estremamente importanti per gli studi di microzonazione, sono stati suddivisi sulla base dello stato di attività e della tipologia di movimento.

La riproduzione degli elementi tettonici lineari quali, faglie e sovrascorrimenti, ha permesso di ricostruire lo stato di fratturazione delle compagini rocciose. Altresì, l'inserimento di stazioni di misura dell'orientazione spaziale degli strati, ha fornito informazioni sulla presenza o meno, di strutture plicative e di taglio a piccola e grande scala.

5.3. Carta delle frequenze naturali dei terreni

Questo elaborato è stato ricostruito partendo dall'analisi delle frequenze naturali registrate durante l'esecuzione delle prove di sismica passiva (HVSR).

Nello specifico, è stato associato a ciascun punto di misura, il valore della frequenza di risonanza fondamentale f_0 , corrispondente al picco significativo della curva a più bassa frequenza e di altri picchi



Dott. Geol. Federico Madini

Uffici: Via Europa, 3 – 43014 – Medesano (PR); Tel: 0525/1930528 – Fax: 0525/1930529
Strada Bottego, 23 – 43047 – Pellegrino Parmense (PR); Tel./Fax: 0524/594944

Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione Sismica (I° e II° livello di approfondimento) di alcuni ambiti del Comune di Varsi (PR).

secondari a più alta frequenza mettendo inoltre in evidenza, l'eventuale assenza di massimi significativi (nessun massimo relativo significativo nelle funzioni HVSR nell'intervallo 0,1 – 20 Hz).

Sulla base delle indicazioni fornite dall'Ufficio Geologico Regionale, si sono adottate le seguenti classi di frequenza:

- nessun picco significativo di frequenza f_0
- $f_0 \leq 0,5$ Hz
- $0,5 \text{ Hz} < f_0 \leq 1 \text{ Hz}$
- $1 \text{ Hz} < f_0 \leq 2 \text{ Hz}$
- $2 \text{ Hz} < f_0 \leq 3 \text{ Hz}$
- $3 \text{ Hz} < f_0 \leq 5 \text{ Hz}$
- $5 \text{ Hz} < f_0 \leq 8 \text{ Hz}$
- $f_0 > 8 \text{ Hz}$

Oltre alla classificazione dei terreni sulla base degli intervalli di frequenza, è stata apportata una distinzione fra zone caratterizzate da alti contrasti di impedenza alla base delle coperture (ampiezza massima curva HVSR > 3) e bassi contrasti d'impedenza (con ampiezza HVSR < 3).

5.4. Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (*MOPS*)

Rappresenta il documento fondamentale di questo livello di approfondimento in quanto, si ottiene dalle cartografie precedenti, mediante elaborazione dei tematismi geologico-morfologici e dei dati litostratigrafici forniti dalle indagini geognostiche e geofisiche.

L'obiettivo principale di detto elaborato, riguarda la suddivisione del territorio in aree omogenee caratterizzate da una diversa suscettibilità a fenomeni di amplificazione locale indotti dal sisma.

Viene predisposta con l'intento di definire, per ciascuna area, gli effetti attesi prodotti dall'azione sismica (amplificazioni, instabilità di versante, liquefazione, ecc.) e gli eventuali approfondimenti da affrontare.

Nel dettaglio, nella *MOPS* il territorio viene suddiviso nelle seguenti tre classi:

- **Zone stabili:** riguardano quelle zone che, ad esclusione dello scuotimento, funzione dell'energia e della distanza dell'evento, non presentano effetti di alcuna natura. Trattasi di aree in cui il substrato roccioso, caratterizzato da velocità di propagazione delle onde di taglio $V_s > 800$ m/s, risulta affiorante o sub-affiorante (con spessori delle coperture minori di 5 m), con morfologia pianeggiante o poco inclinata (versanti con inclinazione inferiore a circa 15°). All'interno di queste aree non sono richiesti approfondimenti supplementari. Si evidenzia comunque che, in nessuna delle realtà studiate, si sono rilevate le condizioni suddette;



Dott. Geol. Federico Madini

Uffici: Via Europa, 3 – 43014 – Medesano (PR); Tel: 0525/1930528 – Fax: 0525/1930529
Strada Bottego, 23 – 43047 – Pellegrino Parmense (PR); Tel./Fax: 0524/594944

Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione Sismica (I° e II° livello di approfondimento) di alcuni ambiti del Comune di Varsi (PR).

- **Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali:** all'interno di queste aree sono attese amplificazioni del moto sismico, come effetto della situazione litostratigrafica e morfologica locale. Raggruppano le zone dove sono presenti terreni di copertura, coltri di alterazione del substrato, substrato molto fratturato, o substrato caratterizzato da velocità di propagazione delle onde di taglio $V_s < 800$ m/s. Gli spessori di questi terreni devono essere superiori ai 5 m. Nello specifico del presente studio, vengono ricondotti a questa categoria i seguenti tipi di terreno:

- Depositi alluvionali in evoluzione o terrazzati;
- Detrito di versante ed eluvio-colluviale;
- Frane quiescenti con acclività del versante minori di 15° ;
- Substrato caratterizzato da $V_s < 800$ m/s.

Generalmente, si prevedono affetti attesi di amplificazione stratigrafica con la richiesta di approfondimenti del II° Livello mentre, si osservano aree a potenziale instabilità in corrispondenza delle porzioni di versante ricoperte da frane quiescenti con acclività minori di 15° .

Riguardo le amplificazioni topografiche, concentrate lungo le aree con acclività maggiori di 15° , si evidenzia che si tratta di aree marginali, contraddistinte da dislivelli minori di 30 m e pendenze inferiori ai 21° , limiti al di sotto dei quali non si avvertono significative amplificazioni, tant'è che il valore del coefficiente S_T (coefficiente di amplificazione topografica), si mantiene su valori prossimi all'unità.

Ad ogni microzona è stata associata una successione stratigrafica rappresentativa, ricostruita attraverso l'analisi dei dati forniti sia dalle indagini geognostiche preesistenti, che da quelle *ex novo* indicando, tra l'altro, gli spessori massimi e minimi rilevati.

Il substrato è stato identificato a seconda del valore del rapporto L/P (Lapideo/Pelite), allo scopo di metter in risalto le proprietà geotecniche di massima dell'ammasso e, quindi, anche la differente suscettibilità all'amplificazione sismica.

Nell'indicazione degli spessori delle coperture detritiche, nelle aree non indagate dalle prove, si è assunto un valore minimo pari a 5 m.

- **Zone suscettibili d'instabilità:** rientrano in questa categoria le aree che, oltre ad essere soggette ad amplificazioni del moto sismico, possono dar luogo ad instabilità dei versanti (aree di frana attiva, aree di frana quiescente con acclività del versante maggiori di 15° , aree soggette a cedimenti differenziali e/o liquefazione, aree di faglia, ecc..). Per tali aree sono previsti approfondimenti di III° Livello.



Dott. Geol. Federico Madini

Uffici: Via Europa, 3 – 43014 – Medesano (PR); Tel: 0525/1930528 – Fax: 0525/1930529
Strada Bottego, 23 – 43047 – Pellegrino Parmense (PR); Tel./Fax: 0524/594944

Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi

6. II° LIVELLO DI APPROFONDIMENTO

Questo livello si pone come obiettivo principale la quantificazione numerica, ottenuta attraverso metodi semplificati che prevedono l'utilizzo di abachi regionalizzati, dell'amplificazione in superficie del segnale sismico.

Inizialmente si analizzano gli elaborati del livello precedente, allo scopo di evidenziare eventuali incertezze nella zonizzazione, apportando le opportune riperimetrazioni ed integrazioni, anche in termini di realizzazione di indagini.

Successivamente, a ciascuna microzona viene associata una quantificazione numerica (fattore di amplificazione), descrittiva degli effetti attesi in sito e ottenuta con metodi semplificati.

6.1. Carta delle velocità delle onde di taglio S (V_s)

Raffigura, per ciascun punto di misura HVSR, i valori delle velocità delle onde S relativamente ai primi 30 m di profondità (V_{s30}) o, in alternativa, quando l'interfaccia copertura substrato si trova a profondità H maggiori di 5 m, il valore di V_{sH} determinati secondo le formule di seguito riportate:

$$V_{sH} = \frac{H}{\sum_{i=1,n} \frac{h_i}{V_{s_i}}}$$

Dove:

H = spessore totale (in metri) dei terreni di copertura o profondità del *bedrock*

h_i = spessore (in metri) dello strato i -esimo (fino al *bedrock*)

V_{s_i} = velocità (in m/s) dello strato i -esimo (fino al *bedrock*)

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,n} \frac{h_i}{V_{s_i}}}$$

Dove:

h_i = spessore (in metri) dello strato i -esimo (fino alla profondità di 30 m)

V_{s_i} = velocità (in m/s) dello strato i -esimo (fino alla profondità di 30 m)

Purtroppo, vista la scarsità di indagini geognostiche presenti nelle vicinanze degli ambiti di studio, non è stato possibile effettuare una corretta taratura dei profili sismici ottenuti dalle prove HVSR con il modello geologico corrispondente.



Dott. Geol. Federico Madini

Uffici: Via Europa, 3 – 43014 – Medesano (PR); Tel: 0525/1930528 – Fax: 0525/1930529
Strada Bottego, 23 – 43047 – Pellegrino Parmense (PR); Tel./Fax: 0524/594944

Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi

Nell'individuazione della profondità H corrispondente all'interfaccia substrato - terreni di copertura, si è intercettato sul profilo di velocità il contrasto di impedenza più significativo.

6.2. Carta dei fattori di amplificazione nelle aree in cui sono richiesti approfondimenti di II° livello

In questo paragrafo verranno illustrati i metodi utilizzati per ottenere la valutazione dei fattori di amplificazione sismica per l'analisi del II° livello di approfondimento, facendo riferimento agli indirizzi contenuti all'interno della Delibera dell'Assemblea Legislativa n° 112 – Oggetto n° 2131 del 02/05/2007 - "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica" – Allegato A2.

Per calcolare i fattori di amplificazione (F.A.) relativi al suolo A richiesti nell'analisi semplificata, si sono impiegati i valori dello spessore del deposito di copertura, della profondità del *bedrock* (H) e della velocità equivalente delle onde di taglio per lo spessore considerato (V_{sH} e V_{s30}).

Entrando all'interno delle tabelle contenute nell'Allegato A2 del suddetto atto d'indirizzo (Cfr. Fig. 13), con i valori calcolati dalle formule sopraelencate si sono ottenuti i valori di F.A. in funzione di P.G.A. e dell'Intensità Spettrale, negli intervalli di periodo $0,1s \div 0,5s$ e $0,5s \div 1,0s$.

Nella maggioranza dei casi, sulla base dei dati forniti dai profili sismici, è stata impiegata la tabella corrispondente a substrato marino con $V_s < 800$ m/s mentre, solo raramente, si è utilizzata quella del substrato marino affiorante con $V_s < 800$ m/s, a conferma della frequente presenza di spesse coltri di copertura o di un substrato alterato e fratturato.

Limitatamente ad alcuni punti di misura che hanno individuato un *bedrock* sismico "rigido" con velocità delle onde S maggiore di 800 m/s, è stata adottata la tabella relativa al substrato con $V_s \geq 800$ m/s.

Sempre all'interno dell'allegato degli indirizzi regionali, viene riportato l'algoritmo di calcolo per la determinazione del fattore di amplificazione sismica indotto da fattori topografici, limitato a quelle aree contraddistinte da acclività maggiori di 15° .

Tuttavia, per quelle porzioni versante con pendenze medie inferiori ai 21° e dislivelli minori di 30 m, limiti al di sotto dei quali non si avvertono significative amplificazioni, tant'è che il valore del coefficiente S_T (coefficiente di amplificazione topografica) si mantiene su valori prossimi all'unità, non è necessario effettuare il calcolo del coefficiente.

Il risultato finale dell'elaborato prevede la suddivisione del territorio in microzone stabili suscettibili di amplificazioni locali, contraddistinte da un differente valore del fattore di amplificazione sismica, separate dalle zone suscettibili d'instabilità (aree di frana attiva e aree di frana quiescente con acclività del versante maggiore di 15°).

**Dott. Geol. Federico Madini**

Uffici: Via Europa, 3 – 43014 – Medesano (PR); Tel: 0525/1930528 – Fax: 0525/1930529
Strada Bottego, 23 – 43047 – Pellegrino Parmense (PR); Tel./Fax: 0524/594944

Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione Sismica (I° e II° livello di approfondimento) di alcuni ambiti del Comune di Varsi (PR).

In caso di substrato marino caratterizzato da $V_s < 800$ m/s si devono usare le seguenti tabelle

F.A. P.G.A.

V_{sH} H	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
5	2.0	1.7	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.2	1.1	1.0
10	2.3	2.0	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0
15	2.5	2.2	1.9	1.8	1.6	1.5	1.4	1.2	1.1	1.0
20	2.3	2.2	2.1	1.9	1.7	1.6	1.4	1.3	1.1	1.0
25	2.1	2.1	2.1	1.9	1.7	1.6	1.5	1.3	1.1	1.0
30	1.9	2.0	2.0	1.9	1.7	1.6	1.5	1.3	1.1	1.0
35	1.8	1.9	2.0	1.9	1.7	1.6	1.5	1.3	1.1	1.0
40	1.7	1.9	2.0	1.8	1.7	1.6	1.5	1.3	1.1	1.0

F.A. INTENSITA' SPETTRALE - $0.1s < T_0 < 0.5s$

V_{sH} H	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
5	1.7	1.5	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1	1.0
10	2.2	1.9	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0
15	2.6	2.2	1.9	1.7	1.6	1.5	1.4	1.2	1.1	1.0
20	2.6	2.5	2.2	1.9	1.7	1.5	1.4	1.2	1.1	1.0
25	2.4	2.6	2.3	2.0	1.8	1.6	1.5	1.3	1.1	1.0
30	2.2	2.4	2.3	2.1	1.9	1.7	1.6	1.3	1.1	1.0
35	2.0	2.2	2.3	2.2	1.9	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0
40	1.8	2.0	2.3	2.3	2.1	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0

F.A. INTENSITA' SPETTRALE - $0.5s < T_0 < 1.0s$

V_{sH} H	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1	1.0
10	1.6	1.5	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.1	1.0
15	1.9	1.7	1.5	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.0
20	2.1	1.9	1.7	1.5	1.4	1.4	1.4	1.3	1.2	1.0
25	2.4	2.4	1.9	1.7	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3	1.0
30	2.8	2.8	2.4	1.9	1.6	1.5	1.4	1.3	1.3	1.0
35	3.0	2.9	2.7	2.1	1.7	1.6	1.5	1.3	1.3	1.0
40	3.1	3.0	2.8	2.3	1.9	1.7	1.5	1.4	1.4	1.0

In caso di substrato marino caratterizzato da $V_s < 800$ m/s affiorante si devono usare le seguenti tabelle

F.A. P.G.A.

V_{s30}	450	500	600	700	800
F.A.	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0

F.A. INTENSITA' SPETTRALE - $0.1s < T_0 < 0.5s$

V_{s30}	450	500	600	700	800
F.A.	1.5	1.4	1.3	1.1	1.0

F.A. INTENSITA' SPETTRALE - $0.5s < T_0 < 1.0s$

V_{s30}	450	500	600	700	800
F.A.	1.4	1.4	1.3	1.3	1.0



Dott. Geol. Federico Madini

Uffici: Via Europa, 3 – 43014 – Medesano (PR); Tel: 0525/1930528 – Fax: 0525/1930529

Strada Bottego, 23 – 43047 – Pellegrino Parmense (PR); Tel./Fax: 0524/594944

Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione Sismica (I° e II° livello di approfondimento) di alcuni ambiti del Comune di Varsi (PR).

In caso di substrato marino caratterizzato da $V_s \geq 800$ m/s si devono usare le seguenti tabelle

F.A. P.G.A.

V_{sH} H	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
5	1.6	1.3	1.2	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
10	2.0	1.9	1.7	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0	1.0	1.0
15	2.0	2.0	2.0	1.8	1.6	1.4	1.3	1.2	1.0	1.0
20	2.0	2.0	2.0	1.9	1.7	1.6	1.4	1.3	1.1	1.0
25	1.9	2.0	1.9	1.9	1.8	1.6	1.5	1.3	1.2	1.0
30	1.8	1.9	1.9	1.9	1.7	1.5	1.5	1.4	1.2	1.0
35	1.7	1.8	1.9	1.9	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.0
40	1.6	1.8	1.9	1.9	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.0

F.A. INTENSITA' SPETTRALE - $0.1s < T_0 < 0.5s$

V_{sH} H	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
5	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
10	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
15	2.1	2.0	1.7	1.5	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0
20	2.3	2.3	1.9	1.7	1.5	1.4	1.2	1.1	1.0	1.0
25	2.2	2.4	2.2	2.0	1.7	1.5	1.4	1.2	1.1	1.0
30	2.1	2.3	2.3	2.1	1.9	1.7	1.5	1.3	1.2	1.0
35	1.9	2.1	2.3	2.2	1.9	1.8	1.6	1.4	1.3	1.0
40	1.8	2.0	2.3	2.3	2.0	1.8	1.6	1.4	1.3	1.0

F.A. INTENSITA' SPETTRALE - $0.5s < T_0 < 1.0s$

V_{sH} H	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
10	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
15	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
20	1.5	1.4	1.2	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
25	2.1	2.1	1.5	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0
30	2.4	2.3	1.9	1.5	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0
35	2.5	2.4	2.3	1.8	1.3	1.3	1.2	1.1	1.0	1.0
40	2.7	2.6	2.6	2.0	1.6	1.3	1.2	1.1	1.1	1.0

FIG. 13 – TABELLE PER IL CALCOLO DEL FATTORE DI AMPLIFICAZIONE SISMICA STRATIGRAFICA (ANALISI DEL II° LIVELLO)

Oltre a quantificare l'amplificazione del segnale sismico, l'analisi semplificata con approfondimento di secondo livello, ha consentito di definire i livelli di approfondimento da attuarsi nelle successive fasi degli strumenti urbanistici attuativi (POC e PUA).

In rapporto al modello sismostratigrafico locale, sono stati inoltre individuati gli scenari dei livelli di approfondimento.

Questi ultimi, in riferimento alle tabelle dell'Allegato 2 della DAL 112/2007, per gli ambiti del territorio comunale in oggetto, hanno portato all'individuazione delle classi di analisi da effettuarsi per le successive fasi di valutazione della pericolosità, di vulnerabilità ed esposizione urbanistica, di seguito descritte:



Dott. Geol. Federico Madini

Uffici: Via Europa, 3 – 43014 – Medesano (PR); Tel: 0525/1930528 – Fax: 0525/1930529

Strada Bottego, 23 – 43047 – Pellegrino Parmense (PR); Tel./Fax: 0524/594944

Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione Sismica (I° e II° livello di approfondimento) di alcuni ambiti del Comune di Varsi (PR).

- **Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali**

- *Analisi:* è richiesta la valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafico e/o topografico;
- *Microzonazione sismica:* II° livello di approfondimento (realizzato all'interno del presente studio).

- **Zone suscettibili d'instabilità**

- *Analisi:* valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafico e del grado di stabilità del versante in condizioni dinamiche e pseudostatiche (nei casi in cui siano ammessi interventi) da svolgersi secondo quanto specificato nell'Allegato A3 della Delibera dell'Assemblea Legislativa n° 112 – Oggetto n° 2131 del 02/05/2007;
- *Microzonazione sismica:* III° livello di approfondimento.

Per quanto riguarda le aree nelle quali sono richiesti approfondimenti del III° livello, in conformità all'Atto d'indirizzo, oltre all'utilizzo delle procedure per la suscettibilità alla liquefazione, densificazione, stima dei cedimenti, verifica di stabilità ecc., dovrà essere disposto il calcolo della risposta sismica locale in funzione dello spettro di risposta normalizzato rappresentativo del moto sismico atteso per un periodo di ritorno di 475 anni, con smorzamento del 5%, in Emilia Romagna (allegato A4).

Il valore di a_{ref} assegnato al Comune di Varsi è di 0,162, mentre lo spettro di risposta normalizzato è riportato nella figura seguente.

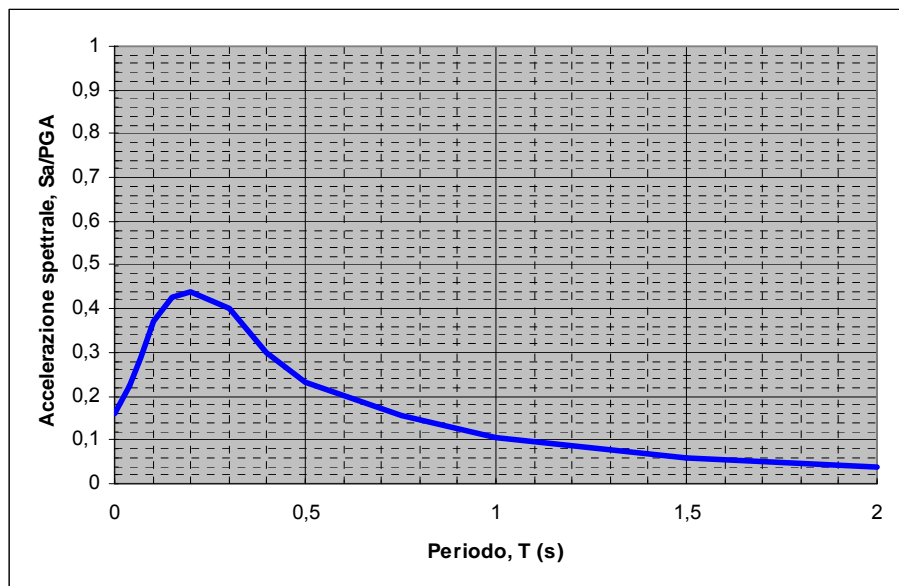


FIG. 14 – SPETTRO DI RIFERIMENTO DEL COMUNE DI VARSÌ

Lo spettro di riferimento del Comune di Varsi evidenzia che i valori di amplificazione massima del suolo di riferimento (suolo A) si verificano per i periodi compresi tra $0,10 < T < 0,30$ sec.



Dott. Geol. Federico Madini

Uffici: Via Europa, 3 – 43014 – Medesano (PR); Tel: 0525/1930528 – Fax: 0525/1930529
Strada Bottego, 23 – 43047 – Pellegrino Parmense (PR); Tel./Fax: 0524/594944

Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione Sismica (I° e II° livello di approfondimento) di alcuni ambiti del Comune di Varsi (PR).

SCHEDE D'AMBITO COMUNALE



Dott. Geol. Federico Madini

Uffici: Via Europa, 3 – 43014 – Medesano (PR); Tel: 0525/1930528 – Fax: 0525/1930529
Strada Bottego, 23 – 43047 – Pellegrino Parmense (PR); Tel./Fax: 0524/594944

Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi

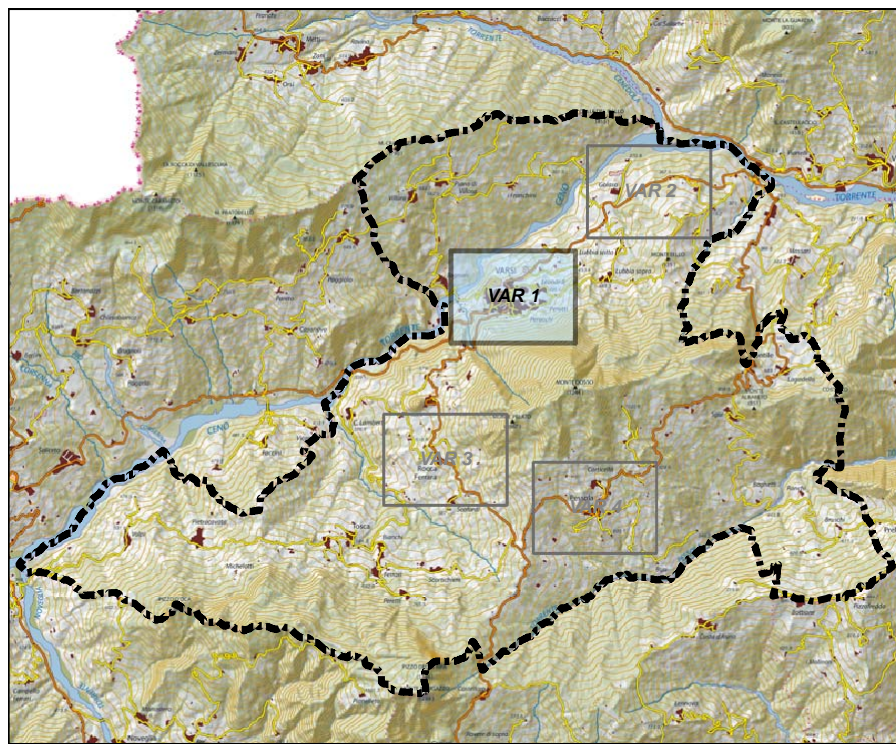
RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione Sismica (I° e II° livello di approfondimento) di alcuni ambiti del Comune di Varsi (PR).

**MICROZONAZIONE SISMICA DI I° E II° LIVELLO
SCHEDE D'AMBITO COMUNALI****AMBITO N°1 - LOCALITA' VARSİ CAPOLUOGO****I° LIVELLO DI APPROFONDIMENTO****UBICAZIONE**

L'ambito in esame contiene interamente il territorio urbanizzato di Varsi capoluogo.

Esso è posizionato sulla porzione medio-bassa di un versante che, dal Monte Dosso, degrada in direzione nord-occidentale sino al torrente Ceno. Le quote del piano campagna variano da 390,00 a 488,00 m s.l.m.

**INQUADRAMENTO
CARTOGRAFICO**

CTR Regione Emilia Romagna alla Scala 1:5.000 – Elemento n° 198113.

**INDAGINI
GEOGNOSTICHE
PREGRESSE E DI NUOVA
ESECUZIONE**

Oltre a n° 8 stendenti sismici a rifrazione, n° 7 sondaggi con escavatore meccanico, n° 9 prove penetrometriche dinamiche (Dp) e n° 2 prove sismiche passive a stazione singola (HVSr) pregresse, si sono realizzate a corredo dello studio, n° 9 misure HVSr a stazione singola (Cfr. **Tav. 1a**).



Dott. Geol. Federico Madini

Uffici: Via Europa, 3 – 43014 – Medesano (PR); Tel: 0525/1930528 – Fax: 0525/1930529
Strada Bottego, 23 – 43047 – Pellegrino Parmense (PR); Tel./Fax: 0524/594944

Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione Sismica (I° e II° livello di approfondimento) di alcuni ambiti del Comune di Varsi (PR).

CARATTERISTICHE GEOLOGICHE LOCALI	<p>Gran parte dell'areale è impostato su di un substrato costituito da depositi torbiditici calcareo-marnosi del <i>Flysch di Farini (membro di Rigolo)</i>, in cui la successione sedimentaria presenta strati rovesciati con generale immersione a sud-ovest. Verso il limite nord-orientale dell'ambito, si osservano terreni appartenenti alle <i>Arenarie di Scabiazza</i> (Cfr. Tav. 2a), che costituisce una formazione dei <i>Complessi di Base dei flysch</i>.</p> <p>L'evoluzione strutturale di queste unità, mostra una tettonica polifasata in cui si riconoscono pieghe e faglie legate a differenti episodi deformativi sovrimposti.</p>
GEOMORFOLOGIA	<p>Il versante in esame è ricoperto da un vasto movimento gravitativo quiescente a tipologia complessa, che appare talora riattivato in corrispondenza delle aree ad elevata pendenza contraddistinte da un drenaggio delle acque difficoltoso.</p> <p>Spesso i fenomeni attivi sono localizzati nelle porzioni basse del pendio, per effetto dell'azione erosiva esercitata dal torrente Ceno nei confronti delle zone di accumulo dei dissesti inibendo, di fatto, la costituzione di un'area stabile.</p>
FREQUENZE NATURALI DEI TERRENI	<p>Generalmente, come si osserva nelle figure seguenti, le prove HVSR eseguite hanno evidenziato una sufficiente affidabilità, mentre circa metà delle curve H/V ottenute attraverso le elaborazioni successive, hanno mostrato picchi ben evidenti.</p> <p>In corrispondenza delle aree ricoperte da depositi di frana quiescente si denotano valori di frequenza variabili da 2 a 3,22 Hz, cui corrispondono spessori attesi delle coperture maggiori di 10 m, mentre lungo le aree di versante, dove il substrato roccioso risulta sub affiorante, le frequenze tendono ad aumentare sino a valori di poco inferiori ai 10 Hz, ad evidenziare la diminuzione dello spessore della copertura a valori minori di 10 m. Sulle 9 prove totali, 5 hanno mostrato alti contrasti d'impedenza (ampiezza HVSR>3) alla base delle coperture (Cfr. Tav. 3a).</p>



Dott. Geol. Federico Madini

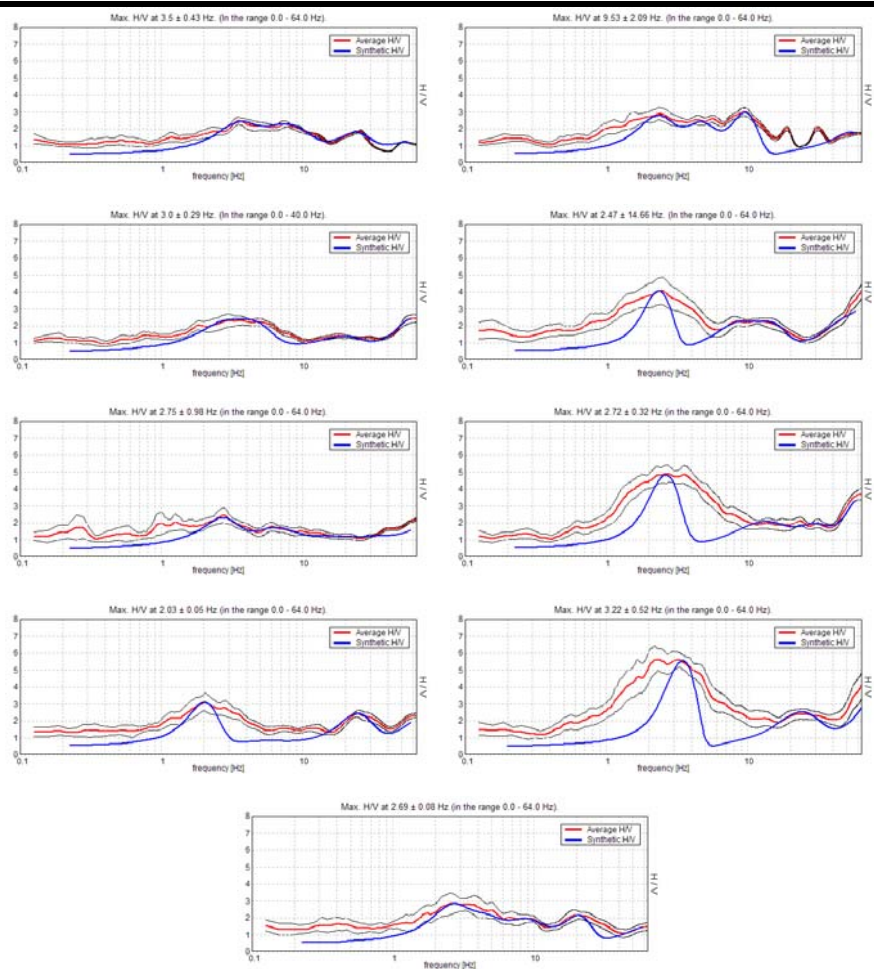
Uffici: Via Europa, 3 – 43014 – Medesano (PR); Tel: 0525/1930528 – Fax: 0525/1930529
Strada Bottego, 23 – 43047 – Pellegrino Parmense (PR); Tel./Fax: 0524/594944

Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione Sismica (I° e II° livello di approfondimento) di alcuni ambiti del Comune di Varsi (PR).

FREQUENZE NATURALI DEI TERRENI



MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA

Nell'area (Cfr. **Tav. 4a**), sono state individuate 3 classi riconducibili alle zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, in virtù delle diverse combinazioni stratigrafiche che si generano tra le formazioni rocciose (*Flysch Farini – Membro di Rigolo* e *Arenarie di Scabiazza*) e i depositi di copertura delle frane quiescenti. Le pendenze risultano sostanzialmente basse per gran parte dell'ambito, mentre le aree a maggior acclività sono concentrate a ridotte porzioni d'ambito. Per questa categoria sono sufficienti approfondimenti di II° livello. Le zone suscettibili d'instabilità, limitate quasi interamente alle frane quiescenti con acclività maggiore di 15° , soggette ad approfondimenti di III° livello, riguardano solamente piccoli lembi di territorio.

II° LIVELLO DI APPROFONDIMENTO

VELOCITA' DELLE ONDE DI TAGLIO Vs

I valori delle onde di taglio S (V_{SH}) nelle coperture, ottenuti da procedure di inversione dalle prove HVSR, variano da 293 m/s a 491 m/s in corrispondenza dei depositi di frana quiescente, mentre diminuiscono a



Dott. Geol. Federico Madini

Uffici: Via Europa, 3 – 43014 – Medesano (PR); Tel: 0525/1930528 – Fax: 0525/1930529
Strada Bottego, 23 – 43047 – Pellegrino Parmense (PR); Tel./Fax: 0524/594944

Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione Sismica (I° e II° livello di approfondimento) di alcuni ambiti del Comune di Varsi (PR).

	<p>valori di 280 m/s laddove il substrato più o meno fratturato risulta sub-affiorante (Cfr. Tav. 5a).</p> <p>E' importante segnalare che, il <i>bedrock</i> sismico identificato sul profilo di velocità in corrispondenza del contrasto di impedenza più significativo, mostra valori generalmente inferiori agli 800 m/s (<i>substrato non rigido</i>), solamente nelle prove localizzate lungo la zona assiale del movimento gravitativo quiescente, dove si registra il massimo spessore dei depositi detritici, il substrato ha evidenziato valori delle Vs maggiori di 800 m/s (<i>substrato rigido</i>).</p>
MICROZONAZIONE SISMICA	<p>Il calcolo dei fattori di amplificazione sismica (FA) riferiti al suolo A, è stato effettuato attraverso le tabelle semplificative contenute nell'Allegato A2 dell'Atto di indirizzo della Regione Emilia-Romagna (Oggetto n°2131).</p> <p>Considerate le condizioni litostratigrafiche riscontrate durante l'analisi delle prove sismiche HVSR, per la definizione delle FA, si è utilizzato unicamente il valore di V_{sh}, dato che il valore di H (spessore dei depositi di copertura), è sempre risultato superiore ai 5 m.</p> <p>Come si osserva in Tav. 6a, il cui stralcio è riportato nella figura seguente, nell'ambito in esame si riconoscono alcune microzone, ciascuna contraddistinta da un differente fattore di amplificazione.</p> <p>I valori variano da 1,5 a 2,0 e si distribuiscono in maniera piuttosto disomogenea all'interno dell'ambito; infatti si denotano valori sorprendentemente bassi in corrispondenza della porzione mediana della frana quiescente, contraddistinta da un cospicuo spessore di depositi detritici mentre, in prossimità del margine dell'ambito i valori di FA tendono ad aumentare.</p> <p>Questo fatto può essere messo in relazione con gli elevati valori di V_{sh} calcolati nella porzione mediana, in virtù delle caratteristiche litologiche e tessiturali dell'ammasso in frana, costituito da strati calcareo-marnosi scivolati in massa.</p>



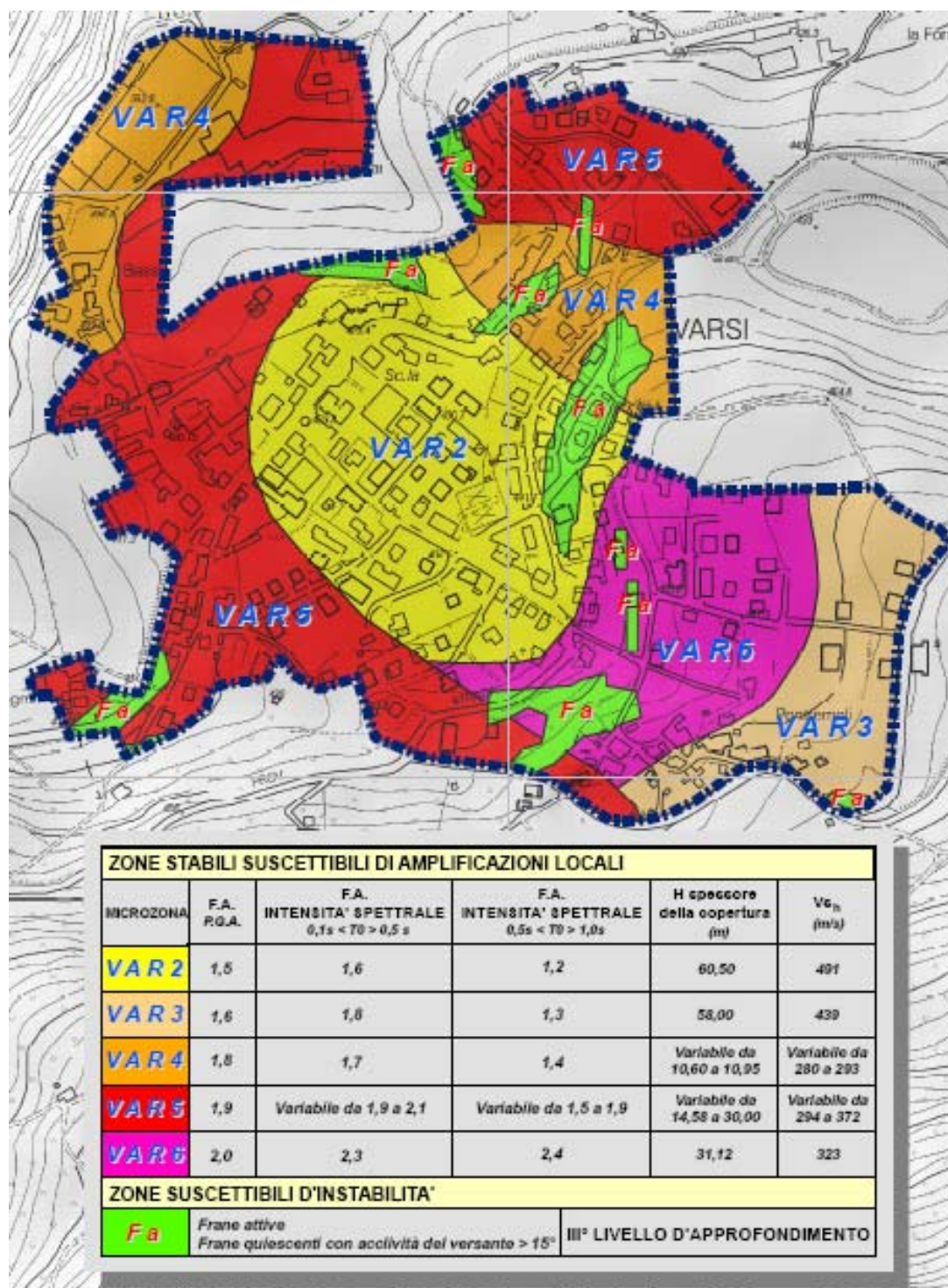
Dott. Geol. Federico Madini

Uffici: Via Europa, 3 – 43014 – Medesano (PR); Tel: 0525/1930528 – Fax: 0525/1930529
Strada Bottego, 23 – 43047 – Pellegrino Parmense (PR); Tel./Fax: 0524/594944

Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione Sismica (I° e II° livello di approfondimento) di alcuni ambiti del Comune di Varsi (PR).



Dott. Geol. Federico Madini

Uffici: Via Europa, 3 – 43014 – Medesano (PR); Tel: 0525/1930528 – Fax: 0525/1930529

Strada Bottego, 23 – 43047 – Pellegrino Parmense (PR); Tel./Fax: 0524/594944

Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi

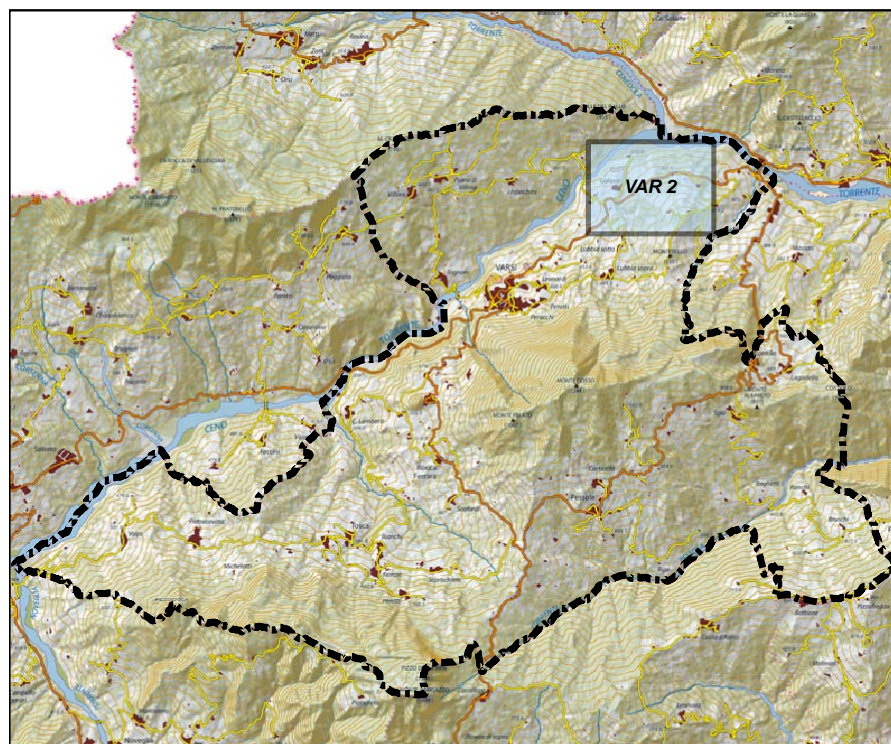
RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione Sismica (I° e II° livello di approfondimento) di alcuni ambiti del Comune di Varsi (PR).

**MICROZONAZIONE SISMICA DI I° E II° LIVELLO
SCHEDE D'AMBITO COMUNALI****AMBITO N°2 - LOCALITA' GOLASO****I° LIVELLO DI APPROFONDIMENTO****UBICAZIONE**

Si trova nel settore settentrionale del comune, a ridosso della strada provinciale S.P. n°28 di Varsi, in corrispondenza del piccolo centro abitato di Golaso.

Poco più a valle scorre il torrente Ceno, che rappresenta il corso d'acqua più importante dell'area. Le quote del piano campagna variano da 340,00 a 365,00 m s.l.m.

**INQUADRAMENTO
CARTOGRAFICO**

CTR Regione Emilia Romagna alla Scala 1:5.000 – Elementi n° 198111, 198112, 198113 e 198114.

**INDAGINI
GEOGNOSTICHE
PREGRESSE E DI NUOVA
ESECUZIONE**

Non sono state reperite indagini pregresse, anche in virtù della quasi inesistente urbanizzazione al contorno dell'area. In funzione delle ridotte dimensioni dell'ambito si sono realizzate n° 3 misure HVSR a stazione singola (Cfr. **Tav. 1b**).



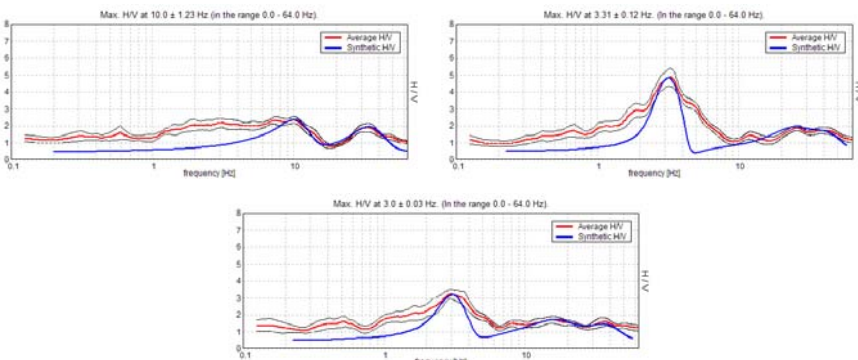
Dott. Geol. Federico Madini

Uffici: Via Europa, 3 – 43014 – Medesano (PR); Tel: 0525/1930528 – Fax: 0525/1930529
Strada Bottego, 23 – 43047 – Pellegrino Parmense (PR); Tel./Fax: 0524/594944

Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione Sismica (I° e II° livello di approfondimento) di alcuni ambiti del Comune di Varsi (PR).

CARATTERISTICHE GEOLOGICHE LOCALI	<p>Nell'area affiorano litotipi appartenenti alla formazione torbiditica delle <i>Arenarie di Scabiazza</i>, che risulta intensamente deformata attraverso strutture plicative e di taglio, in virtù della lunga storia evolutiva che le ha contraddistinte. Anche i contatti tra le unità limitrofe affioranti (<i>Flysch di Farini d'Olmo</i>, <i>Flysch di Bettola</i> e <i>Argilliti di Guselli</i>) sono di natura tettonica, a conferma dell'elevato grado di tettonizzazione dei corpi rocciosi. (Cfr. Tav. 2b).</p>
GEOMORFOLOGIA	<p>Il paesaggio è caratterizzato da vasti movimenti gravitativi quiescenti che ricoprono i versanti, interrotti solo localmente da alcuni fenomeni attivi di dimensioni più limitate, che si concentrano principalmente lungo le fasce di dislocazione tettonica, per effetto dell'aumento di permeabilità secondaria dei corpi rocciosi. Limitatamente all'ambito in esame, si evidenzia come esso presenti generali condizioni di stabilità, se si esclude un piccolo dissesto attivo che interessa gli strati di terreno più superficiali, in prossimità del confine occidentale.</p>
FREQUENZE NATURALI DEI TERRENI	<p>Le prove HVSr eseguite hanno evidenziato una sufficiente affidabilità, mentre nelle curve H/V i picchi risultano abbastanza evidenti.</p> <p>Le frequenze si attestano su valori di circa 3 Hz, cui corrispondono spessori attesi delle coperture o del substrato fratturato compresi tra 10 e 30 m. Limitatamente ad una stazione di misura si è registrata una frequenza fondamentale di 10 Hz, che attesta il sub-affiorare del substrato roccioso. Solamente una prova ha mostrato bassi contrasti d'impedenza (ampiezza $HVSR < 3$), probabilmente a causa dell'assenza di una vera e propria copertura detritica, ma di un substrato roccioso particolarmente fratturato o alterato (Cfr. Tav. 3b).</p> <div></div>



Dott. Geol. Federico Madini

Uffici: Via Europa, 3 – 43014 – Medesano (PR); Tel: 0525/1930528 – Fax: 0525/1930529
Strada Bottego, 23 – 43047 – Pellegrino Parmense (PR); Tel./Fax: 0524/594944

Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione Sismica (I° e II° livello di approfondimento) di alcuni ambiti del Comune di Varsi (PR).

MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA	Limitatamente all'ambito in esame si riconoscono solamente 2 classi riconducibili alle zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (Cfr. Tav. 4b), conseguentemente al sub-affioramento della formazione rocciosa delle <i>Arenarie di Scabiazza</i> , talora ricoperta da depositi detritici di frana quiescente. Le pendenze risultano generalmente basse, se si escludono piccole aree localizzate principalmente a ridosso del margine dell'ambito, dove si osservano valori di acclività maggiori di 15°. Per questa categoria sono necessari approfondimenti di II° livello. Le zone suscettibili d'instabilità (ivi rappresentate da una piccola frana attiva e da alcuni lembi di frana quiescente contraddistinte da pendenze maggiori di 15°), sono soggette ad approfondimenti di III° livello.
II° LIVELLO DI APPROFONDIMENTO	
VELOCITA' DELLE ONDE DI TAGLIO Vs	I valori delle onde di taglio S (V_{SH}) nelle coperture, ottenuti da procedure di inversione dalle prove HVSR, variano da 192 m/s a 293 m/s (Cfr. Tav. 5b), mentre il <i>bedrock</i> sismico identificato sul profilo di velocità in corrispondenza del contrasto di impedenza più significativo, mostra valori sempre inferiori agli 800 m/s (<i>substrato non rigido</i>).
MICROZONAZIONE SISMICA	<p>Il calcolo dei fattori di amplificazione sismica (FA) riferiti al suolo A, è stato effettuato attraverso le tabelle semplificative contenute nell'Allegato A2 dell'Atto di indirizzo della Regione Emilia-Romagna (Oggetto n°2131).</p> <p>Considerate le condizioni litostratigrafiche riscontrate durante l'analisi delle prove sismiche HVSR, per la definizione delle FA si è sempre utilizzato il valore di V_{Sn}, dato che il valore di H (spessore dei depositi di copertura), è risultato maggiore di 5 m.</p> <p>Come si osserva in Tav. 6b, il cui stralcio è riportato nella figura seguente, nell'ambito in esame si riconoscono 2 microzone, caratterizzate da valori del fattore di amplificazione variabili da 2,0 a 2,2.</p>



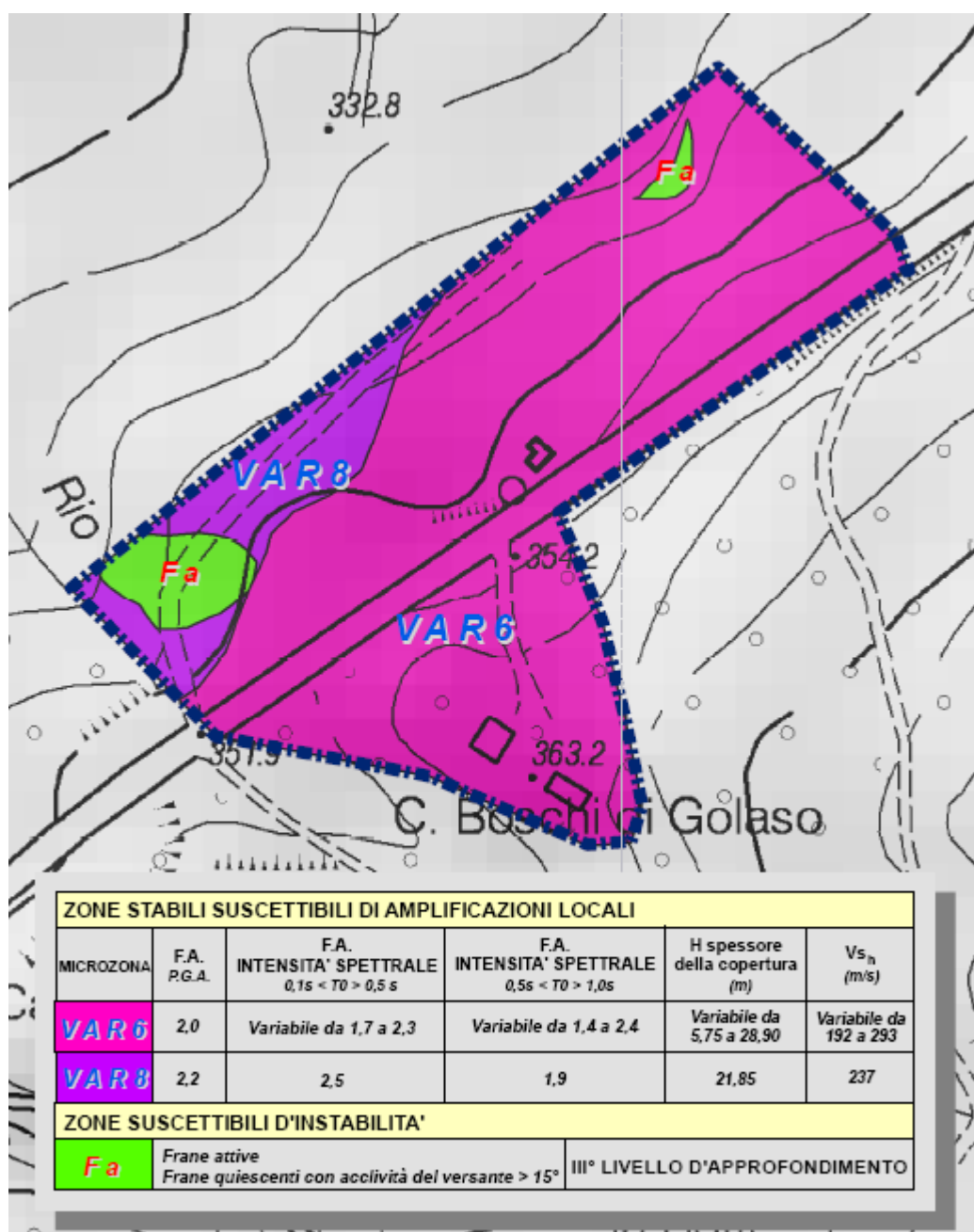
Dott. Geol. Federico Madini

Uffici: Via Europa, 3 – 43014 – Medesano (PR); Tel: 0525/1930528 – Fax: 0525/1930529
Strada Bottego, 23 – 43047 – Pellegrino Parmense (PR); Tel./Fax: 0524/594944

Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione Sismica (I° e II° livello di approfondimento) di alcuni ambiti del Comune di Varsi (PR).



Dott. Geol. Federico Madini

Uffici: Via Europa, 3 – 43014 – Medesano (PR); Tel: 0525/1930528 – Fax: 0525/1930529

Strada Bottego, 23 – 43047 – Pellegrino Parmense (PR); Tel./Fax: 0524/594944

Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi

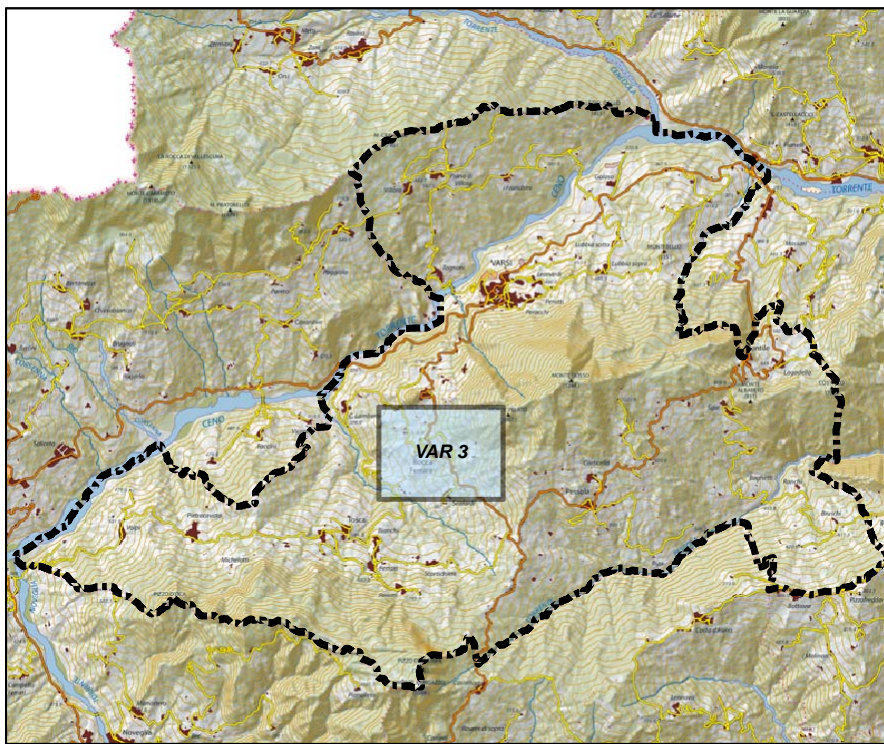
RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione Sismica (I° e II° livello di approfondimento) di alcuni ambiti del Comune di Varsi (PR).

**MICROZONAZIONE SISMICA DI I° E II° LIVELLO
SCHEDE D'AMBITO COMUNALI****AMBITO N°3 - LOCALITA' ROCCAFERRARA****I° LIVELLO DI APPROFONDIMENTO****UBICAZIONE**

L'ambito, ricomprende il piccolo centro abitato di Roccaferarra, nella porzione centrale del Comune di Varsi ed è situato a cavallo della strada provinciale S.P. n°42 del Mozzola.

Le quote del piano campagna variano da 610,00 a 635,00 m s.l.m.

**INQUADRAMENTO
CARTOGRAFICO**

CTR Regione Emilia Romagna alla Scala 1:5.000 – Elementi n° 198141 e 198154.

**INDAGINI
GEOGNOSTICHE
PREGRESSE E DI
NUOVA ESECUZIONE**

Non sono state reperite indagini pregresse. In funzione delle ridotte dimensioni dell'ambito si sono realizzate n° 3 misure HVSR a stazione singola (Cfr. **Tav. 1c**).



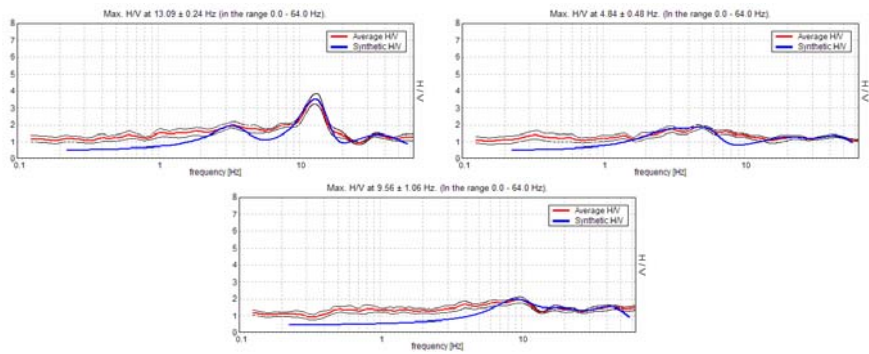
Dott. Geol. Federico Madini

Uffici: Via Europa, 3 – 43014 – Medesano (PR); Tel: 0525/1930528 – Fax: 0525/1930529
Strada Bottego, 23 – 43047 – Pellegrino Parmense (PR); Tel./Fax: 0524/594944

Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione Sismica (I° e II° livello di approfondimento) di alcuni ambiti del Comune di Varsi (PR).

CARATTERISTICHE GEOLOGICHE LOCALI	<p>L'area in esame ricade a ridosso del limite, presumibilmente di natura tettonica, che separa le formazioni delle <i>Argille e palombini</i>, con le sottostanti <i>Arenarie di Scabiazza</i>.</p> <p>Tutto il versante, ad esposizione sud-occidentale, risulta contraddistinto da molteplici lineamenti tettonici sia, in corrispondenza dei contatti tra le varie unità, che all'interno delle stesse, ad evidenziare la lunga storia tettonica che ha interessato questi terreni (Cfr. Tav. 2c).</p>
GEOMORFOLOGIA	<p>Nell'intorno si osservano numerosi corpi franosi, sia attivi, che quiescenti, a prevalente tipologia di colata, in virtù della predominante componente argillosa delle formazioni rocciose affioranti. Spesso, i distacchi dei movimenti gravitativi avvengono lungo le zone di faglia o nei pressi dei contatti tra le formazioni, dove l'infiltrazione efficace delle acque nel sottosuolo aumenta considerevolmente, per effetto dell'elevata permeabilità secondaria dei terreni.</p>
FREQUENZE NATURALI DEI TERRENI	<p>Le prove hanno evidenziato affidabilità solamente in corrispondenza di una stazione di misura, anche in termini di visibilità dei picchi nelle curve H/V.</p> <p>Le frequenze si attestano su alti valori, variabili da 4,84 a 13,09 Hz, cui corrispondono spessori attesi delle coperture o del substrato fratturato compresi tra 5 e 20 m, ad indicare il sub-affioramento del substrato roccioso.</p> <p>Tutte le prove, tranne una, hanno mostrato bassi contrasti d'impedenza (ampiezza HVSR<3) (Cfr. Tav. 3c).</p> <div></div>



Dott. Geol. Federico Madini

Uffici: Via Europa, 3 – 43014 – Medesano (PR); Tel: 0525/1930528 – Fax: 0525/1930529
Strada Bottego, 23 – 43047 – Pellegrino Parmense (PR); Tel./Fax: 0524/594944

Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione Sismica (I° e II° livello di approfondimento) di alcuni ambiti del Comune di Varsi (PR).

MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA	<p>Nell'ambito si riconoscono 6 classi riconducibili alle zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (<i>Cfr. Tav. 4c</i>), in conseguenza del sub affioramento delle formazioni delle <i>Argille a palombini</i> e delle <i>Arenarie di Scabiazza</i> e delle molteplici combinazioni con le diverse coperture. Le pendenze medie si aggirano sui 10°, con locali aumenti a valori superiori ai 15°.</p> <p>Per questa categoria sono necessari approfondimenti di II° livello. Le zone suscettibili d'instabilità (ivi rappresentate da un piccolo lembo di frana quiescente con acclività maggiori di 15°), sono soggette ad approfondimenti di III° livello.</p>
II° LIVELLO DI APPROFONDIMENTO	
VELOCITA' DELLE ONDE DI TAGLIO Vs	<p>I valori delle onde di taglio S (V_{sH}) nelle coperture, ottenuti da procedure di inversione dalle prove HVSR, risultano estremamente variabili (240÷391 m/s) (<i>Cfr. Tav. 5c</i>), mentre il <i>bedrock</i> sismico identificato sul profilo di velocità in corrispondenza del contrasto di impedenza più significativo, mostra valori sempre inferiori agli 800 m/s (<i>substrato non rigido</i>).</p>
MICROZONAZIONE SISMICA	<p>Il calcolo dei fattori di amplificazione sismica (FA) riferiti al suolo A, è stato effettuato attraverso le tabelle semplificative contenute nell'Allegato A2 dell'Atto di indirizzo della Regione Emilia-Romagna (Oggetto n°2131).</p> <p>Considerate le condizioni litostratigrafiche riscontrate durante l'analisi delle prove sismiche HVSR, per la definizione delle FA si sono utilizzati sia i valori di V_{sH} che di V_{s30}, dato che lo spessore H (dei depositi di copertura), ha mostrato valori maggiori e minori di 5 m.</p> <p>Come si osserva in <i>Tav. 6c</i>, il cui stralcio è riportato nella figura seguente, nell'ambito in esame si riconoscono 3 microzone, caratterizzate da valori del fattore di amplificazione di 1,40 - 2,00 - 2,20.</p>



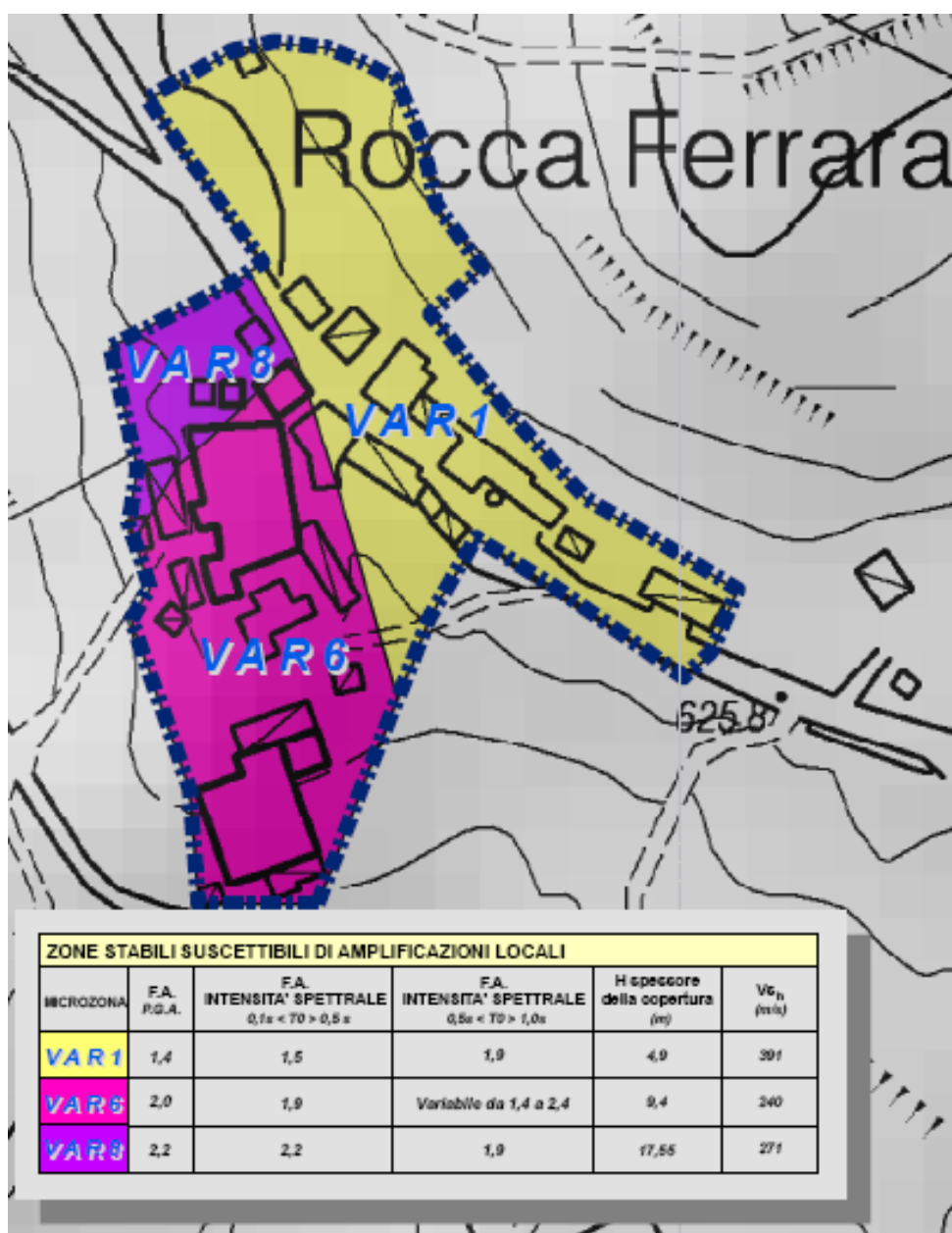
Dott. Geol. Federico Madini

Uffici: Via Europa, 3 – 43014 – Medesano (PR); Tel: 0525/1930528 – Fax: 0525/1930529
Strada Bottego, 23 – 43047 – Pellegrino Parmense (PR); Tel./Fax: 0524/594944

Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione Sismica (I° e II° livello di approfondimento) di alcuni ambiti del Comune di Varsi (PR).



Dott. Geol. Federico Madini

Uffici: Via Europa, 3 – 43014 – Medesano (PR); Tel: 0525/1930528 – Fax: 0525/1930529

Strada Bottego, 23 – 43047 – Pellegrino Parmense (PR); Tel./Fax: 0524/594944

Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione Sismica (I° e II° livello di approfondimento) di alcuni ambiti del Comune di Varsi (PR).



MICROZONAZIONE SISMICA DI I° E II° LIVELLO SCHEDE D'AMBITO COMUNALI

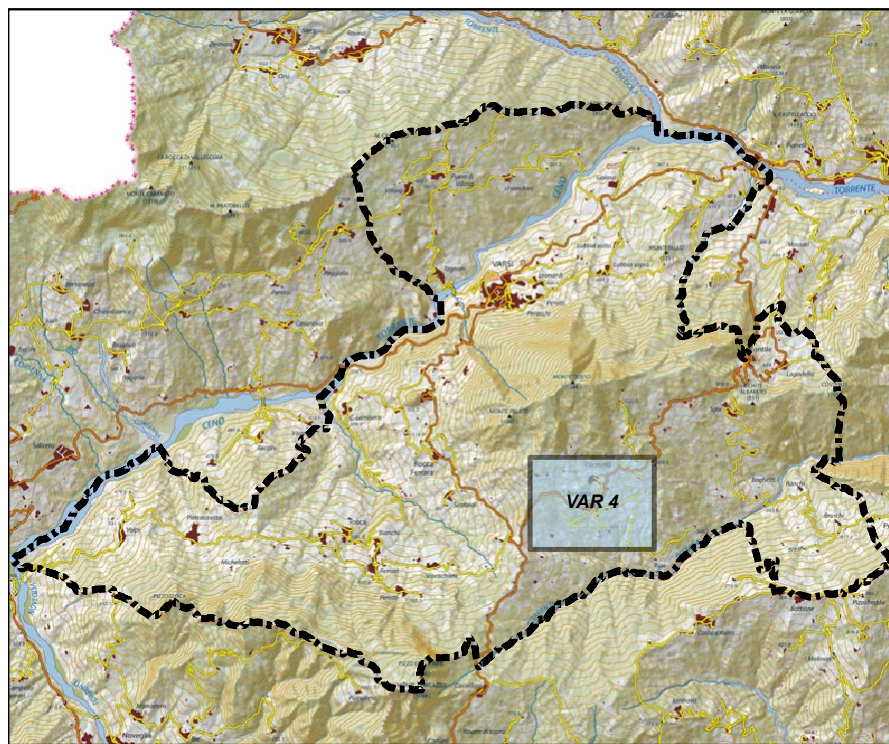
AMBITO N°4 - LOCALITA' PESSOLA

I° LIVELLO DI APPROFONDIMENTO

UBICAZIONE

Il Centro abitato di Pessola si colloca nel settore meridionale del Comune di Varsi, su di un versante in sinistra idrografica del Torrente Pessola, al di sopra di un dosso morfologico.

Le quote del piano campagna variano da 764,00 a 825,00 m s.l.m.



INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO

CTR Regione Emilia Romagna alla Scala 1:5.000 – Elemento n° 198033

INDAGINI GEOGNOSTICHE PREGRESSE E DI NUOVA ESECUZIONE

Non sono state reperite indagini pregresse. In funzione delle ridotte dimensioni dell'ambito si sono realizzate n° 4 misure HVSR a stazione singola (Cfr. **Tav. 1d**).



Dott. Geol. Federico Madini

Uffici: Via Europa, 3 – 43014 – Medesano (PR); Tel: 0525/1930528 – Fax: 0525/1930529
Strada Bottego, 23 – 43047 – Pellegrino Parmense (PR); Tel./Fax: 0524/594944

Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione Sismica (I° e II° livello di approfondimento) di alcuni ambiti del Comune di Varsi (PR).

CARATTERISTICHE GEOLOGICHE LOCALI	<p>La cartografia lito-morfologica evidenzia l'affioramento di formazioni appartenenti ai <i>Complessi di Base</i> dei <i>flysch</i> ed, in particolare alle <i>Arenarie di Scabiazza</i>.</p> <p>Tale formazione appare intensamente fratturata attraverso strutture plicative e di taglio, a piccola e grande scala, in considerazione della lunga storia geologica che le ha contraddistinte (Cfr. Tav. 2d).</p>
GEOMORFOLOGIA	<p>Quasi tutto il versante in esame viene interessato da coperture detritiche, in atto o quiescenti; queste ultime vanno a formare corpi anche di grandi dimensioni, mentre i fenomeni attivi, di minor entità, sono concentrati lungo zone di difficile drenaggio delle acque.</p> <p>Riguardo la tipologia, per i movimenti quiescenti, prevalgono i fenomeni complessi mentre, per i movimenti attivi, spiccano le colate di fango, rappresentative della composizione prevalentemente argillosa delle <i>Arenarie di Scabiazza</i>.</p> <p>Tra queste ultime, si evidenzia un corpo franoso attivo che attraversa l'ambito in esame, peraltro già interessato da abitazioni.</p>
FREQUENZE NATURALI DEI TERRENI	<p>Le prove hanno evidenziato una sufficiente affidabilità, mostrando nelle curve H/V picchi non sempre evidenti.</p> <p>Le frequenze si attestano su valori variabili da 3,44 a 4,72 Hz, cui corrispondono spessori attesi delle coperture o del substrato fratturato compresi tra 10 e 30 m.</p> <p>Le prove hanno mostrato alternativamente, bassi ed alti contrasti d'impedenza (ampiezza HVSR < 0 > 3) (Cfr. Tav. 3d).</p> <div><p>The figure consists of four subplots arranged in a 2x2 grid, each showing H/V ratio spectra. The x-axis for all plots is 'frequency [Hz]' on a logarithmic scale from 0.1 to 10. The y-axis is labeled 'Δ/H' and ranges from 0 to 8. Each plot contains two lines: a red line for 'Average HV' and a blue line for 'Synthetic HV'. The titles of the plots are: Top-left: 'Max. HV at 4.72 ± 0.63 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz)'; Top-right: 'Max. HV at 3.94 ± 0.29 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz)'; Bottom-left: 'Max. HV at 3.53 ± 0.37 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz)'; Bottom-right: 'Max. HV at 3.44 ± 0.45 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz)'.</p></div>



Dott. Geol. Federico Madini

Uffici: Via Europa, 3 – 43014 – Medesano (PR); Tel: 0525/1930528 – Fax: 0525/1930529
Strada Bottego, 23 – 43047 – Pellegrino Parmense (PR); Tel./Fax: 0524/594944

Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione Sismica (I° e II° livello di approfondimento) di alcuni ambiti del Comune di Varsi (PR).

MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA	Nell'ambito si riconoscono solamente 2 classi riconducibili alle zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (Cfr. Tav. 4d): nella prima, la successione stratigrafica descrive l'affioramento della formazione rocciosa, più o meno frantumata, delle <i>Arenarie di Scabiazza</i> , mentre la seconda classe evidenzia corpi detritici di frana quiescente che ricoprono il substrato per una profondità variabile. Le pendenze medie superano talora i 15°, soprattutto nelle aree più marginali dell'ambito. Per questa categoria sono necessari approfondimenti di II° livello. Le zone suscettibili d'instabilità (aree di frana attiva e aree di frana quiescente con acclività maggiori di 15°), che interessano un discreto areale dell'ambito, sono soggette ad approfondimenti di III° livello.
II° LIVELLO DI APPROFONDIMENTO	
VELOCITA' DELLE ONDE DI TAGLIO Vs	I valori delle onde di taglio S (V_{SH}) nelle coperture, ottenuti da procedure di inversione dalle prove HVSR, variano da 194 m/s a 316 m/s (Cfr. Tav. 5d), mentre il <i>bedrock</i> sismico identificato sul profilo di velocità in corrispondenza del contrasto di impedenza più significativo, mostra valori sempre inferiori agli 800 m/s (<i>substrato non rigido</i>).
MICROZONAZIONE SISMICA	<p>Il calcolo dei fattori di amplificazione sismica (FA) riferiti al suolo A, è stato effettuato attraverso le tabelle semplificative contenute nell'Allegato A2 dell'Atto di indirizzo della Regione Emilia-Romagna (Oggetto n°2131).</p> <p>Considerate le condizioni litostratigrafiche riscontrate durante l'analisi delle prove sismiche HVSR, per la definizione delle FA si è utilizzato il valore di V_{Sh}, dato che il valore di H (spessore dei depositi di copertura), è risultato maggiore di 5 m.</p> <p>Come si osserva in Tav. 6d, il cui stralcio è riportato nella figura seguente, nell'ambito in esame si riconoscono 3 microzone, caratterizzate da valori del fattore di amplificazione di 2,0 – 2,1 – 2,2.</p>



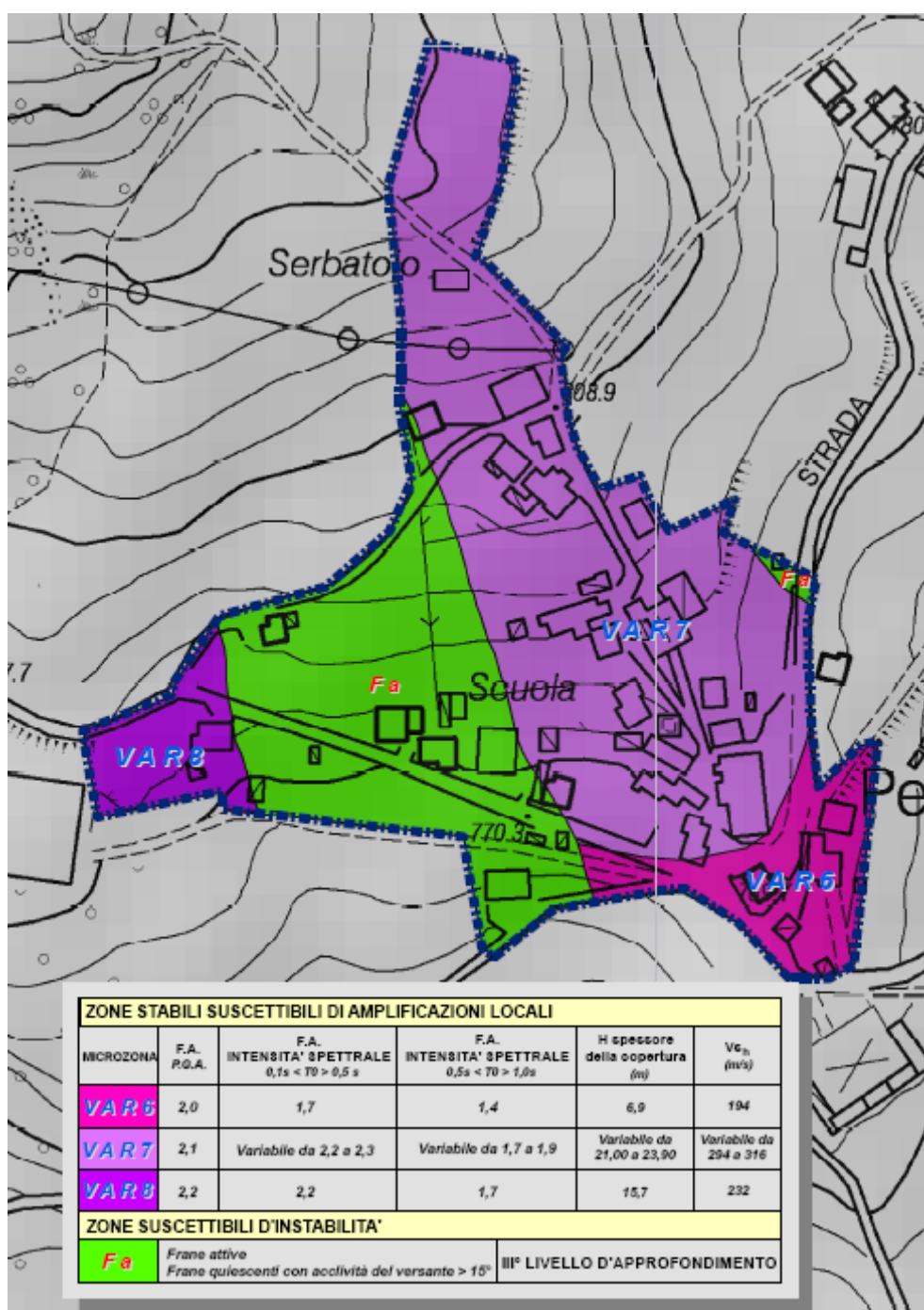
Dott. Geol. Federico Madini

Uffici: Via Europa, 3 – 43014 – Medesano (PR); Tel: 0525/1930528 – Fax: 0525/1930529
Strada Bottego, 23 – 43047 – Pellegrino Parmense (PR); Tel./Fax: 0524/594944

Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione Sismica (I° e II° livello di approfondimento) di alcuni ambiti del Comune di Varsi (PR).



Dott. Geol. Federico Madini

Uffici: Via Europa, 3 – 43014 – Medesano (PR); Tel: 0525/1930528 – Fax: 0525/1930529
Strada Bottego, 23 – 43047 – Pellegrino Parmense (PR); Tel./Fax: 0524/594944

Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi