



PROTEZIONE CIVILE  
Presidenza del Consiglio dei Ministri  
Dipartimento della Protezione Civile



Regione Emilia-Romagna



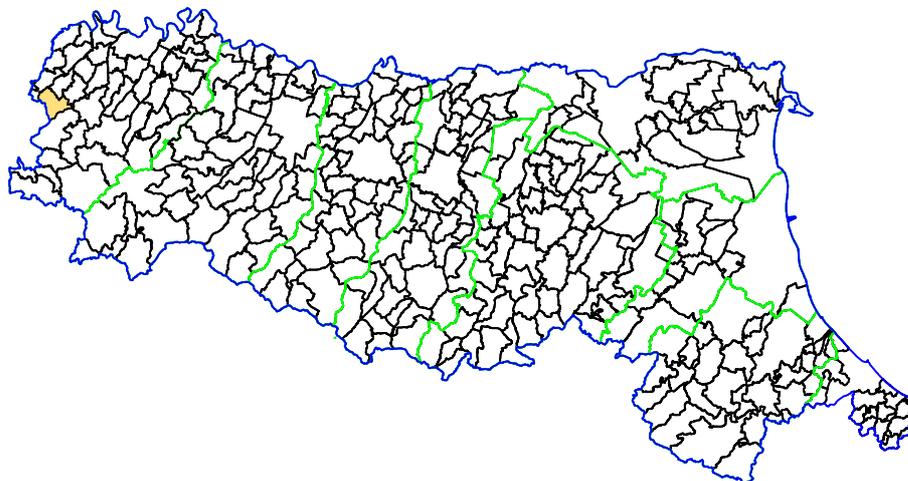
CONFERENZA DELLE REGIONI E  
DELLE PROVINCE AUTONOME

Attuazione dell'articolo 11 della legge 24 giugno 2009, n. 77

# MICROZONAZIONE SISMICA

## Relazione illustrativa

Regione Emilia-Romagna  
Comune di Pecorara



Regione

Soggetto realizzatore

Data  
novembre 2017



**AMBITER** S.r.l.  
società di ingegneria ambientale

Via Nicolodi, 5/A - 43126 Parma (PR)  
Tel: 0521-942630 - Fax: 0521-942436  
e-mail: info@ambiter.it  
PEC: ambiter@pec.ambiter.eu





**PROTEZIONE CIVILE**  
 Presidenza del Consiglio dei Ministri  
 Dipartimento della Protezione Civile



Regione Emilia-Romagna



CONFERENZA DELLE REGIONI E  
 DELLE PROVINCE AUTONOME

UBICAZIONE

**REGIONE EMILIA ROMAGNA**

**COMUNE DI PECORARA**

OGGETTO

**STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA**

ATTUAZIONE DELL'ARTICOLO 11 DELLA LEGGE 24 GIUGNO 2009, N. 77



**AMBITER** S.r.l.  
 società di ingegneria ambientale

Via Nicolodi, 5/A 43126 – Parma tel. 0521-942630 fax 0521-942436 www.ambiter.it info@ambiter.it

**DIREZIONE TECNICA**

dott. Giorgio Neri

**REDAZIONE**

dott. geol. Adriano Biasia



**CODIFICA**

1 6 5 1 0 1 R I 0 1 1 7

**ELABORATO**

**DESCRIZIONE**

**RI**

**RELAZIONE ILLUSTRATIVA**

01	11/2017	A. Biasia		F. Ravaglia	G. Neri	Emissione
<b>REV.</b>	<b>DATA</b>	<b>REDAZIONE</b>		<b>VERIFICA</b>	<b>APPROV.</b>	<b>DESCRIZIONE</b>

<b>FILE</b>	<b>RESP. ARCHIVIAZIONE</b>	<b>COMMESSA</b>
1651_01_MS_RI_01_01	AB	1651

**INDICE**

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE.....</b>	<b>2</b>
1.1	RIFERIMENTI NORMATIVI NAZIONALI .....	4
1.2	RIFERIMENTI NORMATIVI REGIONALI .....	5
<b>2</b>	<b>DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>6</b>
2.1	EVOLUZIONE DELLA CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL COMUNE DI PECORARA .....	6
2.2	SISMICITA' STORICA.....	9
2.3	ZONAZIONE SISMOGENETICA .....	10
<b>3</b>	<b>ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO GENERALE .....</b>	<b>13</b>
3.1	ASSETTO STRATIGRAFICO GENERALE .....	14
<b>4</b>	<b>MICROZONAZIONE SISMICA.....</b>	<b>17</b>
4.1	PECORARA CAPOLUOGO.....	18
4.2	FRAZIONE DI SEVIZZANO .....	21
4.3	FRAZIONE DI BUSSETO .....	23
4.4	FRAZIONI DI CORNETO DI SOTTO E CORNETO DI SOPRA .....	25
4.5	FRAZIONE DI CICOGNI.....	27
4.6	FRAZIONE DI PRATICCHIA.....	29
4.7	FRAZIONI DI COSTALTA POGGIO MORESCO CA' DEI FRACCHIONI CASELLA .....	31
4.8	FRAZIONI DI BAZZARI .....	34
4.9	FRAZIONI DI CA' DEI FOLLINI.....	36
4.10	FRAZIONI DI RONCAGLIE DI SOTTO E RONCAGLIE DI SOPRA .....	38
4.11	FRAZIONE MORASCO .....	42
<b>5</b>	<b>ELABORATI CARTOGRAFICI .....</b>	<b>44</b>
5.1	CARTA DELLE INDAGINI .....	44
5.2	CARTA GEOLOGICO TECNICA PER LA MICROZONAZIONE SISMICA.....	45
5.3	CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SIMICA .....	46
5.4	CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA.....	50
<b>6</b>	<b>COMMENTI FINALI E CRITICITA' .....</b>	<b>55</b>

**ALLEGATI**

1. Elaborazione delle indagini MASW
2. Elaborazione delle analisi dei microtremori HVSR
3. Prove penetrometriche dinamiche DP

## 1 INTRODUZIONE

La microzonazione sismica (MS), rappresenta la suddivisione dettagliata del territorio in base al comportamento dei terreni durante un evento sismico ed a possibili effetti indotti dallo scuotimento; costituisce quindi un supporto fondamentale agli strumenti di pianificazione urbanistica comunale per indirizzare le scelte urbanistiche verso quelle aree a minore pericolosità sismica.

Gli studi di MS prevedono diverse fasi di realizzazione e differenti livelli di approfondimento in funzione del contesto territoriale e degli obiettivi da perseguire, con complessità ed impegno crescenti, passando dal livello 1 fino al livello 3:

- il livello 1 costituisce un livello propedeutico ai successivi livelli di approfondimento. Consiste nell'elaborazione di un quadro conoscitivo generale, tramite una raccolta di dati preesistenti, in cui le varie parti del territorio vengono suddivise in microzone qualitativamente omogenee rispetto alla suscettibilità ad effetti locali in cui effettuare le successive indagini di MS;
- il livello 2 oltre a definire e confermare le condizioni di pericolosità del precedente livello 1, fornisce quantificazioni numeriche (con metodi semplificati) dei fenomeni di modificazione locale del moto sismico e dei fenomeni di deformazione permanente e definisce la Carta di microzonazione sismica;
- il livello 3 restituisce una Carta di microzonazione sismica con approfondimenti su tematiche o aree particolari, non risolvibili con l'uso di metodologie speditive.

Il livello di approfondimento dello Studio di MS previsto per il Comune di Pecorara, per il quale sono stati richiesti e assegnati i contributi previsti dalla D.G.R. n. 241/2017, è il Livello 2 come riportato nell'Allegato A della Determina 8756/2015.

Quale riferimento tecnico per la realizzazione dello studio e per la redazione degli elaborati richiesti verrà fatto specifico riferimento agli *"Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica"* approvati dal Dipartimento della Protezione Civile e dalla Conferenza delle Regioni e delle Province autonome (Gruppo di lavoro MS, 2008) ed alla Deliberazione di Giunta della Regione Emilia Romagna n. 2193/2015: "Art. 16 della L.R. n.20 del 24/3/2000. Approvazione aggiornamento dell'atto di coordinamento tecnico denominato "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica", di cui alla deliberazione dell'assemblea legislativa 2 maggio 2007, n. 112".

La presente relazione descrive le fasi di studio, le indagini pregresse disponibili e quelle realizzate ex-novo, i dati acquisiti, le elaborazioni e i risultati dello studio, relativi alle aree urbanizzate e in quelle suscettibili di trasformazioni urbanistiche indicate dall'Amministrazione Comunale di Pecorara.

Nello specifico, ad integrazione delle indagini geotecniche e geofisiche disponibili, sono state realizzate:

- n. 11 prove MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves);
- n. 11 analisi dei microtremori a stazione singola (HVSr);

A corredo della relazione illustrativa è stata redatta inoltre la seguente cartografia, che costituisce lo standard richiesto per l'approvazione dello studio:

- Tav. 01 - Carta delle indagini - scala 1:5.000;
- Tav. 02 - Carta geologico tecnica per la microzonazione sismica - scala 1:5.000;
- Tav. 03a - Sezioni stratigrafiche - scala 1:5.000 - 1:1.000;
- Tav. 03b - Sezioni stratigrafiche - scala 1:5.000 - 1:1.000;
- Tav. 04 - Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica - scala 1:5.000;
- Tav. 05 - Carta delle frequenze - scala 1:5.000;
- Tav. 06 - Carta delle velocità delle onde di taglio S - scala 1:5.000;
- Tav. 07a - Carta di microzonazione sismica F.A. PGA - scala 1:5.000;
- Tav. 07b - Carta di microzonazione sismica F.A. SI1 - scala 1:5.000;
- Tav. 07c - Carta di microzonazione sismica F.A. SI2 - scala 1:5.000;

## **1.1 RIFERIMENTI NORMATIVI NAZIONALI**

**Legge 2 febbraio 1974, n. 64** - “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”.

**Legge 10 dicembre 1981, n. 741** - “Ulteriori norme per l’accelerazione delle procedure per l’esecuzione di opere pubbliche”.

**Decreto del Ministro dei lavori pubblici 11 marzo 1988** - “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”.

**Legge 24 febbraio 1992, n. 225** - “Istituzione del Servizio nazionale della protezione civile”.

**Decreto del Ministro dei lavori pubblici 16 gennaio 1996** - “Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche”.

**Decreto del Ministro dell’interno 13 Febbraio 2001** - “Adozione dei “Criteri di massima per l’organizzazione dei soccorsi sanitari nelle catastrofi” (pubblicati nella G.U. n. 116 del 12 maggio 2001)”.

**Decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112** - “Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle Regioni ed agli Enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59”.

**Decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380** - “Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia”.

**Legge 9 novembre 2001, n. 401** - “Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 7 settembre 2001, n. 343, recante disposizioni urgenti per assicurare il coordinamento operativo delle strutture preposte alle attività di protezione civile”.

**Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003, n. 3274** - “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”.

**Legge 27 luglio 2004, n. 186** - “Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 28 maggio 2004, n. 136, Disposizioni urgenti per garantire la funzionalità di taluni settori della pubblica amministrazione. Disposizioni per la rideterminazione di deleghe legislative e altre disposizioni connesse”.

**Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri 12 ottobre 2007** - “Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri per la valutazione e la riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni”.

**Decreto del Ministro delle infrastrutture 14 gennaio 2008** - “Approvazione delle norme tecniche per le costruzioni”.

**Dipartimento della Protezione Civile e la Conferenza delle Regioni e Province Autonome 13 novembre 2008** - “Indirizzi e criteri per la micro zonazione sismica”.

**Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 9 giugno 2014, n. 171** - “Attuazione dell’articolo 11 del decreto-legge 28 aprile 2009, n. 39, convertito, con modificazioni, dalla legge 24 giugno 2009, n. 77. Contributi per gli interventi di prevenzione del rischio sismico per l’anno 2013”.

## **1.2 RIFERIMENTI NORMATIVI REGIONALI**

**Legge Regionale 24 marzo 2000, n. 20** - “Disciplina generale sulla tutela e uso del territorio”.

**Delibera dell’assemblea legislativa 2 maggio 2007, 112** - “Indirizzi per gli studi di micro zonazione sismica in Emilia Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica”.

**Legge Regionale 30 ottobre 2009, n. 19** - “Norme per la riduzione del rischio sismico”.

**Delibera di Giunta della Regione Emilia Romagna n. 1127/2015** - “D.G.R. 1227/2015, “Ordinanza del capo dipartimento della protezione civile n. 171/2014. Attribuzione contributi a favore degli enti locali. Approvazione dei criteri per gli studi di microzonazione sismica e delle indicazioni per l'archiviazione informatica”.

**Delibera di Giunta della Regione Emilia Romagna n. 2193/2015** - “Art. 16 della L.R. n.20 del 24/3/2000. Approvazione aggiornamento dell'atto di coordinamento tecnico denominato "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica", di cui alla deliberazione dell'assemblea legislativa 2 maggio 2007, n. 112”.

## 2 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO

### 2.1 EVOLUZIONE DELLA CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL COMUNE DI PECORARA

Nell'ambito della classificazione sismica dell'intero territorio nazionale emanata a partire dal 1909, il Comune di Pecorara, come la gran parte dei territori della Regione Emilia Romagna, è stato classificato sismico solo a partire dal 1998 "Proposta di riclassificazione sismica del territorio italiano (1998) a cura del Gruppo di Lavoro ING-GNDT-SSN costituito dalla Commissione Nazionale di Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi".

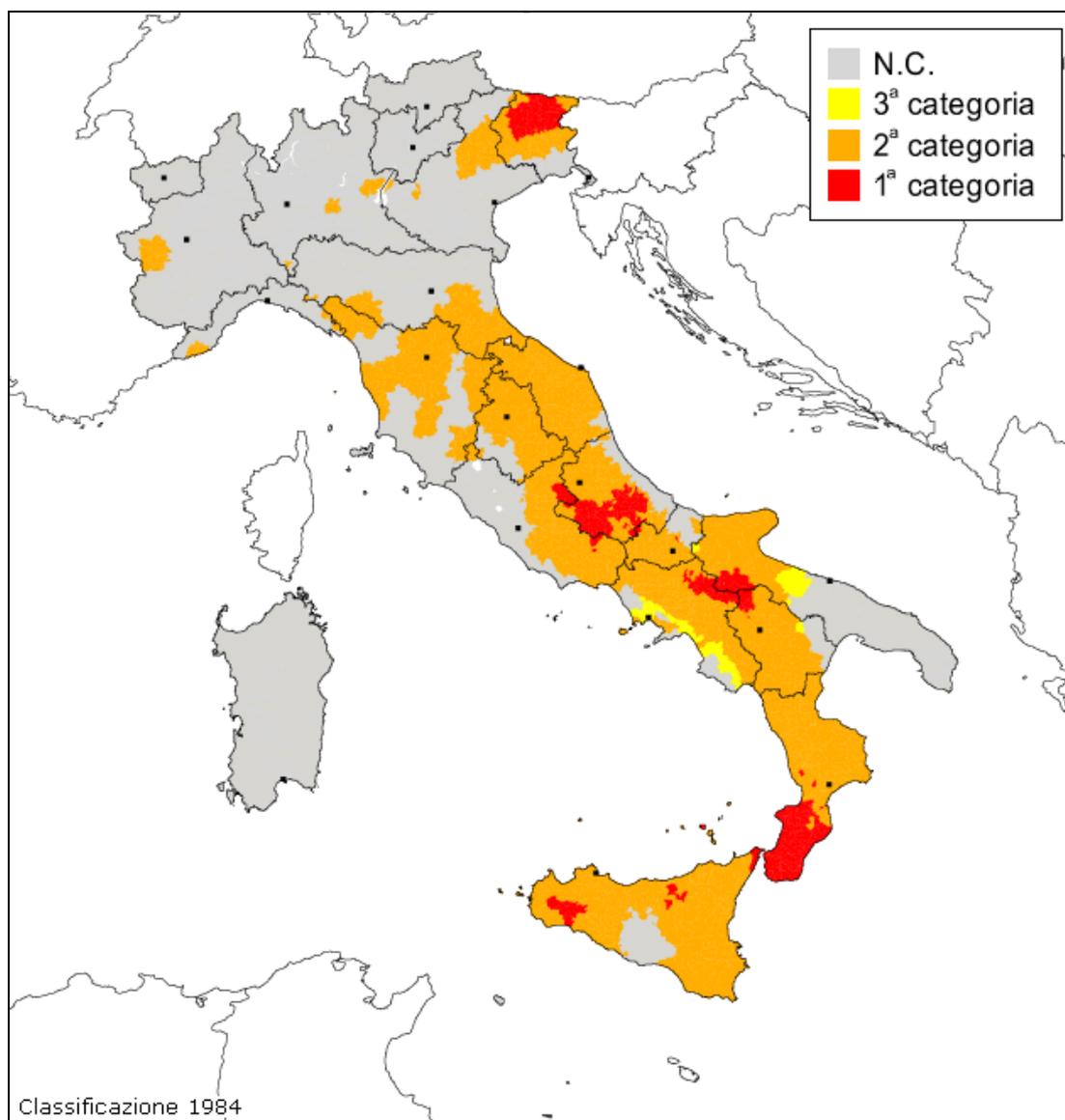


Figura 1: Classificazione sismica del territorio italiano (1984). Decreto MLP del 14/07/1984 e decreti successivi.

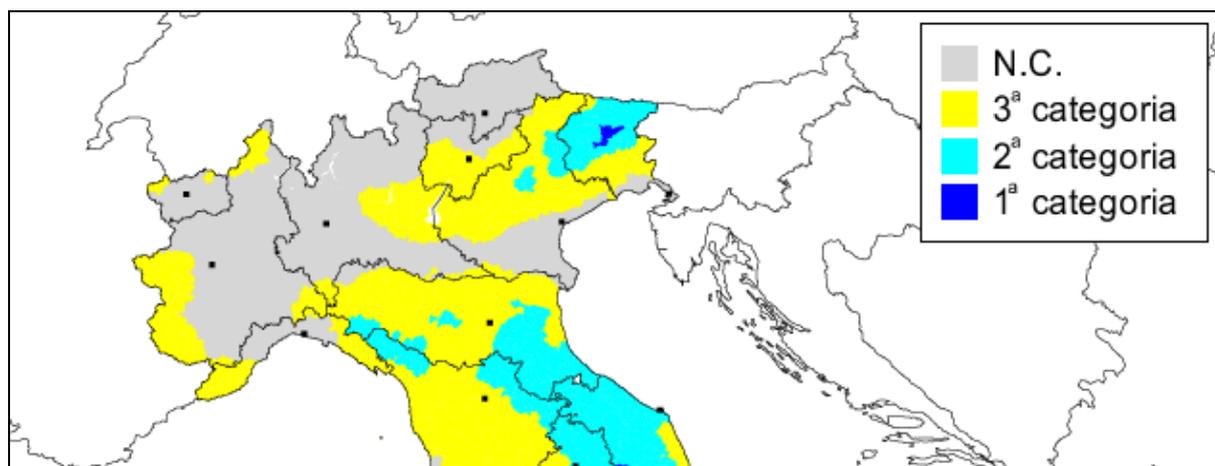


Figura 2: Proposta di riclassificazione sismica del territorio italiano (1998) a cura del Gruppo di Lavoro ING-GNDT-SSN costituito dalla Commissione Nazionale di Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi.

La classificazione approvata con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/03/2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica" suddivide il territorio nazionale in 4 zone con livelli decrescenti di pericolosità sismica in relazione a 4 differenti valori di accelerazione orizzontale ( $ag/g$ ) d'ancoraggio dello spettro di risposta elastico e a 4 differenti valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo ( $ag/g$ ), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

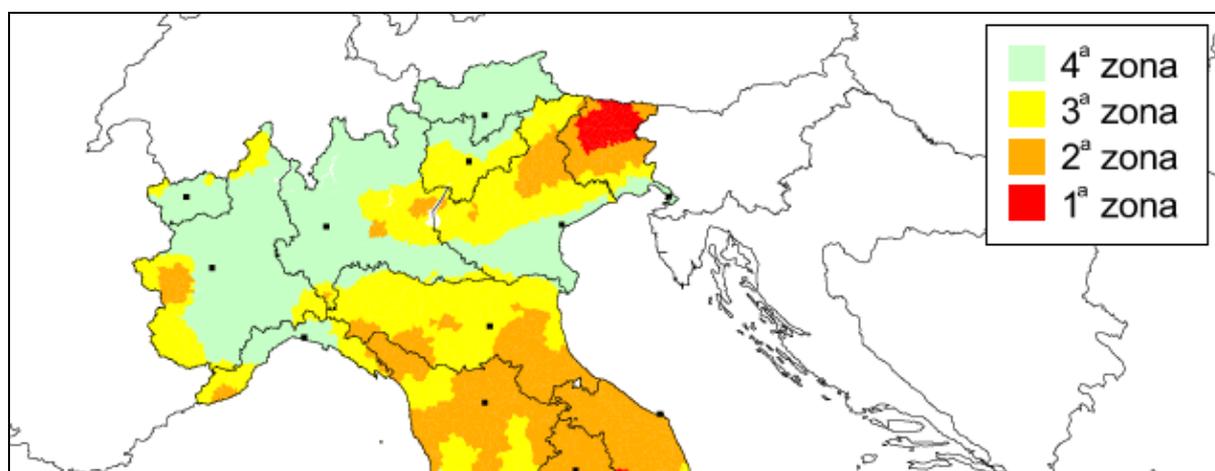


Figura 3: Zone sismiche del territorio italiano (2003). Ordinanza PCM 3274 del 20/03/2003.

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni
1	>0.25
2	0.15-0.25
3	0.05-0.15
4	<0.05

Tabella 1: Valori di PGA per le varie zone

Con Delibera 1435 del 21 luglio 2003 "Prime disposizioni di attuazione dell'ordinanza del PCM n. 3274/2003 recante "primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", la Regione Emilia Romagna sentiti le Province e i Comuni interessati, ha provveduto all'individuazione delle zone sismiche nonché alla formazione e all'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone, ribadendo sostanzialmente quanto riportato nell'OPCM 3274/2003.

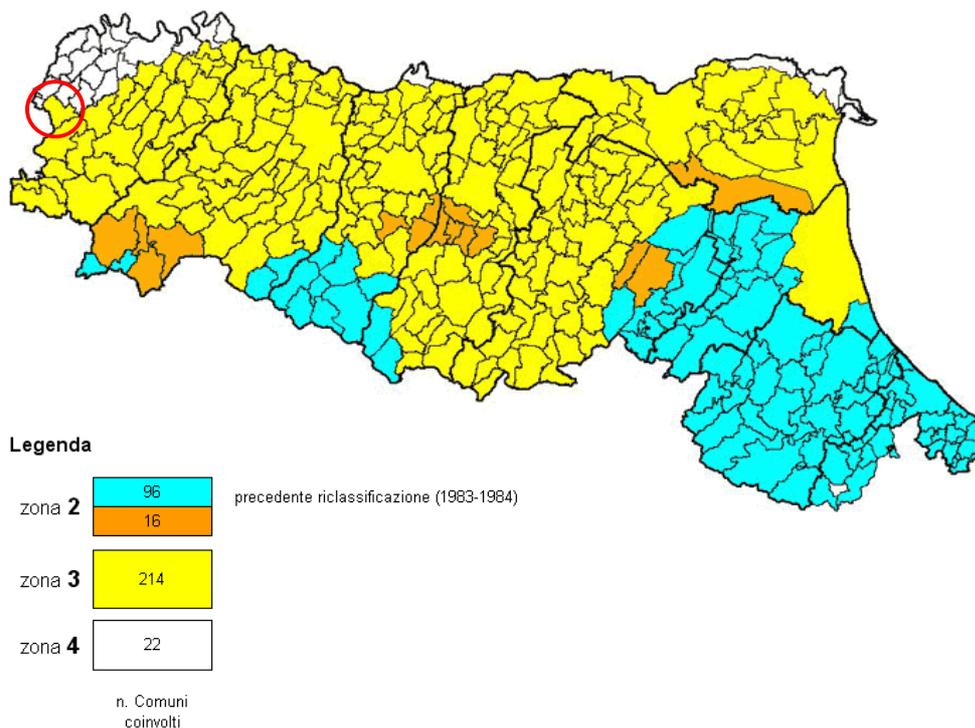


Figura 4: Zone sismiche del territorio italiano con recepimento delle variazioni operate dalle singole Regioni

Il territorio comunale di Pecorara è classificato in zona 3, con conseguente accelerazione sismica orizzontale, con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, compreso tra 0,05 - 0,15. Tali valori d'accelerazione sono relativi al bedrock, ovvero a formazioni litoidi o terreni omogenei molto rigidi.

Si evidenzia che la Deliberazione dell'Assemblea Legislativa della Regione Emilia Romagna n.112 del 2 maggio 2007: *Approvazione dell'Atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art.16*

comma 1, della L.R. 20/2000 per "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica", attribuisce al Comune di Pecorara un valore dell'accelerazione massima orizzontale di picco al suolo, cioè per  $T=0$ , espressa in frazione dell'accelerazione di gravità  $g$  ( $a_{refg}$ ) pari a 0,099.

## 2.2 SISMICITA' STORICA

La distribuzione della sismicità storica italiana degli ultimi mille anni è consultabile tramite il Catalogo parametrico dei terremoti italiani versione CPTI15 (Andrea Rovida, Mario Locati, Romano Camassi, Barbara Lolli, Paolo Gasperini, luglio 2016), consultabile al sito <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15>.

La sismicità storica del Comune di Pecorara è stata desunta dal database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del catalogo parametrico CPTI15. Il Database Macrosismico Italiano DBMI15 (a cura di Mario Locati, Romano Camassi, Andrea Rovida, Emanuele Ercolani, Filippo Bernardini, Viviana Castelli, Carlos Hector Caracciolo, Andrea Tertulliani, Antonio Rossi, Raffaele Azzaro, Salvatore D'Amico), è consultabile al sito [consultabile al sito http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15](http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15).

La sismicità del territorio comunale di Pecorara è riassunta graficamente nel diagramma di Figura 5.

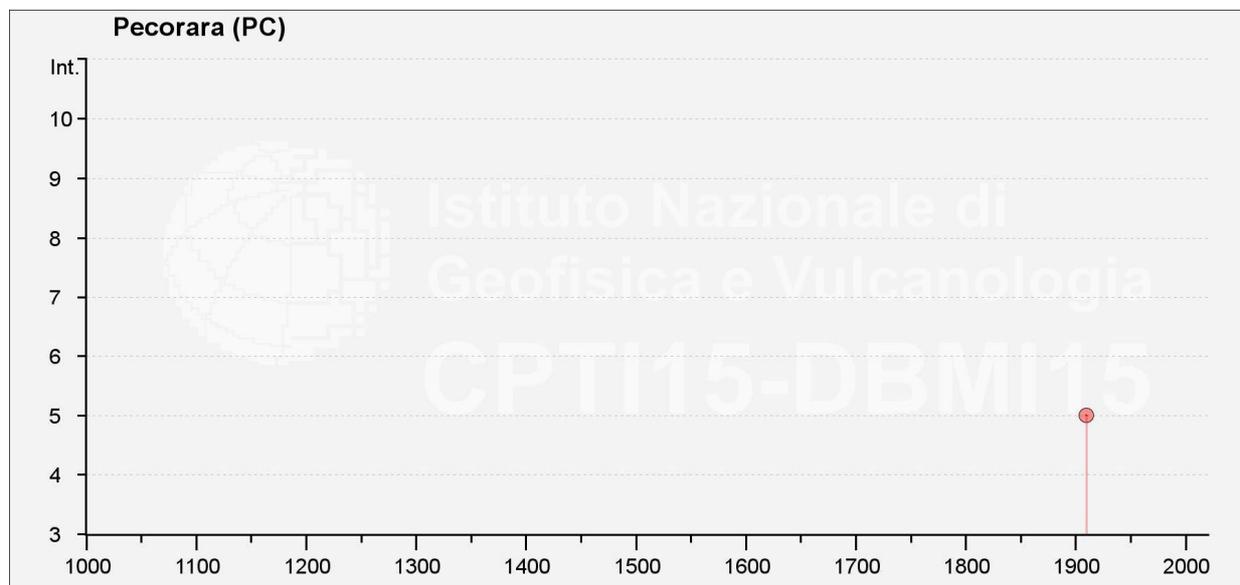


Figura 5: Diagramma rappresentante la storia sismica del Comune di Pecorara (nella scala MCS il grado 6 classifica l'inizio del danneggiamento leggero, ma diffuso)

Dall'esame del diagramma di Figura 5, l'episodio più significativo per il Comune di Pecorara è stato presumibilmente quello del 1910, che produsse effetti del VI grado MCS (Scala Mercalli-Cancani-Sieberg).

Nella successiva Tabella 2 sono elencate le osservazioni, aventi la maggiore intensità al sito, disponibili per il territorio comunale. Nella tabella sono indicate, oltre alla stessa intensità al sito (Is), l'anno, il mese (Me), il giorno (Gi), in cui si è verificato, l'intensità massima epicentrale in scala MCS (Io), e la magnitudo momento (Mw).

Intensity	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	Io	Mw
NF	1907 04 25 04 52	Veronese	6	4,79
5	1910 01 23 01 50	Piacentino	5	4,39
NF	1986 12 06 17 07 19.77	Ferrarese	6	4,43
NF	2005 04 13 18 46 07.69	Valle del Trebbia	4	3,68
NF	2005 04 18 10 59 18.56	Valle del Trebbia	4	3,97

Tabella 2: Eventi sismici di maggiore intensità verificatisi nel Comune di Pecorara

### 2.3 ZONAZIONE SISMOGENETICA

L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia ha prodotto una zonazione sismogenetica (ZS9) del territorio nazionale che tiene conto dell'analisi cinematica degli elementi geologici, cenozoici e quaternari coinvolti nella dinamica delle strutture litosferiche profonde e della crosta superficiale ("Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall' O.P.C.M. 20-3-2003, n. 3274. Rapporto conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano - Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici").

Il modello sismogenetico suddivide il territorio italiano in 36 diverse zone, numerate da 901 a 936, più altre 6 zone, identificate con le lettere da "A" a "F" fuori dal territorio nazionale (A-C) o ritenute di scarsa influenza (D-F).

La zonizzazione è stata condotta tramite l'analisi cinematica degli elementi geologici, cenozoici e quaternari coinvolti nella dinamica delle strutture litosferiche profonde e della crosta superficiale. Il confronto tra le informazioni che hanno condotto alla costruzione del modello geodinamico e la sismicità osservata ha permesso di costruire la carta nazionale delle zone sismogenetiche.

Dall'esame della Figura 6 si evince che il Comune di Pecorara ricade all'interno della Zona Sismogenetica 911.

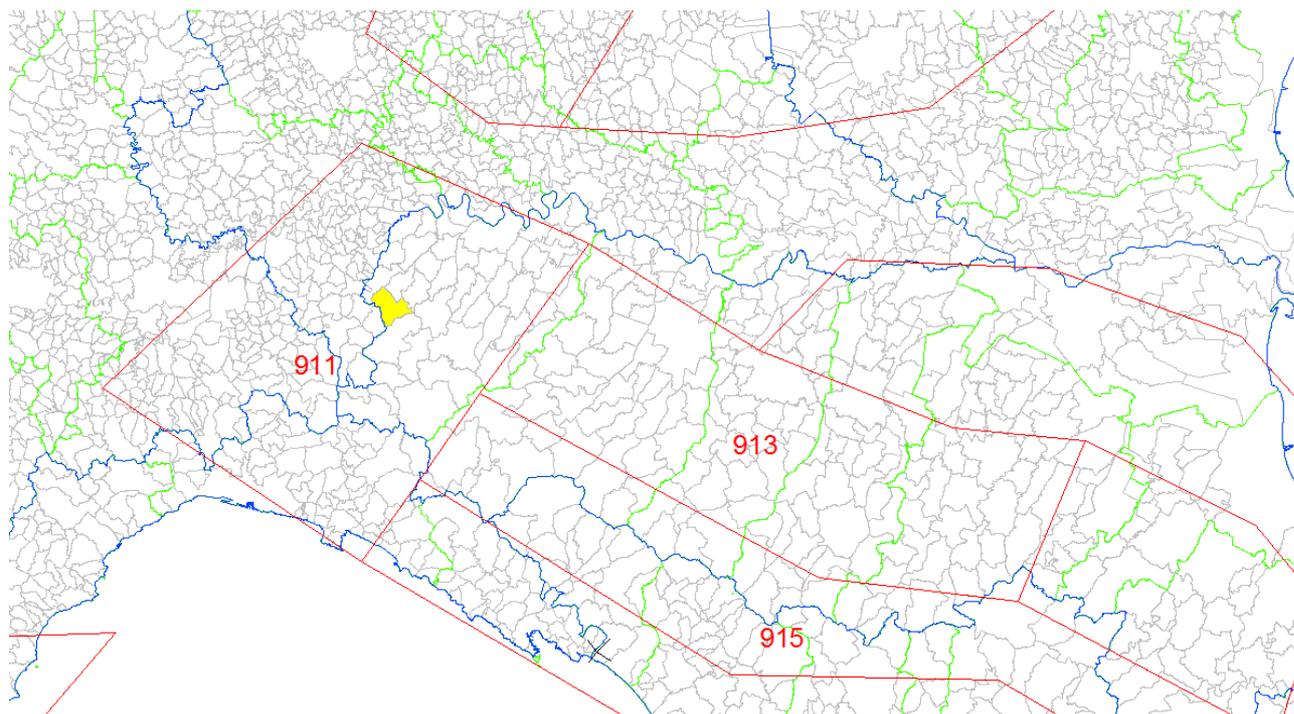


Figura 6: Zonizzazione sismogenetica ZS9 ridisegnata

La Zona Sismogenetica 911 rappresenta la porzione più esterna ed occidentale della fascia in compressione dell'Appennino Settentrionale, caratterizzata dallo sprofondamento passivo della litosfera adriatica (placca tettonica "Adria") sotto il sistema di catena nell'Arco Appenninico Settentrionale (placca tettonica "Northern Apenninic Arc") con cinematismi attesi di sovrascorrimenti e faglie trascorrenti aventi assi SW-NE; i terremoti storici hanno raggiunto il valore massimo pari a  $M_d = 4,1$ ; le zone ipocentrali si verificano generalmente a profondità comprese tra 8 e 12 Km con profondità efficace di 8 km; nella Zona Sismogenetica 911 è previsto, sulla base dei meccanismi focali, valori di massima magnitudo pari a  $M_{max} = 5,68$ .

Si evidenzia inoltre che, dalle informazioni desumibili dal DISS 3.2 di INGV (Database of individual Seismogenetic Sourced dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia), nel Comune di Pecorara non sono segnalate strutture sismogeniche responsabili di forti terremoti; è pertanto presumibile che i terremoti più significativi registrati nel territorio comunale di Pecorara siano attribuibili all'attività sismica di strutture di aree limitrofe.

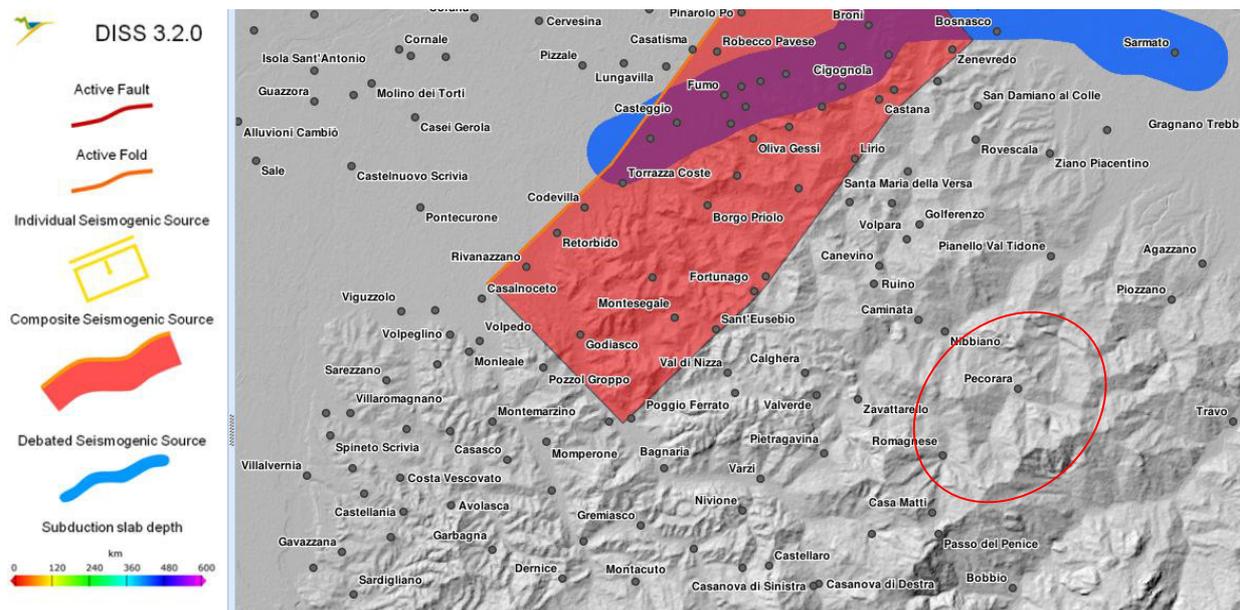


Figura 7: Stralcio Database of individual Seismogenetic Sourced dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (Gruppo di lavoro DISS (2015). Database delle fonti di sismogenicità individuale (DISS), versione 3.2.0: compilazione di fonti potenziali per i terremoti più grandi di M 5.5 in Italia e nelle aree circostanti. <http://diss.rm.ingv.it/diss/>, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; DOI: 10.6092 / INGV.IT-DISS3.2.0)

### 3 ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO GENERALE

Il territorio comunale di Pecorara, che occupa una superficie di circa 44 km<sup>2</sup>, si sviluppa nell'estremo settore occidentale della provincia di Piacenza, e risulta caratterizzato dal passaggio graduale da una morfologia sub-pianeggiante nelle aree ricadenti nei terrazzi alluvionali recenti ad un paesaggio collinare riscontrabile nel resto del territorio.

I depositi alluvionali terrazzati sono riferibili principalmente alla conoide del T. Tidone e T. Gualdora.

Lungo le pendici dei versanti si rinvengono diffusi fenomeni di dissesto che interessano principalmente la coltre superficiale e sono caratterizzati da lenti ma diffusi fenomeni di movimento superficiale quali creeping e soliflusso.

Dal punto di vista della caratterizzazione geologica il territorio comunale ricomprende alcune Unità dei principali insiemi che costituiscono l'appennino (cfr. Figura 8):

- a) Successione neogenico - quaternaria del margine appenninico padano;
- b) Successione Epiligure (Formazione di Ranzano, Marne di Monte Piano);
- c) Dominio Ligure (Formazione della Val lurette, Arenarie di Scabiazza, Argille a Palombini).

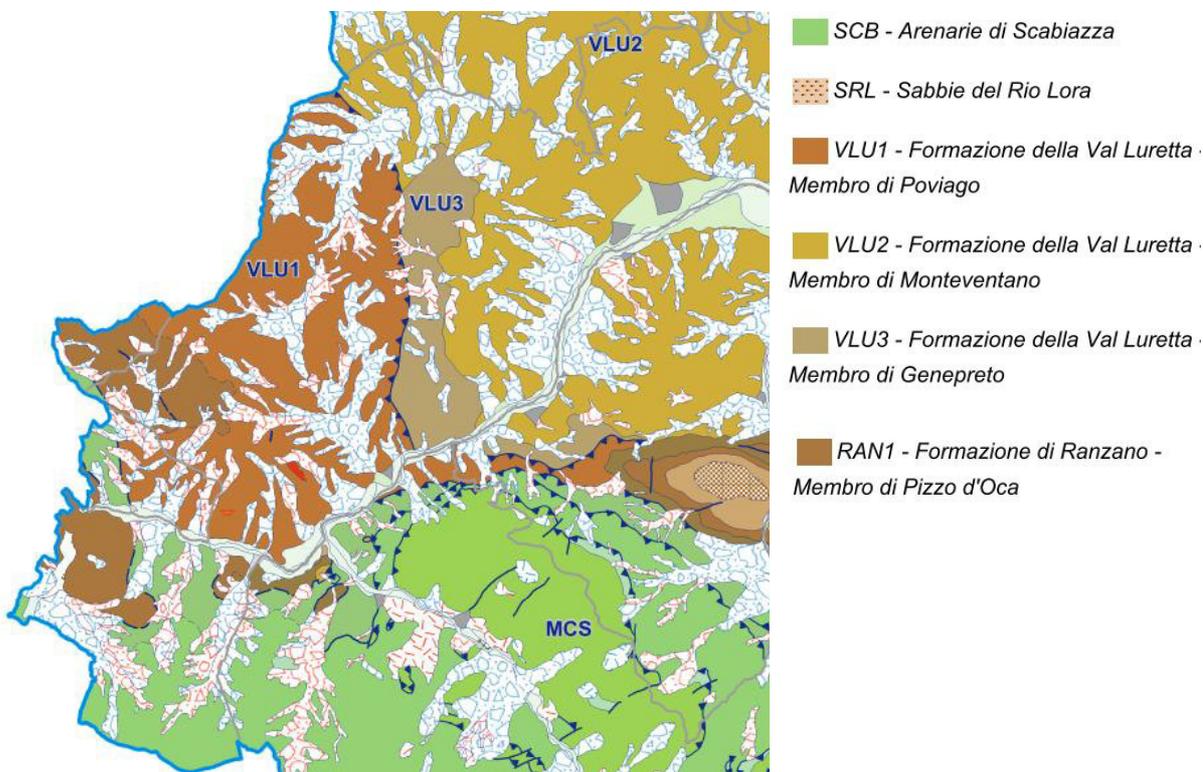


Figura 8: Principali Unità geologiche presenti all'interno del territorio comunale di Pecorara

### 3.1 ASSETTO STRATIGRAFICO GENERALE

I litotipi e le formazioni geologiche affioranti e sepolte nel sottosuolo del territorio comunale di Pecorara vengono di seguito descritte, riprendendo la descrizione contenuta nella "LEGENDA DELLA SEZIONE CARTOGRAFICA: 178090 - PECORARA" redatta a cura del Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna.

La rappresentazione cartografica dell'assetto geologico e geomorfologico delle aree oggetto dello Studio di Microzonazione sismica è riportato nell'allegata **Tavola 02 - Carta geologico tecnica**.

#### 3.1.1 Successione neogenico - quaternaria del margine appenninico padano

##### AES8a – Unità di Modena (Olocene)

Affiora in adiacenza della fascia di pertinenza fluviale dei torrenti Tidone e Tidoncello

L'unità è costituita da *ghiaie prevalenti e sabbie, ricoperte da una coltre limoso argillosa discontinua: depositi alluvionali intravallivi, terrazzati, e di conoide. Il profilo di alterazione è di esiguo spessore (poche decine di cm). Lo spessore massimo dell'unità è di alcuni metri.*

#### 3.1.2 Successione epiligure (Priaboniano Sup.)

##### MMP - Marne di Monte Piano (Luteziano sup. - Priaboniano)

Le Marne di Monte Piano affiorano localmente nel settore settentrionale del territorio comunale nei pressi del confine con Nibbiano.

Dal punto di vista litologico sono caratterizzate da *argille, argille marnose e marnoso-siltose, marne rosse, rosate, grigio chiaro e verdi, con rari e sottilissimi strati di siltiti e feldspato areniti risedimentate, marne e marne siltose grigie, grigio verdi, talora rosate, nella parte superiore della successione. Sedimentazione di tipo pelagico. Il limite inferiore è discordante sulle unità liguri. La potenza affiorante è non superiore a 180 m.*

#### 3.1.3 Dominio ligure

##### MCS - Flysch di Monte Cassio (Campaniano sup. - Maastrichtiano)

Il Flysch di Monte Cassio affiora estesamente lungo gran parte del territorio comunale lungo una fascia collinare posta in direzione NO-SE, che comprende il capoluogo di Pecorara e le frazioni di Vallerenzo, Peschiera, Sevizzano, Coneto, Busseto e Cicogni.

*Dal punto di vista litologico sono caratterizzate da torbiditi a base calcarenitica fine e media passante a marne calcaree grigio-biancastre, marne e calcari marnosi in strati da spessi a molto spessi, passanti gradualmente ad un tetto argilloso-siltoso, alternate a pacchi di strati torbiditici arenaceo-pelitici da sottili a spessi, grigiastri. Intercalazioni regolari di sottili livelli pelitici grigio-verdastri e neri e di arenarie medie e fini, quarzoso-feldspatiche, grigio chiare, in strati medi e sottili. Presenza di argilliti nere non carbonatiche in strati molto sottili. Contatto inferiore per alternanza su AVV. Torbiditi e fanghi intrabacinali, in ambiente di piana, sotto la superficie di compensazione dei carbonati. Potenza parziale di circa 400 metri.*

#### AVV - Argille Varicolori di Cassio (Santoniano - Campaniano sup.)

Le Argille Varicolori di Cassio affiorano localmente nei pressi della frazione di Roncaglie e Marzonago

*Dal punto di vista litologico sono caratterizzate da argilliti ed argille siltose rosse, violacee, grigio scure e verdastre, con intercalazioni di strati sottili o medi di arenarie litiche fini grigio chiare o scure, manganesifere e localmente cloritiche, di calciliti silicizzate grigio-verdine e di calciliti chiare, calcareniti, conglomerati poligenici, in strati medi e spessi, i cui elementi provengono da crosta continentale e arenarie litiche e feldspatiche grossolane. Ambiente di sedimentazione molto profondo con locali episodi torbiditici terrigeni ed importanti eventi di flussi gravitativi catastrofici. Contatti tettonizzati con SCB. Sedimentazione pelagica intervallata da correnti di torbidità s.l. e flussi concentrati di locale alimentazione insubrica. Potenza geometrica variabile da qualche decina a qualche centinaio di metri.*

#### SCB - Arenarie di Scabiazza (Cenomaniano - Campaniano inf.?)

Affiora estesamente lungo l'intero settore occidentale e orientale del territorio comunale, comprendendo le frazioni di Marzonago, Roncaglie, Morasco, Cà dei Folli, Bazzari, Costalta, Poggio Moresco, Cà dei Fracchioni, Casella e Cicogni

*Da un punto di vista litologico tale Formazione risulta costituita da torbiditi arenaceo-pelitiche e pelitico-arenacee con arenarie litiche grigio-nocciola, grigio-scure o grigio-verdastre, fini e medie in strati sottili e medi regolarmente alternate a peliti grigie o verdastre o marne siltose debolmente marnose; si intercalano talora marne grigie a base arenacea fine e molto fine in strati da molto sottili a spessi (rapporto A/P da <1 a >1); calciliti e litoareniti grigio chiare, conglomerati e brecce, frequentemente gradati, associati a marne e marne siltose grigie, in strati da medi a molto spessi e banchi. Localmente si intercalano livelli di argille rossastre. Sono talora presenti brecce matrice-sostenute, debolmente cementate, di composizione litica prevalentemente carbonatica, in strati spessi e banchi ed olistoliti eterometrici di Maiolica: depositi da colata e frana sottomarina.*

APA - Argille a palombini (Creatacico inf. - Creatacico sup.)

Affiora nella parte settentrionale del territorio comunale nei pressi del confine comunale di Nibbiano e nella parte meridionale nei pressi delle località Cà dei Fracchioni, Poggio Moresco e Praticchia.

Da un punto di vista litologico tale Formazione risulta costituita da *argilliti o argilliti siltose grigio scure, più raramente verdi, ocracee, rossastre, fissili, alternate a calcilutiti silicizzate grigio chiare e grigio-verdi, biancastre o giallastre in superficie alterata, talora a base calcarenitica laminata, e più rari calcari marnosi grigi e verdi in strati spessi e marne calcaree grigio scure o verdi, in strati medi e spessi. Possono essere presenti, verso la parte sommitale della formazione, marne e marne calcaree in strati medi e spessi e areniti fini in strati sottili. Si possono presentare in brecce monogeniche con abbondante matrice pelitica e clasti calcarei. Potenza geometrica variabile da alcune decine ad alcune centinaia di metri.*

CCL - Calcari a Calpionelle

Affiora in piccoli lembi nei pressi della località Praticchia.

Da un punto di vista litologico tale Formazione risulta costituita da *Calcari e calcari marnosi biancastri e grigi in strati da medi a spessi, talora molto spessi; calcareniti fini e finissime, gradate.*

#### **4 MICROZONAZIONE SISMICA**

Lo Studio di Microzonazione Sismica verrà effettuato per le aree urbanizzate e in quelle suscettibili di trasformazioni urbanistiche indicate dall'Amministrazione comunale di Pecorara.

Le aree oggetto di studio sono le seguenti:

- Pecorara capoluogo;
- frazione Costalta;
- frazione Poggio Moresco;
- frazione Cà dei Fracchioni;
- frazione Casella;
- frazione Roncaglie di sotto
- frazione Roncaglie di Sopra;
- frazione Cà dei Follini;
- frazione Bazzari;
- frazione Busseto
- frazione Corneto di Sopra
- frazione Corneto di Sotto;
- frazione Sevizzano
- frazione Cicogni
- frazione Praticchia
- frazione Morasco

La rappresentazione cartografica delle aree oggetto di Studio è riportata nelle Tavole di progetto allegata alla presente relazione.

## 4.1 PECORARA CAPOLUOGO

### 4.1.1 Inquadramento territoriale e altimetrico

Il capoluogo di Pecorara è situato in destra idrografica del T. Tidoncello Merlingo, nella porzione centro-orientale del territorio comunale.

Dal punto di vista altimetrico l'area in oggetto ricade lugo un versante di pendenza media inferiore a 15°, con quote comprese tra circa 420 e 570 m s.l.m.

### 4.1.2 Inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico

L'assetto stratigrafico del sottosuolo è costituito da un substrato geologico non rigido, costituito dalla Formazione del Flysch di Monte Cassio (MCS) caratterizzato da alternanze di calcareniti marne e calcari marnosi. Il substrato risulta ricoperto da una coltre di alterazione, dello spessore variabile compreso tra 3 e 10 metri.

Gran parte del territorio del capoluogo di Pecorara risulta interessato da depositi di frana quiescente di tipo complesso, in alcuni casi interessato da riattivazioni con movimenti di scorrimento, che possono complessivamente raggiungere spessori di circa 5 - 10 metri.

L'assetto litostratigrafico di riferimento è schematizzato nelle sezioni 1-1', 2-2', 3-3' e 4-4' di **Tav. 03a - Sezioni stratigrafiche**.

### 4.1.3 Indagini pregresse disponibili e realizzate ex novo nell'ambito del presente Studio di MS

La raccolta delle indagini disponibili è stata effettuata attingendo dagli archivi del Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna (SGSS)<sup>1</sup> e dalle elaborazioni di indagini fornite direttamente dalla Società AMBITER S.r.l. o dall'Ufficio tecnico del Comune di Pecorara.

Le indagini raccolte sono costituite da prove penetrometriche dinamiche DP (P13) e indagini geofisiche tipo MASW (L15, L16, L17, L18 e L19).

In considerazione dei dati disponibili si è ritenuto opportuno integrare i dati pregressi mediante la realizzazione di n. 1 prova MASW (L1) e n. 1 analisi dei microtremori HVSR (P1)

Di seguito si riporta una sintesi dei risultati delle elaborazioni delle prove MASW e HVSR disponibili dall'archivio comunale:

---

<sup>1</sup> I dati provenienti dalle indagini pregresse messe a disposizione dal SGSS della Regione Emilia Romagna non sono state state archiviate nel Software "SoftMS Versione 4".

Indagine	V <sub>s30</sub> (m/s)	V <sub>sn</sub> (m/s)	Rif. tavola in allegato
L15	652	Vs(5) = 300	v. Allegato 1
L16	560	Vs(5) = 193	v. Allegato 1
L17	585	Vs(5) = 240	v. Allegato 1
L18	565	Vs(10) = 297	v. Allegato 1
L19	274	Vs(10) = 577	v. Allegato 1

Tabella 3: Sintesi delle elaborazioni delle prove MASW e ReMi disponibili dall'archivio dell'Ufficio tecnico comunale

Indagine	f <sub>0</sub> (Hz)	A	Rif. tavola in allegato
P12	f <sub>0</sub> = 25,4	1,2	v. Allegato 2
P1	f <sub>0</sub> = 5,3	4,1	v. Allegato 2

Tabella 4: Sintesi delle elaborazioni delle misure dei microtremori (HVSR)

L'ubicazione delle indagini effettuate è riportata in **Tav. 01 - Carta delle indagini**

#### 4.1.4 Elaborazione dei dati

Tutte le aree indagate sono caratterizzate dalla presenza in superficie di un primo livello di terreno con spessore compreso tra 5 m e 15 m, caratterizzato da valori di Vs compresi tra circa 100 - 300 m/s, attribuibili presumibilmente a depositi fortemente alterati del substrato geologico.

Inferiormente si rileva la presenza di mezzi aventi rigidità più elevata corrispondenti al substrato non rigido.

Dai diagrammi si osserva il generale aumento delle velocità delle onde di taglio con la profondità, non si registrano inversioni di velocità.

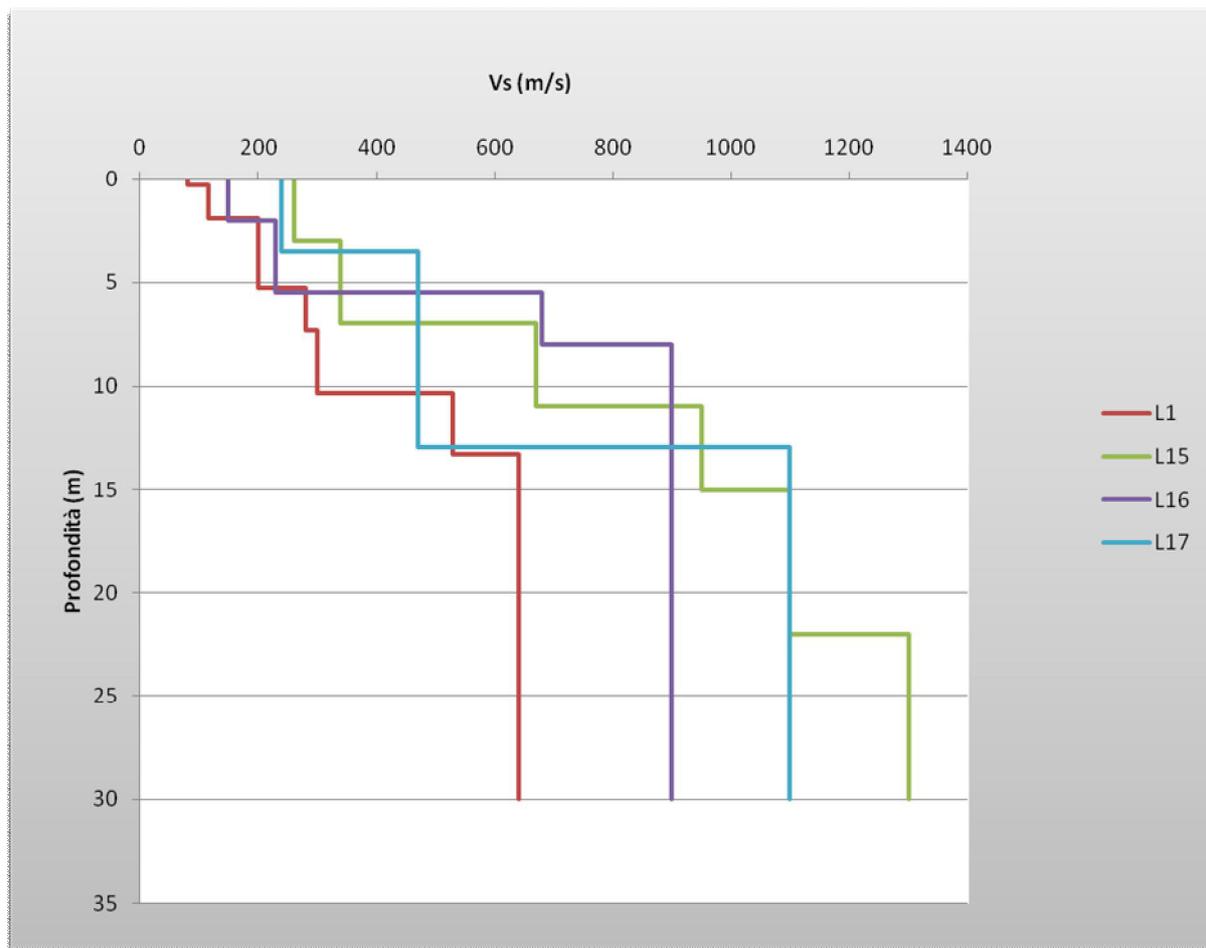


Figura 9: Profili di Vs relativi ai siti indagati all'interno dell'area di pertinenza del capoluogo di Pecorara

Per quanto riguarda le frequenze fondamentali del terreno, tramite le rilevazioni dei microtremori disponibili è possibile evidenziare una frequenza fondamentale pari a 5,3 Hz (Ampiezza di picco >3), realizzato in un sito interessato dal corpo franoso quiescente che attraversa l'abitato di Pecorara. Tale dato è compatibile con la presenza di un'interfaccia risonante posta tra circa 10 e 30 metri di profondità correlabile presumibilmente con la discontinuità che segna il passaggio tra i depositi franosi ed il substrato geologico in posto.

#### 4.1.5 Amplificazione topografica

In relazione alla pendenza media del versante in oggetto (<15°), non sono prevedibili fenomeni di amplificazione dovuti ad effetti topografici.

## 4.2 FRAZIONE DI SEVIZZANO

### 4.2.1 Inquadramento territoriale e altimetrico

La frazione di Sevizzano è situata in area collinare in destra idrografica del T. Tidoncello, nella porzione sud-orientale del territorio comunale.

Dal punto di vista altimetrico l'area in oggetto ricade lungo un versante di pendenza media inferiore a 15°, con quote comprese tra circa 570 e 635 m s.l.m.

### 4.2.2 Inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico

L'assetto stratigrafico del sottosuolo è costituito da un substrato geologico non rigido, costituito dalla Formazione del Flysch di Monte Cassio (MCS) caratterizzato da alternanze di calcareniti marne e calcari marnosi. Il substrato risulta ricoperto da una coltre di alterazione, dello spessore variabile compreso tra circa 5 e 10 metri.

Gran parte del territorio del capoluogo di Pecorara risulta interessato da depositi di frana quiescente di tipo complesso, in alcuni casi interessato da riattivazioni con movimenti di scorrimento, che possono complessivamente raggiungere spessori di circa 5 - 10 metri.

Dall'esame della Carta geologico-tecnica è inoltre visibile che l'area oggetto di studio risulta parzialmente interessata un dissesto gravitativo quiescente complesso.

L'assetto litostratigrafico di riferimento è schematizzato nelle sezioni 5-5' e 6-6' di **Tav. 03a - Sezioni stratigrafiche**.

### 4.2.3 Indagini pregresse disponibili e realizzate ex novo nell'ambito del presente Studio di MS

Non essendo disponibili indagini pregresse, nell'area di studio si è ritenuto opportuno effettuare n. 1 prova MASW (L2) e n. 1 analisi dei microtremori HVSr (P2).

Di seguito si riporta una sintesi dei risultati delle elaborazioni delle prove MASW e HVSr disponibili dall'archivio comunale:

Indagine	V <sub>S30</sub> (m/s)	V <sub>Sr</sub> (m/s)	Rif. tavola in allegato
L2	557	V <sub>S</sub> (10) = 324	v. Allegato 1

Tabella 5: Sintesi delle elaborazioni delle prove MASW e ReMi disponibili dall'archivio dell'Ufficio tecnico comunale

Indagine	$f_0$ (Hz)	A	Rif. tavola in allegato
P2	$f_0 = 17,0$	4,8	v. Allegato 2

Tabella 6: Sintesi delle elaborazioni delle misure dei microtrempi (HVSR)

L'ubicazione delle indagini effettuate è riportata in **Tav. 01 - Carta delle indagini**

#### 4.2.4 Elaborazione dei dati

Dall'esame dell'indagine Masw effettuata è possibile ipotizzare che l'area di studio sia caratterizzata da una coltre di alterazione del substrato dello spessore di circa 4-5 metri caratterizzata da valori di Vs compresi tra circa 150 - 400 m/s.

Inferiormente si rileva la presenza di mezzi aventi rigidità più elevata corrispondenti presumibilmente al substrato non rigido, non alterato.

Tale dato è confermato anche dalla di frequenza di risonanza fondamentale del terreno, registrata dalla rilevazione P2 che evidenzia un valore pari a 17,0 Hz (Ampiezza di picco >3), compatibile con la presenza di un'interfaccia risonante posta entro i primi 10 m di profondità e correlabile con la discontinuità superficiale che segna il passaggio tra i depositi della coltre di alterazione ed il substrato geologico o nelle porzioni marginali tra i depositi di frana quiescente ed il substrato geologico.

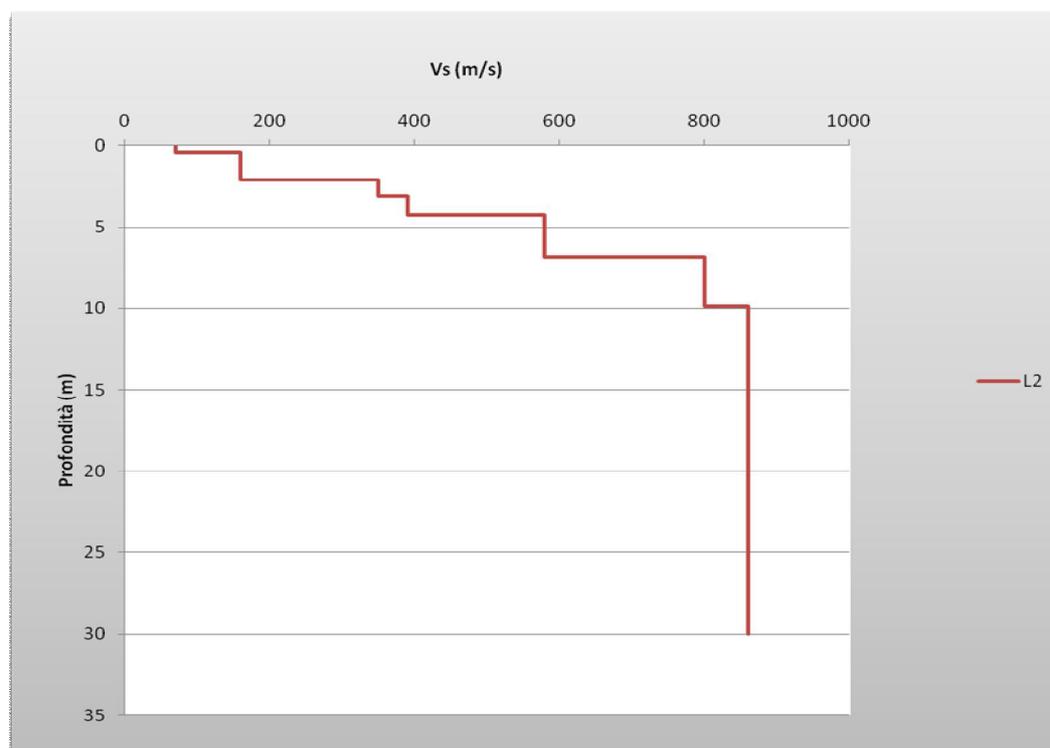


Figura 10: Profili di Vs relativi ai siti indagati all'interno dell'area di pertinenza della frazione di Sevizzano

#### 4.2.5 Amplificazione topografica

In relazione alla pendenza media del versante in oggetto (<15°), non sono prevedibili fenomeni di amplificazione dovuti ad effetti topografici.

### 4.3 FRAZIONE DI BUSSETO

#### 4.3.1 Inquadramento territoriale e altimetrico

La frazione di Busseto è situata in area collinare, nella porzione sud-orientale del territorio comunale.

Dal punto di vista altimetrico l'area in oggetto ricade lungo un versante di pendenza media inferiore a 15°, con quote comprese tra circa 620 e 690 m s.l.m.

#### 4.3.2 Inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico

L'assetto stratigrafico del sottosuolo è costituito da un substrato geologico non rigido, costituito dalla Formazione del Flysch di Monte Cassio (MCS) caratterizzato da alternanze di calcareniti marne e calcari marnosi.

Sulla base dei dati desunti dalle indagini geofisiche realizzate, è possibile ipotizzare che il substrato geologico ricoperto da una coltre di alterazione, che può raggiungere i 5 - 10 metri di profondità.

Dall'esame della Carta geologico-tecnica è inoltre visibile che all'interno dell'area oggetto di studio è presente un corpo di frana quiescente di movimento non definito e una piccola porzione nel settore settentrionale interessato da detrito di versante.

L'assetto litostratigrafico di riferimento è schematizzato nelle sezioni 9-9' e 10-10' di **Tav. 03a - Sezioni stratigrafiche**.

#### 4.3.3 Indagini pregresse disponibili e realizzate ex novo nell'ambito del presente Studio di MS

Non essendo disponibili indagini pregresse, nell'area di studio si è ritenuto opportuno effettuare n. 1 prova MASW (L3) e n. 1 analisi dei microtremori HVSr (P3).

Di seguito si riporta una sintesi dei risultati delle elaborazioni delle prove MASW e HVSr disponibili dall'archivio comunale:

Indagine	V <sub>S30</sub> (m/s)	V <sub>sn</sub> (m/s)	Rif. tavola in allegato
L3	441	V <sub>s</sub> (10) = 268	v. Allegato 1

Tabella 7: Sintesi delle elaborazioni delle prove MASW e ReMi disponibili dall'archivio dell'Ufficio tecnico comunale

Indagine	$f_0$ (Hz)	A	Rif. tavola in allegato
P3	$f_0 = 4,8$	3,9	v. Allegato 2

Tabella 8: Sintesi delle elaborazioni delle misure dei microtrempi (HVSR)

L'ubicazione delle indagini effettuate è riportata in **Tav. 01 - Carta delle indagini**

#### 4.3.4 Elaborazione dei dati

Dall'esame dell'indagine Masw effettuata è possibile ipotizzare che l'area di studio sia caratterizzata da una coltre di alterazione del substrato dello spessore di circa 10-15 metri caratterizzata da valori di Vs compresi tra circa 100 - 400 m/s.

Inferiormente si rileva la presenza di mezzi aventi rigidità più elevata corrispondenti presumibilmente al substrato non rigido, non alterato.

Tale dato è confermato anche dalla di frequenza di risonanza fondamentale del terreno, registrata dalla rilevazione P3 che evidenzia un valore pari a 4,8 Hz (Ampiezza di picco >3), compatibile con la presenza di un'interfaccia risonante posta tra circa 10 e 30 metri di profondità e correlabile con la discontinuità superficiale che segna il passaggio tra i depositi della coltre di alterazione ed il substrato geologico o nelle porzioni marginali dell'area tra i depositi di frana quiescente ed il substrato geologico in posto.

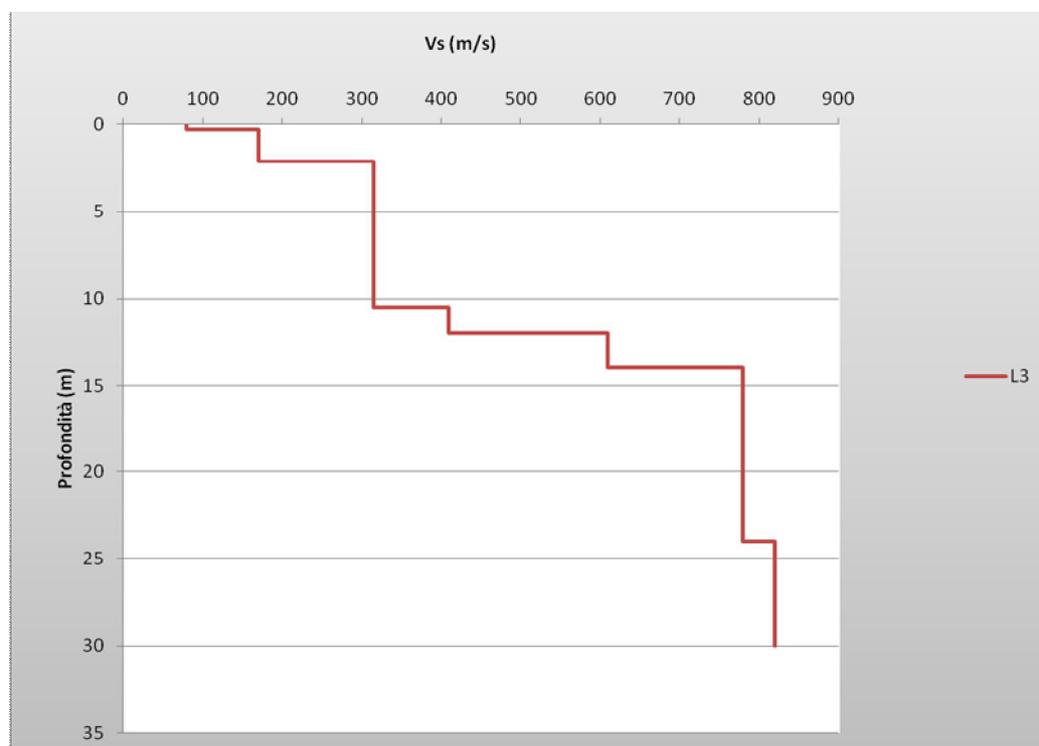


Figura 11: Profili di Vs relativi ai siti indagati all'interno dell'area di pertinenza della frazione di Busseto

#### 4.3.5 Amplificazione topografica

In relazione alla pendenza media del versante in oggetto (<15°), non sono prevedibili fenomeni di amplificazione dovuti ad effetti topografici.

### 4.4 FRAZIONI DI CORNETO DI SOTTO E CORNETO DI SOPRA

#### 4.4.1 Inquadramento territoriale e altimetrico

Le frazioni di Corneto di sopra e Corneto di sotto sono situate in area collinare, nella porzione sud-orientale del territorio comunale.

Dal punto di vista altimetrico le aree in oggetto ricadono lungo un versante di pendenza media inferiore a 15°, con quote comprese tra circa 640 e 730 m s.l.m.

#### 4.4.2 Inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico

L'assetto stratigrafico del sottosuolo è costituito da un substrato geologico non rigido, costituito dalla Formazione del Flysch di Monte Cassio (MCS) caratterizzato da alternanze di calcareniti marne e calcari marnosi.

Sulla base dei dati desunti dalle indagini geofisiche realizzate, è possibile ipotizzare che il substrato geologico ricoperto da una coltre di alterazione, che può raggiungere i 5 - 10 metri di profondità.

Dall'esame della Carta geologico-tecnica è inoltre visibile che gran parte dell'area di Corneto di sotto e una piccola porzione di Corneto di sopra risultano interessate da detrito di versante.

L'assetto litostratigrafico di riferimento è schematizzato nelle sezioni 7-7' e 8-8' di **Tav. 03a - Sezioni stratigrafiche**.

#### 4.4.3 Indagini pregresse disponibili e realizzate ex novo nell'ambito del presente Studio di MS

Non essendo disponibili indagini pregresse, nell'area di studio si è ritenuto opportuno effettuare n. 1 prova MASW (L4) e n. 1 analisi dei microtremori HVSr (P4).

Di seguito si riporta una sintesi dei risultati delle elaborazioni delle prove MASW e HVSr disponibili dall'archivio comunale:

Indagine	V <sub>S30</sub> (m/s)	V <sub>sn</sub> (m/s)	Rif. tavola in allegato
L4	397	V <sub>s</sub> (10) = 283	v. Allegato 1

Tabella 9: Sintesi delle elaborazioni delle prove MASW e ReMi disponibili dall'archivio dell'Ufficio tecnico comunale

Indagine	$f_0$ (Hz)	A	Rif. tavola in allegato
P4	$f_0 = 1,8$	2,2	v. Allegato 2

Tabella 10: Sintesi delle elaborazioni delle misure dei microtremori (HVSR)

L'ubicazione delle indagini effettuate è riportata in **Tav. 01 - Carta delle indagini**

#### 4.4.4 Elaborazione dei dati

Dall'esame dell'indagine Masw effettuata è possibile ipotizzare che l'area di studio sia caratterizzata da una coltre di alterazione del substrato dello spessore di circa 10 metri caratterizzata da valori di Vs compresi tra circa 110 - 350 m/s.

Inferiormente si rileva la presenza di mezzi aventi rigidità più elevata corrispondenti presumibilmente al substrato non rigido, non alterato.

Tale dato è confermato anche dalla frequenza di risonanza fondamentale del terreno, registrata dalla rilevazione P4, che evidenzia un valore pari a 1,8 Hz (Ampiezza di picco <3), compatibile con la presenza di un'interfaccia risonante posta tra circa 30 e 100 metri di profondità.

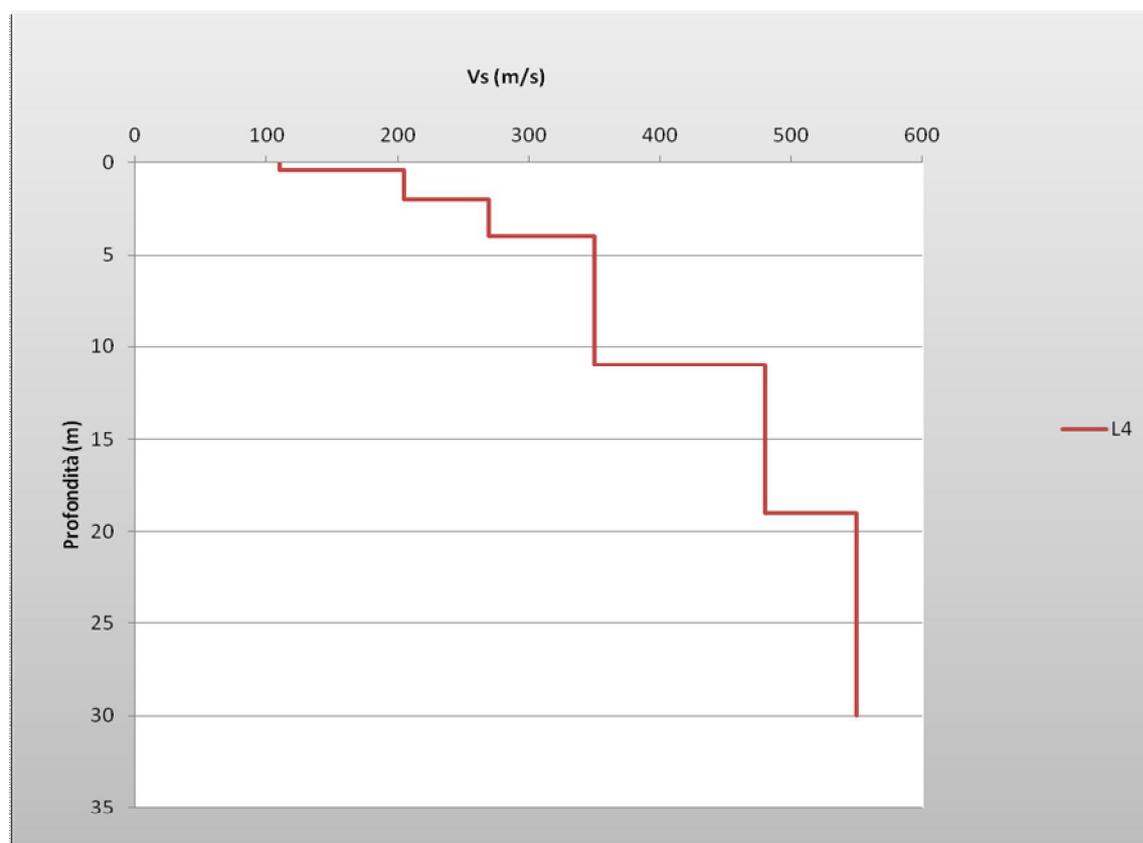


Figura 12: Profili di Vs relativi ai siti indagati all'interno dell'area di pertinenza della frazioni di Corneto di Sopra e di Sotto

#### 4.4.5 Amplificazione topografica

In relazione alla pendenza media del versante in oggetto (<15°), non sono prevedibili fenomeni di amplificazione dovuti ad effetti topografici.

### 4.5 FRAZIONE DI CICOGNI

#### 4.5.1 Inquadramento territoriale e altimetrico

La frazione di Cicogni è situata in area collinare, nella porzione sud-occidentale del territorio comunale.

Dal punto di vista altimetrico l'area in oggetto ricade lungo un versante di pendenza media inferiore a 15°, con quote comprese tra circa 650 e 750 m s.l.m.

#### 4.5.2 Inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico

L'assetto stratigrafico del sottosuolo è costituito da un substrato geologico non rigido, costituito dalla Formazione del Flysch di Monte Cassio (MCS) caratterizzato da alternanze di calcareniti marne e calcari marnosi.

Sulla base dei dati desunti dalle indagini geofisiche realizzate, è possibile ipotizzare che il substrato geologico ricoperto da una coltre di alterazione, che può raggiungere i 5 - 10 metri di profondità.

Dall'esame della Carta geologico-tecnica è inoltre visibile che all'interno dell'area oggetto di studio è presente un corpo di frana quiescente di movimento non definito e una piccola porzione nel settore settentrionale interessato da detrito di versante.

L'assetto litostratigrafico di riferimento è schematizzato nelle sezioni 11-11' e 11-11' di **Tav. 03a - Sezioni stratigrafiche**.

#### 4.5.3 Indagini pregresse disponibili e realizzate ex novo nell'ambito del presente Studio di MS

Non essendo disponibili indagini pregresse, nell'area di studio si è ritenuto opportuno effettuare n. 2 prova MASW (L5 e L6) e n. 2 analisi dei microtrempi HVSR (P5 e P6).

Di seguito si riporta una sintesi dei risultati delle elaborazioni delle prove MASW e HVSR disponibili dall'archivio comunale:

Indagine	Vs <sub>30</sub> (m/s)	Vs <sub>n</sub> (m/s)	Rif. tavola in allegato
L5	337	Vs(20) = 332	v. Allegato 1
L6	474	Vs(15) = 355	v. Allegato 1

Tabella 11: Sintesi delle elaborazioni delle prove MASW e ReMi disponibili dall'archivio dell'Ufficio tecnico comunale

Indagine	f <sub>0</sub> (Hz)	A	Rif. tavola in allegato
P5	f <sub>0</sub> = 16,3	2,4	v. Allegato 2
P6	f <sub>0</sub> = 6,7	2,6	v. Allegato 2

Tabella 12: Sintesi delle elaborazioni delle misure dei microtremiti (HVSR)

L'ubicazione delle indagini effettuate è riportata in **Tav. 01 - Carta delle indagini**

#### 4.5.4 Elaborazione dei dati

Dall'esame delle indagini Masw effettuate è possibile evidenziare la presumibile presenza del substrato non alterato a profondità variabili di circa 25 metri (Masw L5) e circa 15 metri (Masw L6). Nell'area in cui è compresa la prova L5 dalla carta geologico tecnica si osserva la presenza di una coltre detritica di versante dello spessore di circa 5-7 metri.



Figura 13: Profili di Vs relativi ai siti indagati all'interno dell'area di pertinenza della frazione di Cicogni

Tali dati sono confermati anche dalle frequenze di risonanza fondamentale del terreno, registrata dalle rilevazioni P5 e P6 che evidenziano rispettivamente valori di 16,3 Hz e 6,7 Hz (Ampiezza di picco <3).

Il valore registrato dalla prova P5 (16,3 Hz) è compatibile con la presenza di un'interfaccia risonante posta entro i primi 10 metri di profondità e correlabile con la discontinuità che segna il passaggio tra i depositi detritici ed il substrato alterato.

Il valore registrato dalla prova P6 (6,7 Hz) è compatibile con la presenza di un'interfaccia risonante posta tra 10 e 30 metri di profondità e correlabile con la discontinuità che segna il passaggio tra i depositi della coltre di alterazione ed il substrato geologico non alterato.

#### **4.5.5 Amplificazione topografica**

In relazione alla pendenza media del versante in oggetto (<15°), non sono prevedibili fenomeni di amplificazione dovuti ad effetti topografici.

## **4.6 FRAZIONE DI PRATICCHIA**

### **4.6.1 Inquadramento territoriale e altimetrico**

La frazione di Praticchia è situata in area collinare, nell'estrema porzione sud-occidentale del territorio comunale.

Dal punto di vista altimetrico l'area in oggetto ricade lungo un versante di pendenza media inferiore a 15°, con quote comprese tra circa 820 e 870 m s.l.m.

### **4.6.2 Inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico**

L'assetto stratigrafico del sottosuolo è costituito da un substrato geologico non rigido, costituito dalla Formazione delle Argille a Palombini (APA) caratterizzato argilliti o argilliti siltose con elementi lapidei.

Sulla base dei dati desunti dalle indagini geofisiche realizzate, è possibile ipotizzare che il substrato geologico sia ricoperto da una coltre di alterazione, che può raggiungere i 10 - 15 metri di profondità.

Dall'esame della Carta geologica tecnica è inoltre visibile che gran parte del territorio di Praticchia è largamente interessato da depositi di frana quiescente di tipo complesso, in alcuni casi soggetto a riattivazioni con movimenti di scorrimento.

L'assetto litostratigrafico di riferimento è schematizzato nelle sezioni 13-13' e 14-14' di **Tav. 03a - Sezioni stratigrafiche**.

#### 4.6.3 Indagini pregresse disponibili e realizzate ex novo nell'ambito del presente Studio di MS

Non essendo disponibili indagini pregresse, nell'area di studio si è ritenuto opportuno effettuare n. 1 prova MASW (L7) e n. 1 analisi dei microtremori HVSr (P7).

Di seguito si riporta una sintesi dei risultati delle elaborazioni delle prove MASW e HVSr disponibili dall'archivio comunale:

Indagine	V <sub>s30</sub> (m/s)	V <sub>sn</sub> (m/s)	Rif. tavola in allegato
L7	500	V <sub>s</sub> (15) = 345	v. Allegato 1

Tabella 13: Sintesi delle elaborazioni delle prove MASW e ReMi disponibili dall'archivio dell'Ufficio tecnico comunale

Indagine	f <sub>0</sub> (Hz)	A	Rif. tavola in allegato
P7	f <sub>0</sub> = 7,6	2,6	v. Allegato 2

Tabella 14: Sintesi delle elaborazioni delle misure dei microtremori (HVSr)

L'ubicazione delle indagini effettuate è riportata in **Tav. 01 - Carta delle indagini**

#### 4.6.4 Elaborazione dei dati

Dall'esame dell'indagine Masw effettuata è possibile ipotizzare che l'area di studio sia caratterizzata da una coltre di alterazione del substrato dello spessore di circa 10-15 metri caratterizzata da valori di V<sub>s</sub> compresi tra circa 100 - 390 m/s.

Inferiormente si rileva la presenza di mezzi aventi rigidità più elevata corrispondenti presumibilmente al substrato non rigido, non alterato.

Tale dato è confermato anche dalla di frequenza di risonanza fondamentale del terreno, registrata dalla rilevazione P7 che evidenzia un valore pari a 7,6 Hz (Ampiezza di picco <3), compatibile con la presenza di un'interfaccia risonante posta tra circa 10 e 30 metri di profondità e correlabile con la discontinuità superficiale che segna il passaggio tra i depositi della coltre di alterazione ed il substrato geologico non alterato.



Figura 14: Profili di Vs relativi ai siti indagati all'interno dell'area di pertinenza della frazione di Praticchia

#### 4.6.5 Amplificazione topografica

In relazione alla pendenza media del versante in oggetto (<15°), non sono prevedibili fenomeni di amplificazione dovuti ad effetti topografici.

### 4.7 FRAZIONI DI COSTALTA POGGIO MORESCO CA' DEI FRACCHIONI CASELLA

#### 4.7.1 Inquadramento territoriale e altimetrico

Le frazioni di Corneto di sopra e Corneto di sotto sono situate in area collinare, nella porzione sud-occidentale del territorio comunale.

Dal punto di vista morfologico le aree in oggetto ricadono lungo versanti di pendenza media inferiore a 15°.

#### 4.7.2 Inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico

L'assetto stratigrafico del sottosuolo è costituito da un substrato geologico non rigido, costituito dalla Formazione delle Arenarie di Scabiazza (SCB) caratterizzato da torbiditi arenaceo-pelitiche.

Sulla base dei dati desunti dalle indagini geofisiche realizzate, è possibile ipotizzare che il substrato geologico sia ricoperto da una coltre di alterazione, che può raggiungere i 5 - 10 metri di profondità.

Dall'esame della Carta geologico tecnica è inoltre visibile che parte dei territori delle frazioni di Costalta, Cà dei Fracchioni e Poggio Moresco sono interessate da depositi di frana quiescente di tipo complesso e depositi frana attiva per scorrimento o con movimento non definito, in alcuni casi soggetto a riattivazioni con movimenti di scorrimento.

L'assetto litostratigrafico di riferimento è schematizzato nelle sezioni 15-15, 16-16', 17-17', 18-18', 19-19', 20-20' di **Tav. 03b - Sezioni stratigrafiche**.

#### 4.7.3 Indagini pregresse disponibili e realizzate ex novo nell'ambito del presente Studio di MS

Non essendo disponibili indagini pregresse, nell'area di studio si è ritenuto opportuno effettuare n. 2 prova MASW (L8 e L9) e n. 2 analisi dei microtremori HVSR (P8 e P9).

Di seguito si riporta una sintesi dei risultati delle elaborazioni delle prove MASW e HVSR disponibili dall'archivio comunale:

Indagine	V <sub>S30</sub> (m/s)	V <sub>Sn</sub> (m/s)	Rif. tavola in allegato
L8	517	V <sub>s</sub> (10) = 303	v. Allegato 1
L9	402	V <sub>s</sub> (25) = 374	v. Allegato 1

Tabella 15: Sintesi delle elaborazioni delle prove MASW e ReMi disponibili dall'archivio dell'Ufficio tecnico comunale

Indagine	f <sub>0</sub> (Hz)	A	Rif. tavola in allegato
P8	f <sub>0</sub> = 11,9	3,1	v. Allegato 2
P9	f <sub>0</sub> = 4,5	2,4	v. Allegato 2

Tabella 16: Sintesi delle elaborazioni delle misure dei microtremori (HVSR)

L'ubicazione delle indagini effettuate è riportata in **Tav. 01 - Carta delle indagini**

#### 4.7.4 Elaborazione dei dati

Dall'esame delle indagini Masw effettuate è possibile evidenziare la presumibile presenza del substrato non alterato a profondità variabili di circa 25 metri (Masw L9) e circa 10 metri (Masw L8).

Tali dati sono confermati anche dalle frequenza di risonanza fondamentale del terreno, registrata dalla rilevazioni P8 e P9 che evidenziano rispettivamente valori di 11,9 Hz (Ampiezza di picco >3). e 4,5 Hz (Ampiezza di picco <3).

Il valore registrato dalla prova P8 (11,9 Hz) è compatibile con la presenza di un'interfaccia risonante posta entro i primi 10 metri di profondità e correlabile con la discontinuità che segna il passaggio tra i depositi della coltre di alterazione ed il substrato geologico non alterato

Il valore registrato dalla prova P6 (4,5 Hz) è compatibile con la presenza di un'interfaccia risonante posta tra 10 e 30 metri di profondità e correlabile con la discontinuità che segna il passaggio tra i depositi della coltre di alterazione ed il substrato geologico non alterato.



Figura 15: Profili di Vs relativi ai siti indagati all'interno dell'area di pertinenza della frazioni di Costalta, Poggio Moresco Ca' dei Fracchioni e Casella

#### 4.7.5 Amplificazione topografica

In relazione alla pendenza media del versante in oggetto (<15°), non sono prevedibili fenomeni di amplificazione dovuti ad effetti topografici.

## 4.8 FRAZIONI DI BAZZARI

### 4.8.1 Inquadramento territoriale e altimetrico

La frazione di Bazzari è situata in area collinare, nella porzione nord-occidentale del territorio comunale.

Dal punto di vista altimetrico l'area in oggetto ricade lungo un versante di pendenza media inferiore a 15°, con quote comprese tra circa 620 e 680 m s.l.m.

### 4.8.2 Inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico

L'assetto stratigrafico del sottosuolo è costituito da un substrato geologico non rigido, costituito dalla Formazione delle Arenarie di Scabiazza (SCB) caratterizzato da torbiditi arenaceo-pelitiche.

Sulla base dei dati desunti dalle indagini geofisiche realizzate, è possibile ipotizzare che il substrato geologico sia ricoperto da una coltre di alterazione, che può raggiungere i 5 - 10 metri di profondità.

Dall'esame della Carta geologico tecnica è inoltre visibile che parte dei territori della frazione di Bazzari è interessata da depositi di frana quiescente di tipo complesso e di colata.

L'assetto litostratigrafico di riferimento è schematizzato nelle sezioni 21-21', 22-22' di **Tav. 03b - Sezioni stratigrafiche**.

### 4.8.3 Indagini pregresse disponibili e realizzate ex novo nell'ambito del presente Studio di MS

Le indagini raccolte sono costituite da n. 1 prove penetrometriche dinamiche DP (P15) e indagini geofisiche tipo MASW (L13).

Indagine	V <sub>S30</sub> (m/s)	V <sub>sn</sub> (m/s)	Rif. tavola in allegato
L13	595	V <sub>s</sub> (10) = 323	v. Allegato 1

Tabella 17: Sintesi delle elaborazioni delle prove MASW e ReMi disponibili dall'archivio dell'Ufficio tecnico comunale

L'ubicazione delle indagini effettuate è riportata in **Tav. 01 - Carta delle indagini**

### 4.8.4 Elaborazione dei dati

Dall'esame dell'indagine Masw effettuata è possibile ipotizzare che l'area di studio sia caratterizzata da una coltre di alterazione del substrato dello spessore di circa 7 - 10 metri caratterizzata da valori di V<sub>s</sub> compresi tra circa 250 - 400 m/s.

Inferiormente si rileva la presenza di mezzi aventi rigidità più elevata corrispondenti presumibilmente al substrato non rigido, non alterato.

Tale dato è confermato anche dalla frequenza di risonanza fondamentale del terreno, registrata dalla rilevazione P10 effettuata nella vicina frazione di Cà dei Follini (che si trova in un contesto litostratigrafico del tutto analogo), che evidenzia un valore pari a 10,7 Hz (Ampiezza di picco <3), compatibile con la presenza di un'interfaccia risonante posta nei primi 10 metri di profondità.

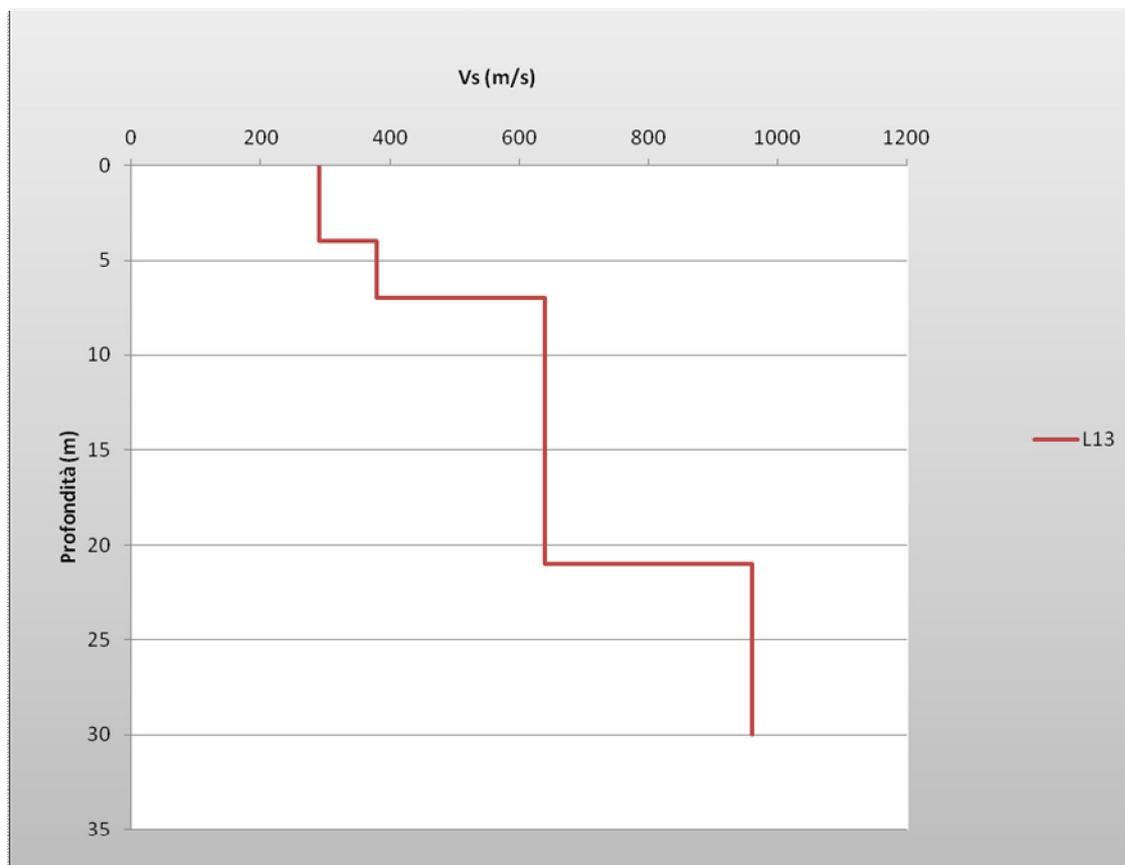


Figura 16: Profili di Vs relativi ai siti indagati all'interno dell'area di pertinenza della frazione di Bazzari

#### 4.8.5 Amplificazione topografica

In relazione alla pendenza media del versante in oggetto (<15°), non sono prevedibili fenomeni di amplificazione dovuti ad effetti topografici.

## 4.9 FRAZIONI DI CA' DEI FOLLINI

### 4.9.1 Inquadramento territoriale e altimetrico

La frazione di Cà dei Folli è situata in area collinare, nella porzione nord-occidentale del territorio comunale.

Dal punto di vista altimetrico l'area in oggetto ricade lungo un versante di pendenza media inferiore a 15°, con quote comprese tra circa 520 e 480 m s.l.m.

### 4.9.2 Inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico

L'assetto stratigrafico del sottosuolo è costituito da un substrato geologico non rigido, costituito dalla Formazione delle Arenarie di Scabiazza (SCB) caratterizzato da torbiditi arenaceo-pelitiche.

Sulla base dei dati desunti dalle indagini geofisiche realizzate, è possibile ipotizzare che il substrato geologico sia ricoperto da una coltre di alterazione, che può raggiungere i 5 - 10 metri di profondità.

Dall'esame della Carta geologico tecnica è inoltre visibile che parte del territorio della frazione di Cà dei Folli è interessata da depositi di frana attiva per colamento.

L'assetto litostratigrafico di riferimento è schematizzato nelle sezioni 23-23', 24-24' di **Tav. 03b - Sezioni stratigrafiche**.

### 4.9.3 Indagini pregresse disponibili e realizzate ex novo nell'ambito del presente Studio di MS

Non essendo disponibili indagini pregresse, nell'area di studio si è ritenuto opportuno effettuare n. 1 prova MASW (L10) e n. 1 analisi dei microtremori HVSR (P10).

Di seguito si riporta una sintesi dei risultati delle elaborazioni delle prove MASW e HVSR disponibili dall'archivio comunale:

Indagine	V <sub>S30</sub> (m/s)	V <sub>Sn</sub> (m/s)	Rif. tavola in allegato
L10	474	V <sub>S</sub> (10) = 268	v. Allegato 1

Tabella 18: Sintesi delle elaborazioni delle prove MASW e ReMi disponibili dall'archivio dell'Ufficio tecnico comunale

Indagine	f <sub>0</sub> (Hz)	A	Rif. tavola in allegato
P10	f <sub>0</sub> = 10,7	2,6	v. Allegato 2

Tabella 19: Sintesi delle elaborazioni delle misure dei microtremori (HVSR)

#### 4.9.4 Elaborazione dei dati

Dall'esame dell'indagine Masw effettuata è possibile ipotizzare che l'area di studio sia caratterizzata da una coltre di alterazione del substrato dello spessore di circa 10 metri caratterizzata da valori di  $V_s$  compresi tra circa 100 - 360 m/s.

Inferiormente si rileva la presenza di mezzi aventi rigidità più elevata corrispondenti presumibilmente al substrato non rigido, non alterato.

Tale dato è confermato anche dalla frequenza di risonanza fondamentale del terreno, registrata dalla rilevazione P10, che evidenzia un valore pari a 10,7 Hz (Ampiezza di picco <3), compatibile con la presenza di un'interfaccia risonante posta nei primi 10 metri di profondità.



Figura 17: Profili di  $V_s$  relativi ai siti indagati all'interno dell'area di pertinenza della frazione di Bazzari

#### 4.9.5 Amplificazione topografica

In relazione alla pendenza media del versante in oggetto (<15°), non sono prevedibili fenomeni di amplificazione dovuti ad effetti topografici.

## 4.10 FRAZIONI DI RONCAGLIE DI SOTTO E RONCAGLIE DI SOPRA

### 4.10.1 Inquadramento territoriale e altimetrico

Le frazioni di Roncaglie di sopra e Roncaglie di sotto sono situate in area collinare, nella porzione nord-occidentale del territorio comunale.

Dal punto di vista altimetrico le aree in oggetto ricadono sulla sommità di un rilievo, con quote comprese tra circa 470 e 520 m s.l.m. Si evidenzia che la pendenza media del versante NO sul quale insiste la frazione di Roncaglie di sotto risulta superiore a 20°

In relazione alla pendenza dei versanti, sono pertanto possibili fenomeni di amplificazione topografica.

### 4.10.2 Inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico

L'assetto stratigrafico del sottosuolo è costituito da un substrato geologico non rigido, costituito dalla Formazione del Flysch di Monte Cassio (MCS) caratterizzato da alternanze di calcareniti marne e calcari marnosi.

Sulla base dei dati desunti dalle indagini geofisiche realizzate, è possibile ipotizzare che il substrato geologico ricoperto da una coltre di alterazione, che può raggiungere i 5 - 10 metri di profondità.

Dall'esame della Carta geologico-tecnica è inoltre visibile che entrambe le aree risultano interessate da fenomeni di dissesto di origine gravitativa, in particolare la porzione sud-orientale della frazione di Roncaglie di Sopra risulta interessata da depositi di frana attiva per colamento, mentre la frazione di Roncaglie di sotto è interessata da depositi di frana quiescente complessa.

L'assetto litostratigrafico di riferimento è schematizzato nelle sezioni 25-25', 26-26' e 27-27' di **Tav. 03b - Sezioni stratigrafiche.**

### 4.10.3 Indagini pregresse disponibili e realizzate ex novo nell'ambito del presente Studio di MS

Le indagini raccolte sono costituite da prove penetrometriche dinamiche DP (P16) e indagini geofisiche tipo MASW (L14).

In considerazione dei dati disponibili si è ritenuto opportuno integrare i dati pregressi mediante la realizzazione di n. 1 prova MASW (L11) e n. 1 analisi dei microtremori HVSR (P11)

Di seguito si riporta una sintesi dei risultati delle elaborazioni delle prove MASW e HVSR disponibili:

Indagine	V <sub>s30</sub> (m/s)	V <sub>sn</sub> (m/s)	Rif. tavola in allegato
L14	805	V <sub>s</sub> (5) = 480	v. Allegato 1
L11	513	V <sub>s</sub> (10) = 322	v. Allegato 1

Tabella 20: Sintesi delle elaborazioni delle prove MASW e ReMi disponibili dall'archivio dell'Ufficio tecnico comunale

Indagine	$f_0$ (Hz)	A	Rif. tavola in allegato
P11	$f_0 = 10,7$	2,6	v. Allegato 2

Tabella 21: Sintesi delle elaborazioni delle misure dei microtremori (HVSR)

L'ubicazione delle indagini effettuate è riportata in **Tav. 01 - Carta delle indagini**

#### 4.10.4 Elaborazione dei dati

Dall'esame dell'indagine Masw effettuata è possibile ipotizzare che l'area di studio sia caratterizzata da una coltre di alterazione del substrato dello spessore di circa 8-10 metri caratterizzata da valori di Vs compresi tra circa 180 - 400 m/s.

Inferiormente si rileva la presenza di mezzi aventi rigidità più elevata corrispondenti presumibilmente al substrato non rigido, non alterato.

Tale dato è confermato anche dalla frequenza di risonanza fondamentale del terreno, registrata dalla rilevazione P10, che evidenzia un valore pari a 10,7 Hz (Ampiezza di picco <3), compatibile con la presenza di un'interfaccia risonante posta nei primi 10 metri di profondità.

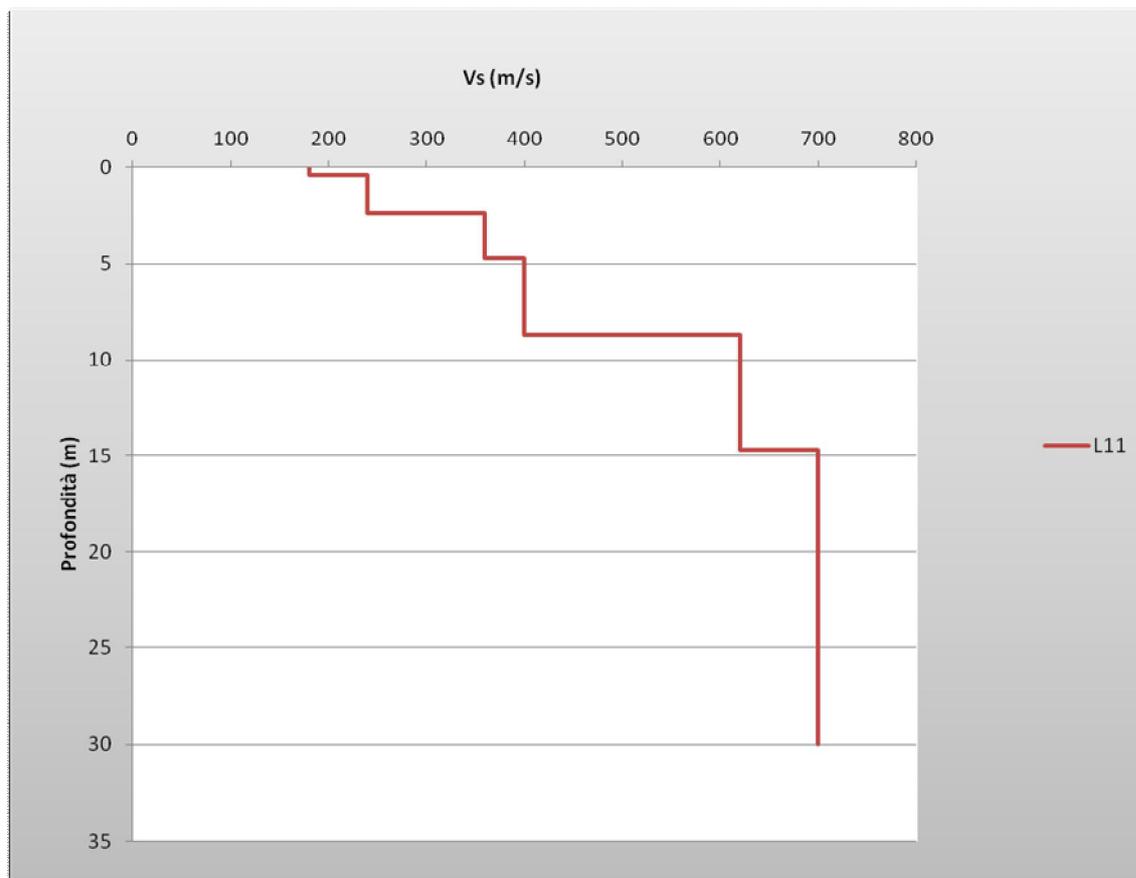


Figura 18: Profili di Vs relativi ai siti indagati all'interno dell'area di pertinenza della frazioni di Roncaglie di Sopra e di Sotto

#### 4.10.5 Amplificazione topografica

La frazione di Roncaglie di sotto è situata alla sommità di un pendio con inclinazione media superiore a  $15^\circ$ .

Per la valutazione di possibili effetti topografici è stato ricostruito il profilo a massima pendenza del versante secondo quanto previsto dall'Allegato A.2.2 della Delibera della Giunta della Regione Emilia Romagna 2193/2015).

In particolare il versante nord-occidentale presenta una pendenza media di circa  $21^\circ$ .

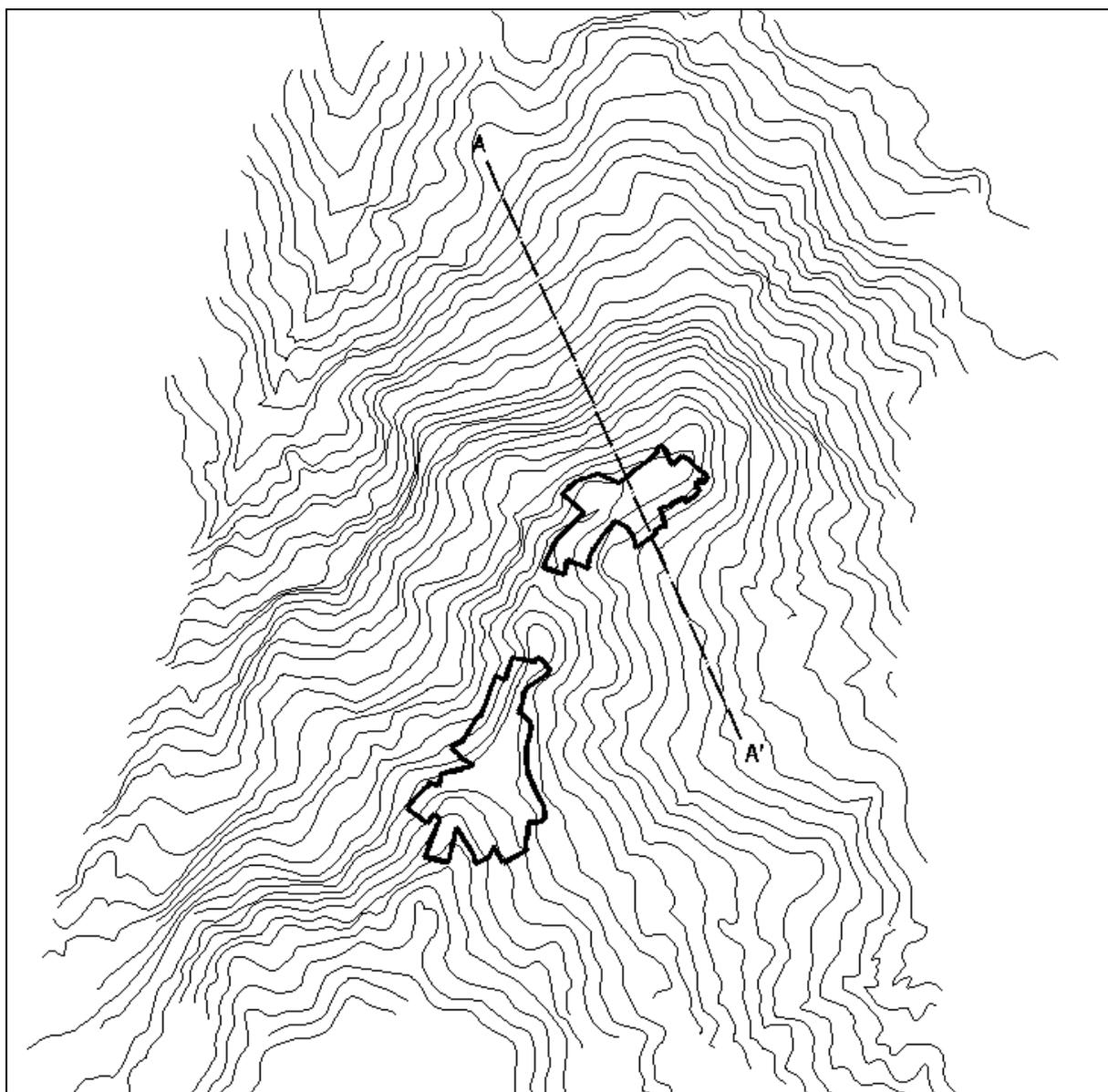


Figura 19: Traccia delle sezioni per la valutazione dell'amplificazione topografica

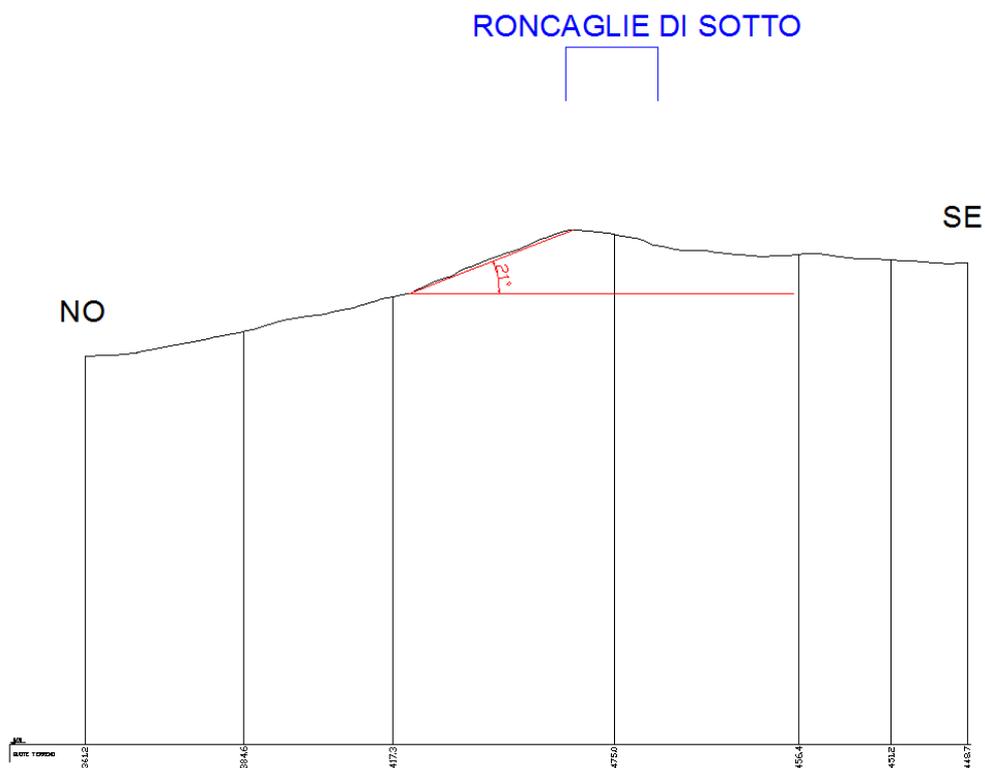


Figura 20: Profilo topografico per la valutazione di possibili effetti topografici del versante ENE

Il coefficiente di amplificazione topografica è stato calcolato utilizzando la formula:

$$S_T = 1 + 0,8 \cdot (\alpha - \beta - 0,4)$$

$\alpha$  e  $\beta$  sono i gradienti della parte più ripida e meno ripida.

	$\alpha$	$\beta$	H	a	b	c	$S_T$
versante NO	0,37	0	60	20	18	15	1

Tabella 22: Coefficienti di amplificazione topografica

Dall'esame dei risultati ottenuti (sintetizzati nella tabella soprastante) è possibile escludere fenomeni di amplificazione della Risposta sismica locale dovuti ad effetti topografici

## 4.11 FRAZIONE MORASCO

### 4.11.1 Inquadramento territoriale e altimetrico

La frazione di Morasco è situata in area collinare, in sinistra idrografica del T. Tidoncello nella porzione settentrionale del territorio comunale.

Dal punto di vista altimetrico l'area in oggetto ricade lungo un versante di pendenza media inferiore a 15°, con quote comprese tra circa 385 e 355 m s.l.m.

### 4.11.2 Inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico

L'assetto stratigrafico del sottosuolo è costituito da un substrato geologico non rigido, costituito in dalla Formazione delle Arenarie di Scabiazza (SCB) caratterizzato da torbiditi arenaceo-pelitiche.

Sulla base dei dati desunti dalle indagini geofisiche e geognostiche disponibili, è possibile ipotizzare che il substrato geologico sia ricoperto da una coltre di alterazione, che può raggiungere i 5 - 15 metri di profondità.

Dall'esame della Carta geologico tecnica è inoltre visibile che gran parte del territorio della frazione di Morasco risulta interessata da depreto di versante, che risulta in parte coinvolti in fenomeni franosi quiescenti nel settore orientale dell'area.

L'assetto litostratigrafico di riferimento è schematizzato nelle sezioni 28-28' e 29-29' di **Tav. 03b - Sezioni stratigrafiche.**

### 4.11.3 Indagini pregresse disponibili e realizzate ex novo nell'ambito del presente Studio di MS

Le indagini raccolte sono costituite da n. 1 prova penetrometrica dinamica DP (P14) e indagini geofisiche tipo MASW (L12).

Di seguito si riporta una sintesi dei risultati delle elaborazioni delle prove MASW disponibili:

Indagine	V <sub>S30</sub> (m/s)	V <sub>S<sub>n</sub></sub> (m/s)	Rif. tavola in allegato
L12	460	V <sub>S</sub> (15) = 349	v. Allegato 1

### 4.11.4 Elaborazione dei dati

Dall'esame dell'indagine Masw effettuata è possibile ipotizzare che l'area di studio sia caratterizzata da depositi di detrito di versante di circa 10 metri caratterizzato da valori di V<sub>S</sub> di circa 300 m/s.

Inferiormente si rileva la presenza di mezzi aventi rigidità più elevata corrispondenti presumibilmente al substrato non rigido, non alterato.

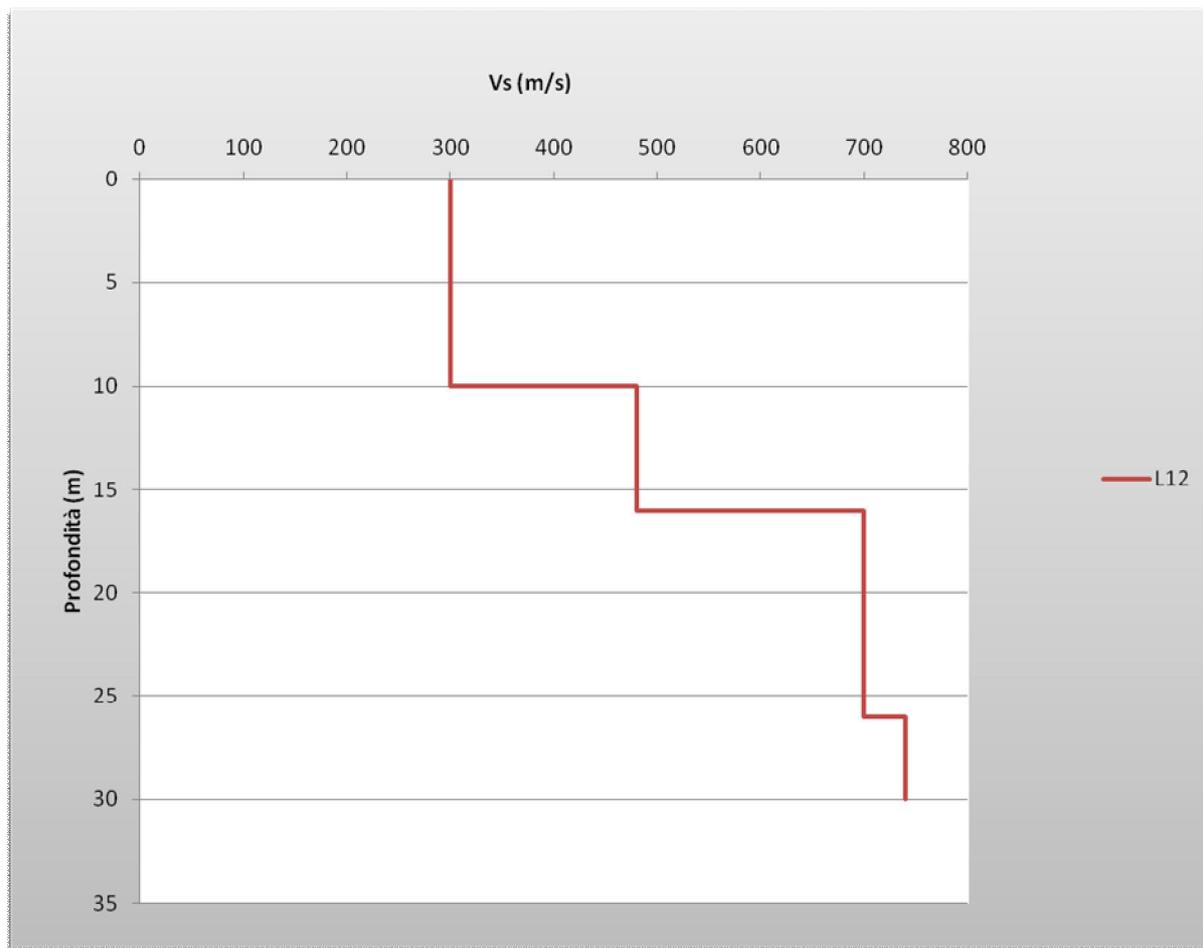


Figura 21: Profili di Vs relativi ai siti indagati all'interno dell'area di pertinenza della frazione di Morasco

#### 4.11.5 Amplificazione topografica

In relazione alla pendenza media del versante in oggetto (<15°), non sono prevedibili fenomeni di amplificazione dovuti ad effetti topografici.

## **5 ELABORATI CARTOGRAFICI**

### **5.1 CARTA DELLE INDAGINI**

In **Tavola 01 - Carta delle indagini** è riportata l'ubicazione delle indagini geognostiche e geofisiche pregresse ed ex-novo utilizzate per il presente Studio di Microzonazione sismica.

La raccolta delle indagini disponibili è stata effettuata per un'area più estesa di quelle oggetto dello studio, allo scopo di comprendere e documentare il modello geologico preliminare e i fenomeni naturali che possono interessare le aree e avere implicazioni nella MS.

Nello specifico sono stati elaborati i dati delle seguenti indagini:

1. Indagini pregresse messe a disposizione dall'Ufficio Tecnico del Comune di Pecorara:
  - n. 8 Indagini geofisiche tipo MASW;
  - n. 1 analisi dei microtremitori HVSR;
  - n. 3 Prove penetrometriche dinamiche DP.
  
2. Indagini realizzate ex-novo per il presente Studio di Microzonazione Sismica:
  - n. 11 Indagini geofisiche tipo MASW;
  - n. 11 Indagini geofisiche tipo HVSR.

Le indagini sono rappresentate, in forma simbolica per tipologia, seguendo lo schema della Figura 1.1.1-1 della Legenda della Carta delle indagini del Documento "Microzonazione sismica. Standard di rappresentazione e archiviazione informatica. Versione 4.0b".

Il simbolo di ciascuna indagine è corredato da un suffisso che ne indica la sigla con la quale sono state identificate nel Software per l'archiviazione delle indagini per la MS.

I dati provenienti dagli archivi del Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna sono stati nominati con lo stesso suffisso indicato nella Banca Dati Geognostica della Regione Emilia-Romagna e non archiviati nel Software (SoftMS Versione 4.0.1) per l'archiviazione delle indagini per la MS.

La scala di rappresentazione della Carta delle Indagini, coerentemente a quanto previsto per gli studi di MS è 1:5.000.

## 5.2 CARTA GEOLOGICO TECNICA PER LA MICROZONAZIONE SISMICA

Nella Carta geologico tecnica per la microzonazione sismica sono riportate tutte le informazioni di base (geologia, geomorfologia, idrogeologia) tratte dalle seguenti cartografie ed elaborati esistenti:

- Carta Geologica in scala 1:10.000 della Regione Emilia-Romagna;
- Carta Geologica in scala 1:50.000 della Regione Emilia-Romagna;
- Carta Provinciale del Dissesto Idrogeologico della Provincia di Piacenza;
- Carta Inventario delle frane e Archivio storico delle frane della Regione Emilia-Romagna
- Progetto IFFI - Inventario dei fenomeni franosi in Italia. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Dipartimento Difesa del Suolo-Servizio Geologico d'Italia;
- Banca Dati Geognostica della Regione Emilia-Romagna.

La scala di rappresentazione della Carta Geologico tecnica è 1:5.000.

Coerentemente a quanto previsto per gli studi di MS, le unità geologico-litotecniche individuate sono state distinte tra terreni di copertura e substrato geologico.

Per la comprensione degli aspetti litostratigrafici nel sottosuolo sono state costruite n. 29 sezioni stratigrafiche, ricostruite sulla base delle indagini geognostiche disponibili.

Come si evince dalla Carta Geologico tecnica e dalle sezioni litotecniche elaborate, le aree oggetto dello Studio di MS si sviluppano nella fascia collinare costituita dalle Unità dei principali insiemi che costituiscono l'appennino (Successione Epiligure e Dominio Ligure).

La rappresentazione cartografica dei terreni di copertura (cfr. **Tavola 02 - Carta geologico tecnica**) raffigura la litologia prevalente dei depositi di copertura soprastanti il substrato geologico.

Per la descrizione della litologia delle coperture è stato utilizzato il metodo *Unified Soil Classification System* (leggermente modificato, ASTM, 1985).

La rappresentazione, in forma simbolica per tipologia, è stata realizzata seguendo lo schema della "Figura 1.1.2-1 - Legenda della Carta della Carta Geologico tecnica del Documento Microzonazione sismica. Standard di rappresentazione e archiviazione informatica. Versione 4.0b".

I depositi del substrato geologico sono stati invece rappresentati seguendo lo schema della "Figura 1.1.2-1 - Legenda della Carta della Carta Geologico tecnica: substrato geologico del Documento Microzonazione sismica. Standard di rappresentazione e archiviazione informatica. Versione 4.0b", accorpando le unità del substrato con caratteristiche analoghe da un punto di vista geo-litologico.

In particolare con la sigla SFALS (alternanze di litotipi stratificate, alterato) sono state accorpate i depositi delle seguenti Formazioni:

- MCS - Formazione del Flysch di Monte Cassio
- SCB - Arenarie di Scabiazza

con la sigla SFCO (coesivo sovra consolidato, alterato):

- APA - Argille a palombini

I depositi del substrato si presentano profondamente incisi e smembrati dall'azione erosiva dei corsi d'acqua e dei fenomeni gravitativi e fortemente alterati da processi eluvio colluviali, generalmente sino a profondità di circa 5 - 15 m.

Dall'esame della Carta geologico tecnica si evince inoltre che le aree oggetto del presente Studio risultano oggetto di diffusi fenomeni di dissesto di origine gravitativa, sia quiescenti che attivi e sede di diffusa presenza di detrito di versante.

### 5.3 CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA

La Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica costituisce il documento fondamentale del Livello 1 di approfondimento degli studi di MS.

La Carta è stata elaborata sulla base dei dati geologici, geomorfologici, idrogeologici, geotecnici, geofisici riportati nella Carta Geologico tecnica e nella Carta delle indagini, descritte nei capitoli precedenti.

In base ai dati raccolti il territorio indagato è stato suddiviso in zone che presentano caratteristiche litostratigrafiche, geotecniche e geomeccaniche simili, in grado di fornire risposte sismiche locali assimilabili.

Inoltre nella carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica sono indicati i vari elementi e forme morfologiche in grado di influenzare il moto sismico in superficie.

La legenda della Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica, indicata nel Documento "Microzonazione sismica. Standard di rappresentazione e archiviazione informatica. Versione 4.0b" prevede la suddivisione del suolo in tre classi differenti:

- a) **Zone stabili:** nelle quali non si ipotizzano effetti locali di alcuna natura (litotipi assimilabili al substrato rigido in affioramento con morfologia pianeggiante o poco acclive);
- b) **Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali:** nelle quali sono attese amplificazioni del moto sismico, come effetto dell'assetto litostratigrafico e morfologico locale;

- c) **Zone di attenzione per instabilità:** corrispondono alle “zone suscettibili di instabilità” originariamente previste da ICMS (2008) e che vengono riferite al Livello 1 degli studi di MS. Tale denominazione (Zona di Attenzione, ZA) si è resa necessaria per indicare che nella carta delle MOPS, tali zone hanno un livello di approfondimento comparabile con le altre zone di questo livello e pertanto non possono essere ancora classificate come zone effettivamente instabili, fintanto che non vengano effettuati approfondimenti di tipo quantitativo.

Le Zone di Attenzione (ZA) per le principali instabilità sono distinte con un gruppo di lettere in pedice:

- instabilità di versante, in pedice FR (ZA<sub>FR</sub>);
- liquefazioni, in pedice LQ (ZA<sub>LQ</sub>);
- faglie attive e capaci, in pedice FAC (ZA<sub>FAC</sub>);
- cedimenti differenziali, pedice CD (ZA<sub>CD</sub>);
- sovrapposizione di instabilità differenti, in pedice ID (ZA<sub>ID</sub>)

Nel porzione di territorio indagato sono state individuate le seguenti zone:

a) **Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali:**

- La **zona 2001:** comprende aree collinari, caratterizzate da substrato geologico non rigido, appartenente alla Formazione del Flysch di Monte Cassio (MCS) caratterizzato da alternanze di calcareniti marne e calcari marnosi (ALS - Alternanze di litotipi stratificate). Il substrato risulta ricoperto da una coltre di alterazione, costituita da materiale a tessitura prevalentemente fine (CL), dello spessore massimo di circa 5 metri. Tale zona ricomprende parte del territorio urbanizzato del capoluogo di Pecorara e della frazione di Sevizzano.
- La **zona 2002:** comprende aree collinari, caratterizzate da substrato geologico non rigido, appartenente alla Formazione del Flysch di Monte Cassio (MCS) caratterizzato da alternanze di calcareniti marne e calcari marnosi (ALS - Alternanze di litotipi stratificate). Il substrato risulta ricoperto da una coltre di alterazione dello spessore variabile tra circa 5 e 10 metri, costituita da materiale a tessitura prevalentemente fine (CL). Tale zona ricomprende parte del territorio urbanizzato delle frazioni di Pecorara vecchia, Sevizzano, Corneto, Busseto e Cicogni.
- La **zona 2003:** comprende aree collinari, caratterizzate da substrato geologico non rigido, appartenente alla Formazione delle Arenarie di Scabiazza (SCB) caratterizzato da torbiditi arenaceo-pelitiche (ALS - Alternanze di litotipi stratificate). Il substrato risulta ricoperto da una coltre di alterazione dello spessore variabile tra circa 5 e 10 metri, costituita da materiale a tessitura prevalentemente fine (CL). Tale zona ricomprende parte del territorio urbanizzato delle frazioni di

Costalta, Poggio Moresco, Cà dei Fracchioni, Casella, Bazzari, Cà dei Follini, Roncaglie e Morasco.

- La **zona 2003**: comprende aree collinari, caratterizzate da substrato geologico non rigido, appartenente alla Formazione delle Arenarie di Scabiazza (SCB) caratterizzato da torbiditi arenaceo-pelitiche (ALS - Alternanze di liotipi stratificate). Il substrato risulta ricoperto da una coltre di alterazione dello spessore variabile tra circa 5 e 10 metri, costituita da materiale a tessitura prevalentemente fine (CL). Tale zona ricomprende parte del territorio urbanizzato delle frazioni di Costalta, Poggio Moresco, Cà dei Fracchioni, Casella, Bazzari, Cà dei Follini, Roncaglie e Morasco.
- La **zona 2004**: comprende aree collinari, caratterizzate da substrato geologico non rigido, appartenente alla Formazione del Flysch di Monte Cassio (MCS) caratterizzato da alternanze di calcareniti marne e calcari marnosi (ALS - Alternanze di liotipi stratificate). Il substrato risulta ricoperto da una coltre di detrito di versante dello spessore variabile tra circa 10 e 15 metri, costituita da materiale a tessitura prevalentemente fine (CL). Tale zona ricomprende parte del territorio urbanizzato delle frazioni di Cicogni, Busseto e Corneto.
- La **zona 2005**: comprende aree collinari, caratterizzate da substrato geologico non rigido, appartenente alla Formazione del Flysch di Monte Cassio (MCS) caratterizzato da alternanze di calcareniti marne e calcari marnosi (ALS - Alternanze di liotipi stratificate). Il substrato risulta ricoperto da una coltre di alterazione dello spessore variabile tra circa 10 e 15 metri, costituita da materiale a tessitura prevalentemente fine (CL). Tale zona ricomprende parte del territorio urbanizzato della frazione di Cicogni.
- La **zona 2006**: comprende aree collinari, caratterizzate da substrato geologico coesivo non rigido appartenente alla Formazione delle Argille a Palombini (APA) caratterizzato da argilliti o argilliti siltose con elementi lapidei (CO - Coesivo non stratificato). Il substrato risulta ricoperto da una coltre di alterazione dello spessore variabile tra circa 10 e 15 metri, costituita da materiale a tessitura prevalentemente fine (CH). Tale zona ricomprende parte del territorio urbanizzato del capoluogo di Praticchia.
- La **zona 2007**: comprende aree collinari, caratterizzate da substrato geologico non rigido, appartenente alla Formazione delle Arenarie di Scabiazza (SCB) caratterizzato da torbiditi arenaceo-pelitiche (ALS - Alternanze di liotipi stratificate). Il substrato risulta ricoperto da una coltre di alterazione dello spessore variabile tra circa 10 e 15 metri, costituita da materiale a tessitura prevalentemente fine (CL). Tale zona ricomprende parte del territorio urbanizzato della frazione di Morasco.

**Zone di Attenzione per instabilità di versante:**

- **Zona 30242008:** area caratterizzata dalla presenza di depositi detritici di frana quiescente complessa dello spessore stimabile in circa 10-15 m, che ricoprono il substrato geologico non rigido costituito da alternanze di litotipi stratificate (SCB - Formazione delle Arenarie di Scabiazza e MCS - Formazione del Flysch di Monte Cassio). Tale zona ricomprende alcuni settori del territorio urbanizzato delle frazioni di Pecorara, Cicogni, Costalta, Cà dei Fracchioni e Roncaglie di Sotto.
- **Zona 30122009:** area caratterizzata dalla presenza di depositi detritici di frana attiva per scorrimento generati presumibilmente dall'attivazione di più ampi corpi franosi quiescenti, dello spessore stimabile in circa 5-10 m. Tali depositi ricoprono il substrato geologico non rigido costituito da alternanze di litotipi stratificate (MCS - Formazione del Flysch di Monte Cassio). Tale zona ricomprende alcuni settori del territorio urbanizzato del capoluogo di Pecorara.
- **Zona 30252010:** area caratterizzata dalla presenza di depositi detritici di frana quiescente dal movimento non definito dello spessore stimabile in circa 5-10 m, che ricoprono il substrato geologico non rigido costituito da alternanze di litotipi stratificate (MCS - Formazione del Flysch di Monte Cassio). Tale zona ricomprende alcuni settori del territorio urbanizzato delle frazioni di Morasco e Busseto.
- **Zona 30152011:** area caratterizzata dalla presenza di depositi detritici di frana attiva dal movimento non definito dello spessore stimabile in circa 5-10 m, che ricoprono il substrato geologico non rigido costituito da alternanze di litotipi stratificate (SCB - Formazione delle Arenarie di Scabiazza). Tale zona ricomprende un piccolo settore del territorio urbanizzato della frazione di Costalta.
- **Zona 30132012:** area caratterizzata dalla presenza di depositi detritici di frana quiescente per colamento dello spessore stimabile in circa 5-10 m, che ricoprono il substrato geologico non rigido costituito da alternanze di litotipi stratificate (SCB - Formazione delle Arenarie di Scabiazza). Tale zona ricomprende un piccolo settore del territorio urbanizzato della frazione di Bazzari.
- **Zona 30132013:** area caratterizzata dalla presenza di depositi detritici di frana attiva per colamento dello spessore stimabile in circa 5-10 m, che ricoprono il substrato geologico non rigido costituito da alternanze di litotipi stratificate (SCB - Formazione delle Arenarie di Scabiazza). Tale zona ricomprende un piccolo settore del territorio urbanizzato della frazione di Roncaglie di sopra e Cà dei Follini.

- **Zona 30242014:** area caratterizzata dalla presenza di depositi detritici di frana quiescente complessa dello spessore stimabile in circa 10-15 m, che ricoprono il substrato geologico coesivo non rigido della Formazione delle Argille a Palombini. Tale zona ricomprende alcuni settori del territorio urbanizzato della frazione di Praticchia.
- **Zona 30122015:** area caratterizzata dalla presenza di depositi detritici di frana attiva per scorrimento generati presumibilmente dall'attivazione di più ampi corpi franosi quiescenti, dello spessore stimabile in circa 5-10 m. Tali depositi ricoprono il substrato geologico coesivo non rigido della Formazione delle Argille a Palombini. Tale zona ricomprende alcuni settori del territorio urbanizzato della frazione di Praticchia.

#### 5.4 CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA

La Carta di microzonazione sismica (Livello 2) è stata elaborata tenendo conto delle indicazioni della Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (Livello 1) e della simulazione numerica dei fattori di amplificazione, ottenuta mediante l'utilizzo degli abachi di riferimento per gli effetti litostratigrafici previsti nell'Allegato A2 della Delibera della Giunta della Regione Emilia Romagna 2193/2015.

I Fattori di Amplificazione rappresentano il rapporto fra lo scuotimento sismico valutato per la condizione geo-litologica specifica e il corrispondente scuotimento relativo alla categoria di sottosuolo A.

Quest'ultimo è definito nella tabella 3.2.II delle Norme Tecniche per le Costruzioni, NTC (2008), come segue: *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di  $V_{s30}$  superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.*

Le tabelle contenute negli Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica (predisposte per le analisi di secondo livello) sono relative ai differenti ambienti geo-litologici omogenei individuati nel territorio regionale:

- 1) zona collinare e montana (Appennino);
- 2) pianura e zona costiera;
- 3) settore di transizione Appennino-Pianura (Margine).

Tali tabelle contengono i fattori di amplificazione sismica in funzione dei seguenti parametri che caratterizzano la situazione lito-stratigrafica locale:  $V_{sH}$  e  $V_{s30}$ .

Nel primo ( $V_{S_H}$ ) è necessaria la valutazione dello spessore totale dei depositi di copertura (H), ovvero della profondità del bedrock e della corrispondente velocità media calcolata con la seguente relazione:

$$V_{S_H} = \frac{H}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{S,i}}} [m/s]$$

dove N è il numero di strati del profilo sismico corrispondenti alla copertura,  $h_i$  e  $V_{S,i}$  sono, rispettivamente, lo spessore e la velocità delle onde S dello strato i-esimo.

Nel secondo caso ( $V_{S30}$ ) è necessaria la valutazione della velocità media nei primi 30 metri di profondità calcolata con la seguente relazione:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1,M} \frac{h_i}{V_{S,i}}} [m/s]$$

dove M è il numero di strati del profilo sismico fino alla profondità di 30 metri.

I Fattori di Amplificazione sismica (F.A.) sono relativi a due parametri rappresentativi dello scuotimento sismico. Il primo è l'accelerazione di picco orizzontale (PGA), il secondo è l'intensità spettrale :

$$SI = \int_{T_1}^{T_2} PSV(T_0, \varepsilon) dT_0$$

dove  $PSV$  è il pseudo spettro di risposta in velocità,  $T_0$  è il periodo proprio e  $\varepsilon$  è lo smorzamento.

Considerando uno smorzamento  $\xi$  del 5% vengono valutati tre intervalli di periodo proprio  $T_0$  ottenendo tre valori di intensità spettrale:

SI1:  $0.1s \leq T_0 \leq 0.5s$

SI2:  $0.5s \leq T_0 \leq 1.0s$

In considerazione dell'assetto litostratigrafico ricostruito, il territorio comunale di Pecorara è stato considerato assimilabile all'ambiente geolitologico "Appennino" previsto nell'Allegato A2 della Delibera della Giunta della Regione Emilia Romagna 2193/2015.

L'ambiente "Appennino" è caratterizzato da depositi alluvionali con spessori fino a 50 metri che sovrastano il substrato geologico, in particolare possono essere considerati 3 casi:

1. depositi di copertura, con spessori fino a 50 metri, sovrastanti il substrato geologico rigido (depositi marini generalmente caratterizzati da  $V_s > 800m/s$ );

2. depositi di copertura, con spessori fino a 50 metri, sovrastanti il substrato marino non rigido (depositi marini caratterizzati da  $V_s \ll 800 \text{ m/s}$ );

3. substrato marino non rigido affiorante o sub affiorante (ovvero depositi marini caratterizzati da  $V_s \ll 800 \text{ m/s}$ , con spessore della copertura o della coltre di alterazione inferiore a 2.5 m).

Per quanto riguarda il territorio di Pecorara, in conseguenza della natura del substrato geologico, il caso 1 non è stato considerato.

Nella valutazione dei fattori di amplificazione, nel caso di substrato non rigido e non affiorante, sono stati utilizzati i valori di  $V_{sH}$  (considerando lo spessore totale dei depositi di copertura  $H$ ), facendo riferimento alle seguenti tabelle:

	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	2.3	2.0	1.6	1.5	1.4	1.3	1.3	1.2	1.2	
10	2.3	2.2	2.0	1.8	1.6	1.4	1.3	1.3	1.2	
15	2.2	2.2	2.1	2.0	1.8	1.6	1.4	1.3	1.2	
20	2.1	2.1	2.1	2.0	1.9	1.7	1.5	1.4	1.2	
25	2.1	2.1	2.1	2.0	1.9	1.8	1.6	1.4	1.3	
30		2.1	2.1	2.0	1.9	1.8	1.6	1.4	1.3	
35		2.1	2.1	2.0	1.9	1.8	1.6	1.5	1.4	1.2
40		2.0	2.0	2.0	1.9	1.8	1.6	1.5	1.4	1.2
50		1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.6	1.5	1.4	1.2

Fattori di Amplificazione **PGA**. Colonna 1  $H$  (m), riga 1  $V_{sH}$  (m/s)

	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	2.1	1.7	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	
10	2.6	2.3	1.9	1.6	1.5	1.4	1.3	1.3	1.3	
15	2.7	2.6	2.3	1.9	1.6	1.5	1.4	1.3	1.3	
20	2.6	2.6	2.4	2.1	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	
25	2.6	2.6	2.5	2.3	2.0	1.7	1.6	1.4	1.3	
30		2.4	2.4	2.3	2.1	1.8	1.6	1.5	1.3	
35		2.4	2.4	2.3	2.2	1.9	1.7	1.5	1.4	1.2
40		2.2	2.2	2.2	2.2	2.0	1.8	1.6	1.4	1.2
50		2.1	2.1	2.1	2.1	2.0	1.8	1.6	1.5	1.3

Fattori di Amplificazione **SI1** ( $0.1s \leq T_0 \leq 0.5s$ ). Colonna 1  $H$  (m), riga 1  $V_{sH}$  (m/s)

	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	
10	1.8	1.6	1.4	1.4	1.3	1.4	1.3	1.3	1.3	
15	2.3	1.9	1.6	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	
20	2.9	2.6	1.9	1.6	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	
25	3.6	3.0	2.3	1.7	1.5	1.4	1.4	1.4	1.3	
30		3.3	2.7	1.9	1.7	1.5	1.4	1.4	1.3	
35		3.5	3.0	2.2	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.1
40		3.5	3.2	2.6	2.0	1.8	1.6	1.5	1.4	1.2
50		3.3	3.3	3.0	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5	1.3

Fattori di Amplificazione **SI2** ( $0.5s \leq T_0 \leq 1.0s$ ). Colonna 1  $H$  (m), riga 1  $V_{sH}$  (m/s)

In caso di substrato non rigido affiorante (es. frazione di Praticchia), è stata invece utilizzata la seguente tabella che considera il parametro  $V_{s30}$ :

$V_{s30}(m/s) \rightarrow$	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
F.A. PGA					1.9	1.8	1.6	1.4	1.2	1.1
F.A. S11					1.9	1.7	1.6	1.4	1.3	1.2
F.A. S12					1.5	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3

Fattori di Amplificazione **PGA**, **S11** e **S12**

La carta di Microzonazione sismica elaborata per le aree urbanizzate e suscettibili di urbanizzazione del territorio comunale (v. Tavv. 07a - 07b - 07c), evidenzia i seguenti valori dei fattori di amplificazione:

località	Zona	$V_{s30}$ (m/s)	$V_{sh}$ (m/s)	FA PGA	FA S1	FA S2
Pecorara	2001	-	$V_{s5}=250-300$	1,6	1,5	1,4
Pecorara	2002	-	$V_{s10}=300$	1,8	1,6	1,4
Pecorara	30242008	-	$V_{s10}=200$	2,2	2,3	1,6
Pecorara	30122009	-	$V_{s10}=200$	2,2	2,3	1,6
Sevizzano	2001	-	$V_{s5}=250-300$	1,6	1,5	1,4
Sevizzano	30242008	-	$V_{s10}=300$	1,8	1,6	1,4
Corneto di Sopra	2002	-	$V_{s10}=300$	1,8	1,6	1,4
Corneto di Sopra	2004	-	$V_{s10}=200$	2,2	2,3	1,6
Corneto di Sotto	2002	-	$V_{s10}=300$	1,8	1,6	1,4
Corneto di Sotto	2004	-	$V_{s10}=200$	2,2	2,3	1,6
Busseto	2002	-	$V_{s10}=300$	1,8	1,6	1,4
Busseto	2004	-	$V_{s10}=200$	2,2	2,3	1,6
Busseto	30252010		$V_{s10}=250$	2,0	1,9	1,4
Cicogni	2005	-	$V_{s15}=350$	1,8	1,6	1,4
Cicogni	2003	-	$V_{s10}=300$	1,8	1,6	1,4
Cicogni	2004	-	$V_{s10}=200$	2,2	2,3	1,6
Cicogni	2005	-	$V_{s15}=350$	1,8	1,6	1,4
Cicogni	30242008	-	$V_{s10}=200$	2,2	2,3	2,6
Cicogni	30242008	-	$V_{s10}=300$	1,8	1,6	1,4
Costalta	2003	-	$V_{s10}=300$	1,8	1,6	1,4
Costalta	30242008	-	$V_{s10}=300$	1,8	1,6	1,4
Costalta	30152011	-	$V_{s10}=300$	1,8	1,6	1,4
Cà dei Fracchioni	2003	-	$V_{s10}=300$	1,8	1,6	1,4
Cà dei Fracchioni	30242008	-	$V_{s10}=300$	1,8	1,6	1,4
Poggio Moresco	2003	-	$V_{s10}=300$	1,8	1,6	1,4
Poggio Moresco	30122009	-	$V_{s10}=300$	1,8	1,6	1,4
Casella	2003	-	$V_{s10}=300$	1,8	1,6	1,4
Roncaglie di sotto	2003	-	$V_{s10}=300$	1,8	1,6	1,4

località	Zona	Vs30 (m/s)	Vsh (m/s)	FA PGA	FA S1	FA S2
Roncaglie di sotto	30242008	-	Vs10=300	1,8	1,6	1,4
Roncaglie di sopra	2003	-	Vs10=300	1,8	1,6	1,4
Roncaglie di sopra	30132013	-	Vs10=300-350	1,8	1,6	1,4
Bazzari	2003	-	Vs10=300	1,8	1,6	1,4
Bazzari	30232012	-	Vs10=300	1,8	1,6	1,4
Cà dei Follini	2003	-	Vs10=300	1,8	1,6	1,4
Cà dei Follini	30132013	-	Vs10=300	1,8	1,6	1,4
Morasco	2003	-	Vs10=300	1,8	1,6	1,4
Morasco	2007	-	Vs15=350	1,8	1,6	1,4
Morasco	30252010	-	Vs10=300	1,8	1,6	1,4
Praticchia	2006	-	Vs15=350	1,8	1,6	1,4
Praticchia	30242014	-	Vs15=350	1,8	1,6	1,4
Praticchia	30122015	-	Vs10=350	1,6	1,5	1,3

Tabella 23: Sintesi dei fattori di amplificazione dovuti all'assetto stratigrafico

## 6 COMMENTI FINALI E CRITICITA'

Il presente studio di microzonazione sismica del Comune di Pecorara, sulla base delle indagini e delle analisi eseguite, consente di effettuare alcune considerazioni relative al comportamento dei terreni durante un evento sismico:

1. Gli studi effettuati confermano il rischio di amplificazione sismica in tutte le aree considerate dal presente Studio di MS dovuto ai soli effetti stratigrafici.
2. Dalle informazioni desumibili dal DISS 3.2 di INGV (Database of individual Seismogenic Sourced dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia), nel Comune di Pecorara non sono segnalate strutture sismogeniche responsabili di forti terremoti; è pertanto presumibile che i terremoti più significativi registrati nel territorio comunale di Pecorara siano attribuibili all'attività sismica di strutture di aree limitrofe.
3. In considerazione dell'assetto litostratigrafico ricostruito, il territorio comunale di Pecorara è stato considerato assimilabile all'ambiente geolitologico "Appennino" previsto nell'Allegato A2 della Delibera della Giunta della Regione Emilia Romagna 2193/2015.
4. La profondità del substrato geologico risulta piuttosto variabile con valori massimi di circa 15-25 metri. Il substrato geologico risulta generalmente ricoperto da una coltre di alterazione di spessore significativo oppure, come nei casi delle frazioni di Cicogni, Corneto e Busseto, da depositi di detrito di falda.
5. In relazione alla profondità del substrato geologico e dei terreni di copertura, i valori dell'amplificazione in termini di PGA (calcolati tramite l'utilizzo degli abachi dell'A2.1.1 degli Indirizzi Regionali) risultano piuttosto elevati con valori che possono raggiungere 2.1 - 2.2.
6. Le analisi dei microtemori presentano picchi elevati di frequenza di risonanza fondamentale (generalmente superiori a 8 Hz o compresi tra 2 e 8 Hz), compatibili con la presenza di interfacce risonanti entro 30 m di profondità, correlabili con il passaggio tra la coltre di alterazione del substrato ed il substrato geologico stesso.
7. Gran parte delle aree oggetto di studio risultano interessate da diffuse aree oggetto di instabilità di versante sia quiescenti che attive. Qualora si volessero approfondire le caratteristiche sismiche dei luoghi, occorrerà quindi procedere con una analisi di terzo livello.
8. In relazione all'assetto altimetrico e alla morfologia delle aree considerate, non si ritiene che possano sussistere fenomeni di amplificazione locale dovuti all'assetto topografico.

**ALLEGATO 1**

*ELABORAZIONE DELLE INDAGINI MASW*

**ALLEGATO 2**

ELABORAZIONE DELLE ANALISI DEI MICROTREMORI

**ALLEGATO 3**

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE DP