



PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile



Regione Emilia-Romagna



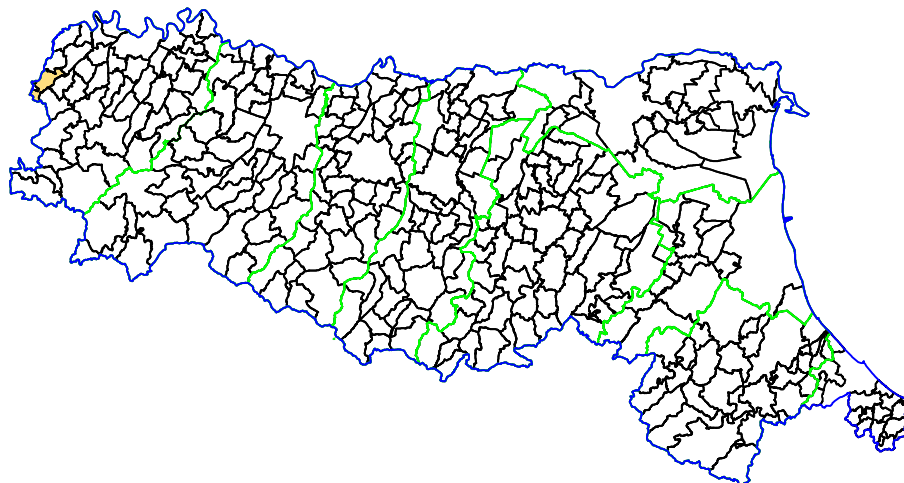
CONFERENZA DELLE REGIONI E
DELLE PROVINCE AUTONOME

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

MICROZONAZIONE SISMICA

Relazione illustrativa

Regione Emilia-Romagna
Comune di Nibbiano



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



CONFERENZA DELLE REGIONI E
 DELLE PROVINCE AUTONOME

UBICAZIONE

REGIONE EMILIA ROMAGNA

COMUNE DI NIBBIANO

OGGETTO

STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA

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



AMBITER s.r.l.
 società di ingegneria ambientale

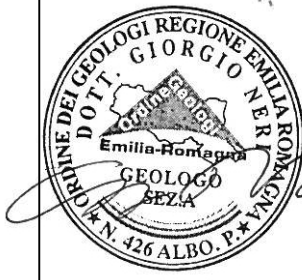
Via Nicolodi, 5/A 43126 – Parma tel. 0521-942630 fax 0521-942436 www.ambiter.it info@ambiter.it

DIREZIONE TECNICA

dott. Giorgio Neri

REDAZIONE

dott. geol. Adriano Biasia



CODIFICA

1 6 5 0

0 1

R I

0 1

1 7

ELABORATO

DESCRIZIONE

RI

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

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

FILE	RESP. ARCHIVIAZIONE	COMMESSA
1650_01_MS_RI_01_01	AB	1650

INDICE

1	INTRODUZIONE.....	2
1.1	RIFERIMENTI NORMATIVI NAZIONALI.....	4
1.2	RIFERIMENTI NORMATIVI REGIONALI.....	5
2	DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO.....	6
2.1	EVOLUZIONE DELLA CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL COMUNE DI NIBBIANO.....	6
2.2	SISMICITA' STORICA.....	9
2.3	ZONAZIONE SISMOGENETICA.....	10
3	ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO GENERALE.....	13
3.1	ASSETTO STRATIGRAFICO GENERALE.....	14
4	MICROZONAZIONE SISMICA.....	18
4.1	NIBBIANO CAPOLUOGO.....	18
4.2	FRAZIONE TREVOZZO.....	21
4.3	FRAZIONE STRA.....	25
4.4	FRAZIONI SEGUZZONE E SALA MANDELLI.....	28
4.5	FRAZIONE GENEPRETO.....	30
4.6	FRAZIONE TASSARA.....	35
4.7	FRAZIONE STADERA.....	37
4.8	FRAZIONE RONCHI.....	41
4.9	FRAZIONE TREBECCO.....	43
4.10	DIGA DI TREBECCO.....	45
5	ELABORATI CARTOGRAFICI.....	47
5.1	CARTA DELLE INDAGINI.....	47
5.2	CARTA GEOLOGICO TECNICA PER LA MICROZONAZIONE SISMICA.....	48
5.3	CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SIMICA.....	49
5.4	CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA.....	53
6	COMMENTI FINALI E CRITICITA'.....	57

ALLEGATI

1. Elaborazione delle indagini MASW
2. Elaborazione delle analisi dei microtrempi 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 per il Comune di Nibbiano, 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 Nibbiano.

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

- n. 11 prove MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves);
- n. 12 analisi dei microtremiti 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 - 1:5.00;
- Tav. 03b - Sezioni stratigrafiche - scala 1:5.000 - 1:5.00;
- 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 NIBBIANO

Nell'ambito della classificazione sismica dell'intero territorio nazionale emanata a partire dal 1909, il Comune di Nibbiano, 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".

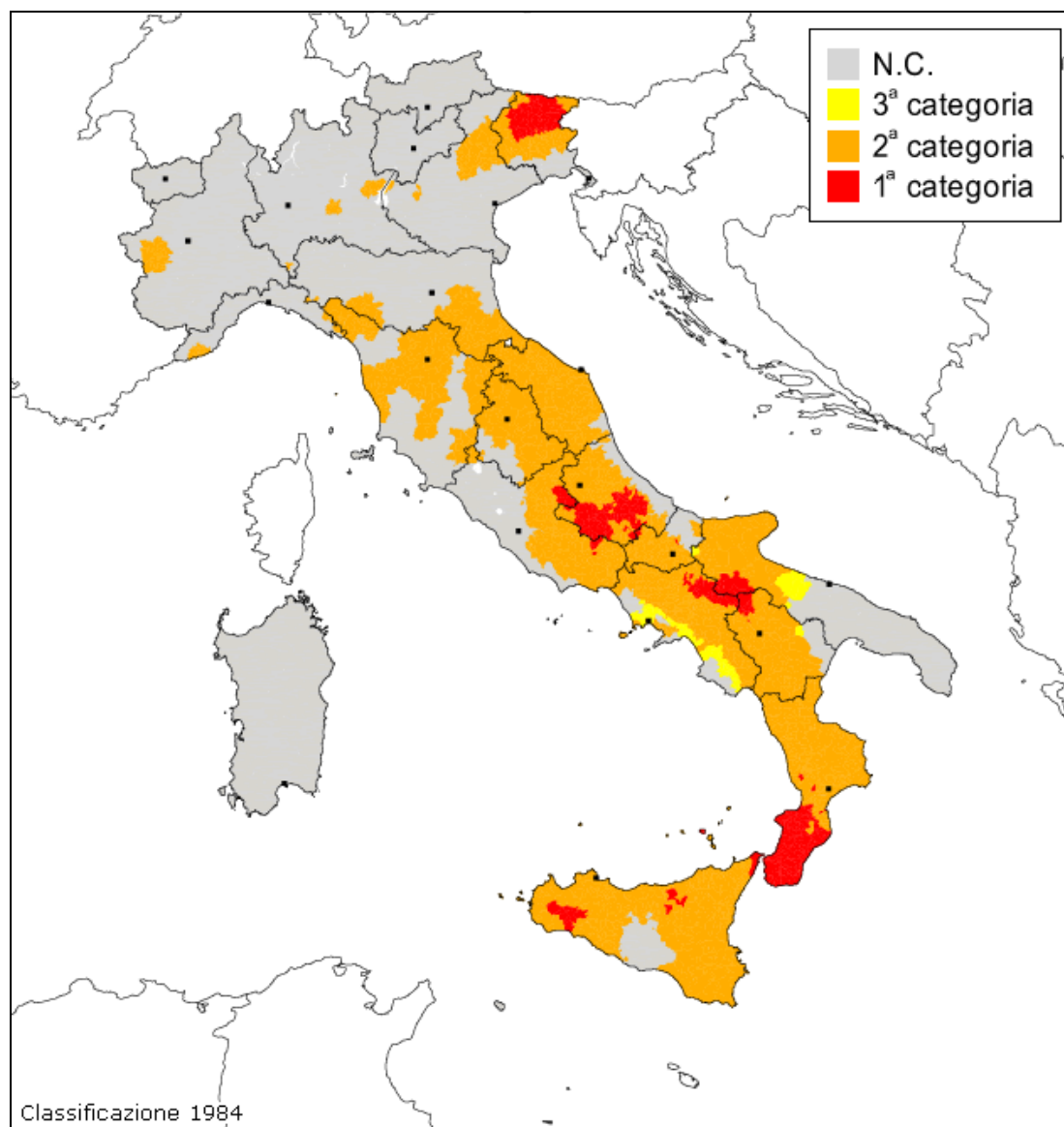


Figura 1: Classificazione sismica del territorio italiano (1984). Decreto MLP del 14/07/1984 e decreti successivi.

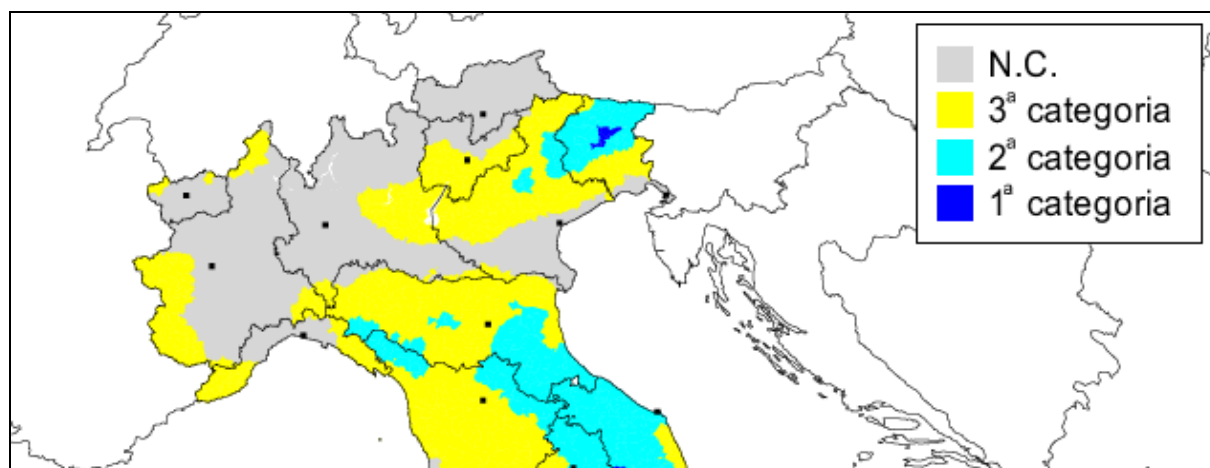


Figura 2: Proposta di riclassificazione sismica del territorio italiano (1998) a cura del Gruppo di Lavoro ING-GNDT-SSN costituito dalla Commissione Nazionale di Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi.

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.

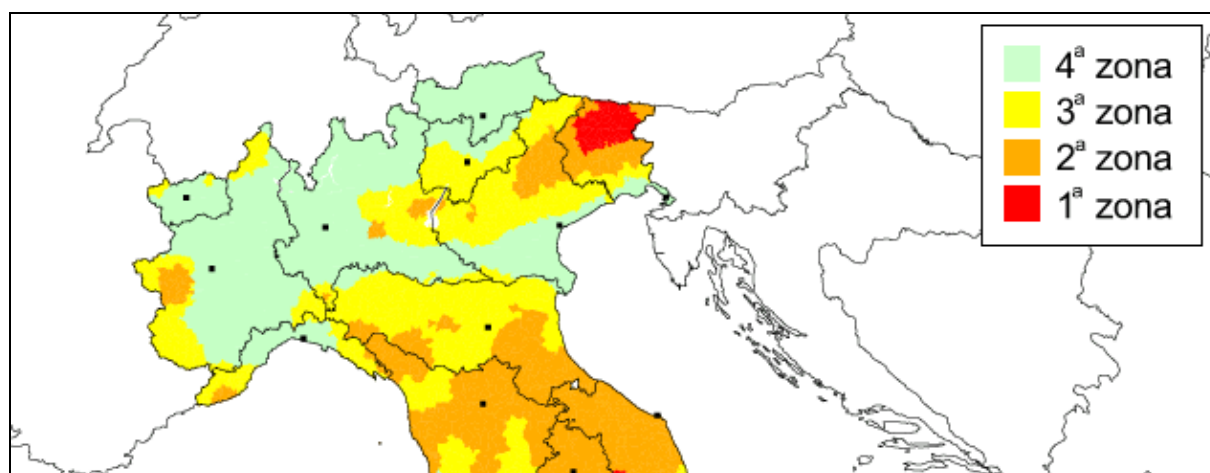


Figura 3: Zone sismiche del territorio italiano (2003). Ordinanza PCM 3274 del 20/03/2003.

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.

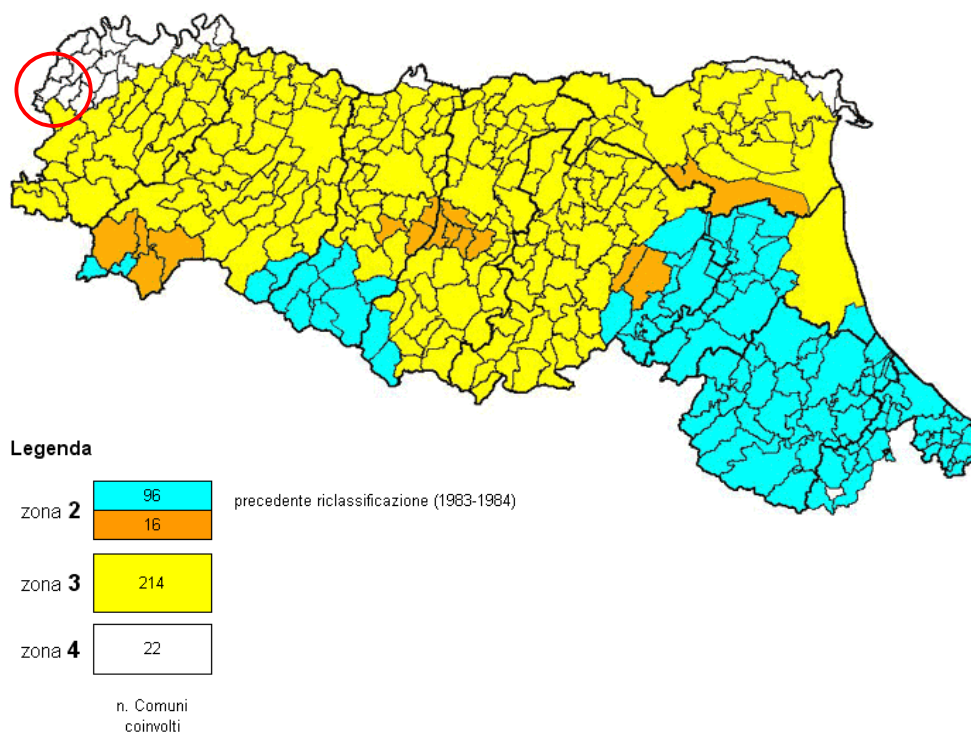


Figura 4: Zone sismiche del territorio italiano con recepimento delle variazioni operate dalle singole Regioni

Il territorio comunale di Nibbiano è classificato in zona 4, con conseguente accelerazione sismica orizzontale, con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, inferiore a 0,05. 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 Nibbiano 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 0,098.

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 Nibbiano 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 Nibbiano è riassunta graficamente nel diagramma di Figura 5.

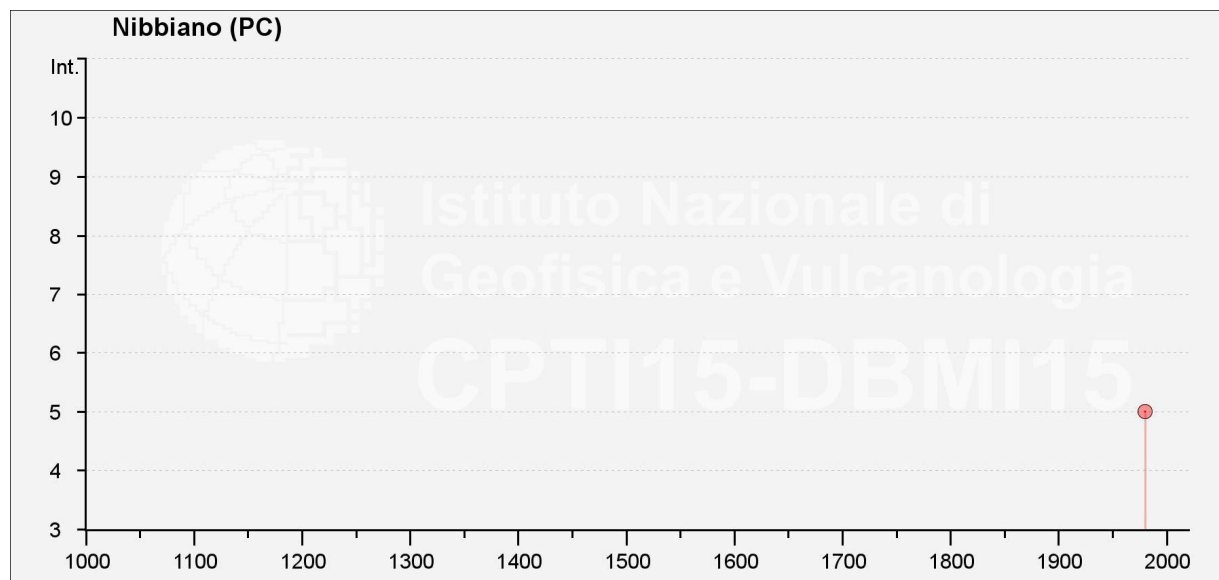


Figura 5: Diagramma rappresentante la storia sismica del Comune di Nibbiano

Dall'esame del diagramma di Figura 5, l'episodio più significativo per il Comune di Nibbiano è stato presumibilmente quello del 1980.

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	NMDP	Io	Mw
F	1913 03 27 02 25 44.00	Val Trebbia	58	4-5	4,24
5	1980 12 23 12 01 06.00	Piacentino	69	6-7	4,57
NF	1986 12 06 17 07 19.77	Ferrarese	604	6	4,43

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

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 Nibbiano ricade all'interno della Zona Sismogenetica 911.

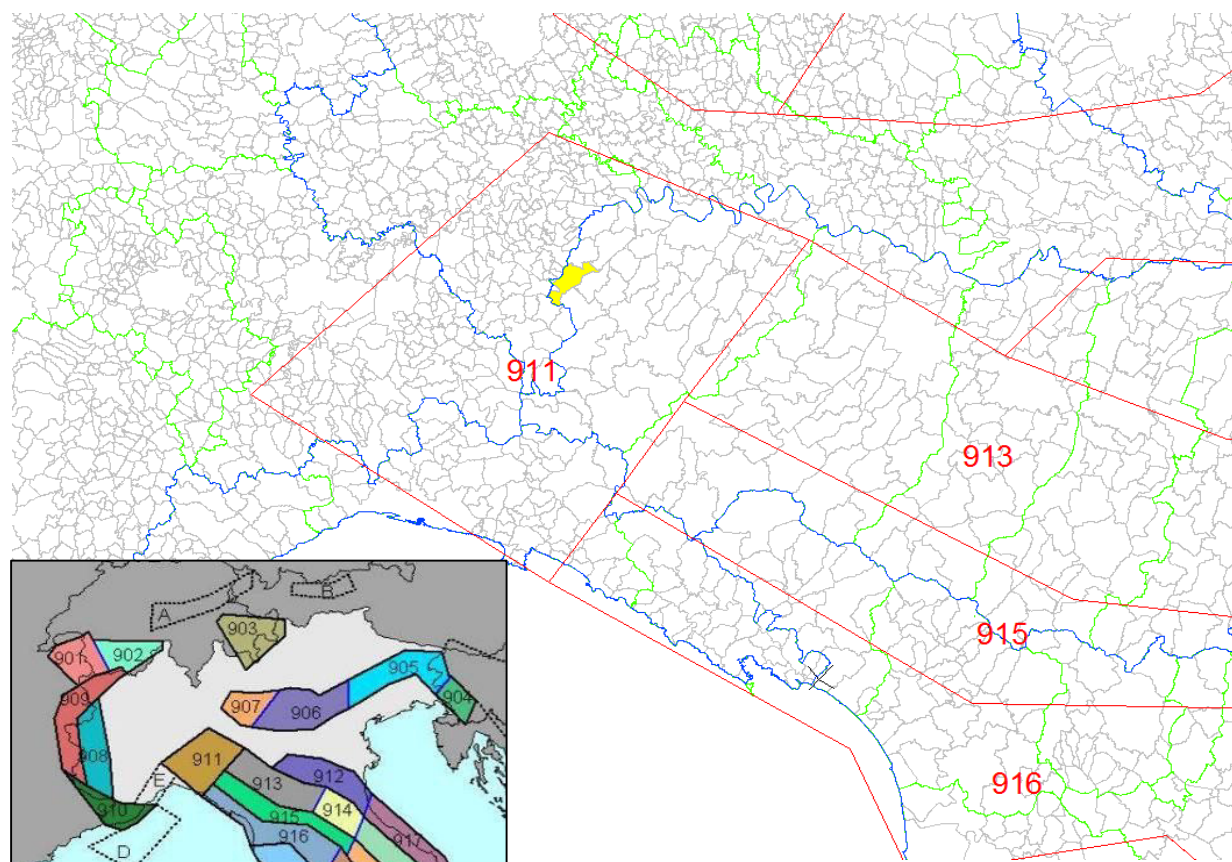


Figura 6: Zonizzazione sismogenetica ZS9 ridisegnata

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 Nibbiano non sono segnalate strutture sismogeniche responsabili di forti terremoti; è pertanto presumibile che i terremoti più significativi registrati nel territorio comunale di Nibbiano siano attribuibili all'attività sismica di strutture di aree limitrofe.

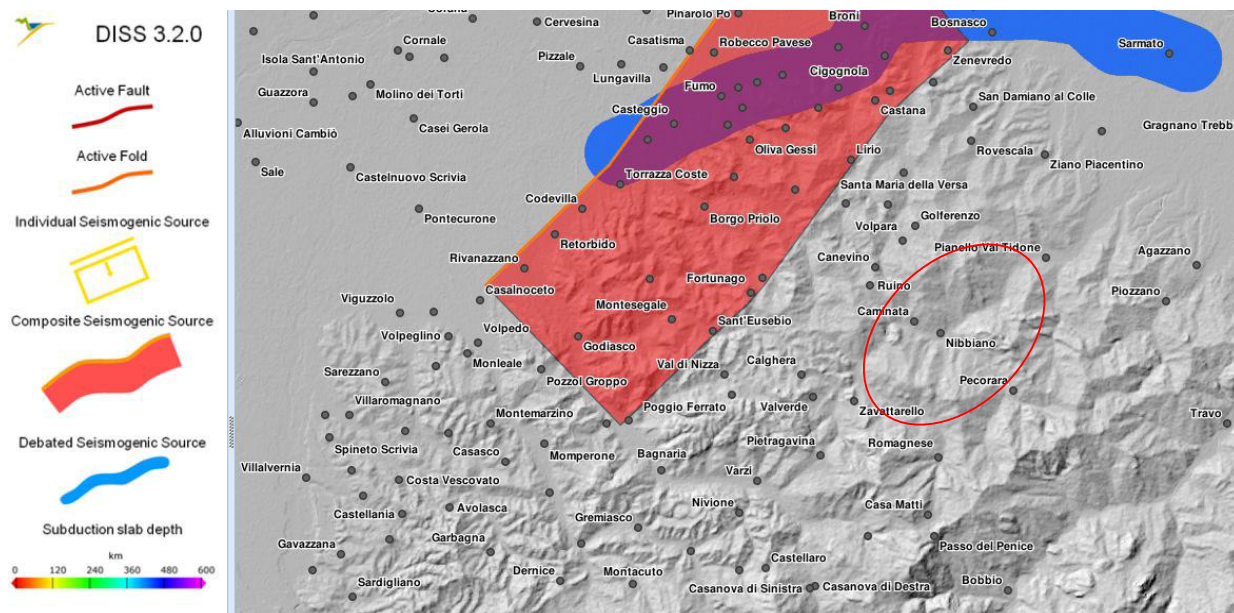


Figura 7: Stralcio Database of individual Seismogenetic Sourced dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (Gruppo di lavoro DISS (2015). Database delle fonti di sismogenicità individuale (DISS), versione 3.2.0: compilazione di fonti potenziali per i terremoti più grandi di M 5.5 in Italia e 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 Nibbiano, che occupa una superficie di circa 44 km², 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 rinvegono 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).

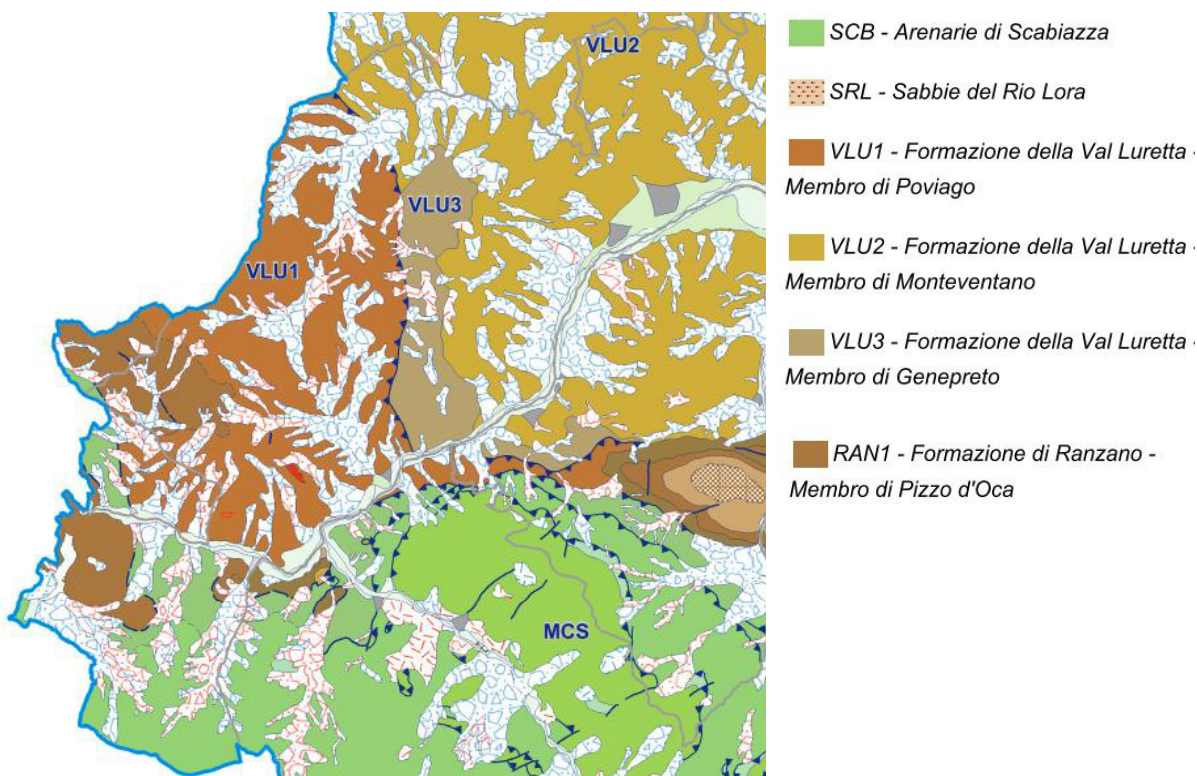


Figura 8: Principali Unità geologiche presenti all'interno del territorio comunale di Nibbiano

3.1 ASSETTO STRATIGRAFICO GENERALE

I litotipi e le formazioni geologiche affioranti e sepolte nel sottosuolo del territorio comunale di Nibbiano vengono di seguito descritte, riprendendo la descrizione contenuta nella "Legenda della sezione cartografica: 178080 - Nibbiano" 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 nella parte orientale del territorio comunale in adiacenza della fascia di pertinenza fluviale dei torrenti Tidone e Gualdora.

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.*

AES8 – Subsistema di Ravenna (Pleistocene sup. – Olocene)

Affiora nella parte orientale del territorio comunale in adiacenza della fascia di pertinenza fluviale dei torrenti Tidone e Gualdora.

L'unità è costituita da *ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati con copertura discontinua di limi argillosi: depositi intravallivi terrazzati e di conoide ghiaiosa. Limi e limi sabbiosi: depositi di interconoide. Il profilo di alterazione varia da qualche decina di cm fino ad 1 m. Il tetto dell'unità è rappresentato dalla superficie deposizionale, per gran parte relitta, corrispondente al piano topografico, mentre il contatto di base è discordante sulle unità più antiche. Lo spessore massimo dell'unità è inferiore a 20 metri.*

3.1.2 Successione epiligure (Priaboniano Sup.)

RAN1 - Formazione di Ranzano - membro di Pizzo d'Oca

Affiora nella parte sud-occidentale del territorio comunale nei pressi delle località di Trebecco, Ronchi, Stadera e del capoluogo di Nibbiano.

Dal punto di vista litologico la formazione risulta costituita da *litoareniti feldspatiche grossolane e medie a base microconglomeratica e conglomerati in strati spessi, molto spessi e banchi frequentemente amalgamati. I clasti della frazione ruditica provengono da crosta continentale,*

presentano un elevato grado di arrotondamento ed una mediocre selezione e sono generalmente immersi in matrice arenitica. Litoareniti feldspatiche fini e medie, grigio-chiare, in strati da sottili a spessi con sottili intercalazioni siltose e marnoso-argillose (1<1).

RAN1a - Formazione di Ranzano - membro di Pizzo d'Oca - litofacies arenaceo-pelitica

Affiora nella parte sud-occidentale del territorio comunale nei pressi delle località di Trebecco, Ronchi, e Stadera.

Dal punto di vista litologico risulta costituita da *litoareniti feldspatiche grossolane e medie a base microconglomeratica e conglomerati in strati spessi, molto spessi e banchi frequentemente amalgamati. I clasti della frazione ruditica provengono da crosta continentale, presentano un elevato grado di arrotondamento ed una mediocre selezione e sono generalmente immersi in matrice arenitica. Litoareniti feldspatiche fini e medie, grigio-chiare, in strati da sottili a spessi con sottili intercalazioni siltose e marnoso-argillose (1<1).*

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

Le Marne di Monte Piano affiorano localmente nei pressi del capoluogo di 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

VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto (Luteziano)

Affiora lungo il settore centrale del territorio comunale nei pressi della omonima località di Genepreto.

Dal punto di vista litologico tale Formazione risulta caratterizzata da *alternanze di calcari e calcari marnosi grigio-biancastrì e di marne e marne calcaree grigio chiare, talora nocciola, in strati da medi a molto spessi, talora in banchi. Sono presenti locali intercalazioni di arenarie medie e grossolane grigio-scuere, in strati medi e di argille marnose rosso vinate, o areniti e peliti marnose grigio scure in set di strati sottili e medi. Passaggio per alternanza a VLU2. Spessore parziale del membro valutabile in 450m circa.*

VLU2 - Formazione della Val Luretta - membro di Monteventano (Thanetiano - Ypresiano)

Affiora estesamente lungo l'intero settore settentrionale del territorio comunale nelle località di Trevozzo, Stra, Sala Mandelli, Verago e Seguzzone.

Dal punto di vista litologico tale Formazione risulta caratterizzata da *alternanze decametriche di pacchi di strati medi arenaceo-pelitici (arenarie medie e fini, grigie, talora ricche in frustoli carboniosi e marne siltose nocciola) e di pacchi prevalentemente calcareo marnosi in strati medi e spessi, più frequenti verso il tetto del membro (calcarei micritici grigio-biancastri e marne e marne calcaree grigio chiare, con locali intercalazioni di arenarie grigie). Contatto su VLU1. Spessore del membro valutabile in 230 m circa.*

VLU1a - Formazione della Val Luretta - membro di Poviago - litofacies arenaceo-pelitica (Daniano - Thanetiano)

Affiora estesamente nella parte meridionale e centrale del territorio comunale nelle località di Nibbiano, Stadera e Tassara.

Da un punto di vista litologico tale Formazione risulta costituita da *Arenarie grigio-nocciola, medie e fini, talora gradate e marne siltose in strati medi e spessi. E' stata localmente distinta una litofacies arenaceo-pelitica (VLU1a). Il membro è caratterizzato dalla presenza di banchi di marne rosate (dove cartografati, mr), spesso a base calcarenitica (biocalcareni nocciola, grossolane e medie, a Nummuliti e Discocicline) (VLU1b - litofacies marnosa), argilliti rosse in strati da medi a molto spessi, talora banchi, alternati alle arenarie e a calcari e calcari marnosi bianchi in strati spessi e molto spessi (VLU1c - litofacies calcareo-marnosa). Un orizzonte di spessore decametrico di calcari marnosi grigio-chiari è presente verso la base. Contatto, localmente tettonizzato, con BET. Spessore del membro valutabile in 450 m circa.*

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

Affiora nell'estrema parte meridionale del territorio comunale nei pressi della località Trebecco.

Da un punto di vista litologico tale Formazione risulta costituita da *torbiditi arenaceo-pelitiche e pelitico-arenacee con arenarie litiche grigio-nocciola, grigio-scare 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 breccie, 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 breccie 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 meridionale del territorio comunale nei pressi delle località Trebecco e Ronchi.

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 calciliti 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.

4 MICROZONAZIONE SISMICA

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

Le aree oggetto di studio sono le seguenti:

- Nibbiano capoluogo;
- frazione Trevozzo;
- frazione Stra;
- frazione Seguzzone;
- frazione Sala Mandelli;
- frazione Genepreto;
- frazione Tassara;
- frazione Stadera;
- frazione Trebecco
- frazione Ronchi.
- diga di Trebecco

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

4.1 NIBBIANO CAPOLUOGO

4.1.1 Inquadramento territoriale e altimetrico

Il capoluogo di Nibbiano è situato in sinistra idrografica del T. Tidone, nella porzione sud-orientale del territorio comunale, nei pressi del confine con il Comune di Pecorara.

Dal punto di vista altimetrico l'area in oggetto ricade lugo un versante di pendenza media inferiore a 10°, con quote comprese tra circa 270 e 330 m s.l.m.

4.1.2 Inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico

L'assetto stratigrafico del sottosuolo è costituito da una copertura quaternaria continentale di spessore compreso tra circa 5 e 10 m, poggianti direttamente sul substrato geologico non rigido, costituito dalla Formazione della Val Luretta - membro di Poviago (VLU1a) in litofacies arenaceo-pelitica.

I depositi alluvionali occupano prevalentemente le superfici terrazzate riconducibili all'Unità di Modena (AES8a), che rappresenta il terrazzo più recente della conoide del T. Tidone, all'interno della quale è veicolata una falda libera con soggiacenza di pochi metri al di sotto del terrazzo alluvionale. Dal punto di vista litologico, sulla base dell'insieme dei dati disponibili, è possibile rilevare la sostanziale prevalenza di materiali grossolani (ghiaie in abbondante matrice limosa o sabbiosa).

Risalendo lungo il versante sul quale è edificato l'abitato di Nibbiano, i depositi alluvionali si assottigliano lasciando spazio all'affioramento del substrato geologico, superficialmente alterato da fenomeni di tipo eluvio-colluviali.

Il settore orientale del capoluogo risulta inoltre interessato da depositi di frana quiescente di tipo complesso, il cui massimo spessore è stimabile in circa 10 - 15 metri.

L'assetto litostratigrafico di riferimento è schematizzato nelle sezioni 19-19' e 20-20' di **Tav. 03b - 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)¹ e dalle elaborazioni di indagini fornite direttamente dalla Società AMBITER S.r.l. o dall'Ufficio tecnico del Comune di Nibbiano.

Le indagini raccolte sono costituite da prove penetrometriche dinamiche DP (P22 e P19) e indagini geofisiche tipo MASW (L24, L25 e L28).

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

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

¹ 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	Vs ₃₀ (m/s)	Vs _n (m/s)	Rif. tavola in allegato
L24	545	Vs(10) = 291	v. Allegato 1
L25	880	Vs(10) = 397	v. Allegato 1
L28	425	Vs(15) = 307	v. Allegato 1
L9	568	Vs(10) = 368	v. Allegato 1

Tabella 3: Sintesi delle elaborazioni delle prove MASW disponibili

Indagine	f ₀ (Hz)	A	Rif. tavola in allegato
P9	f ₀ = 15,3	3,7	v. Allegato 2

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

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 3 m e 15 m, caratterizzato da valori di Vs compresi tra circa 100 - 350 m/s, attribuibili presumibilmente a depositi alluvionali del terrazzo alluvionale o a depositi fortemente alterati del sub strato geologico.

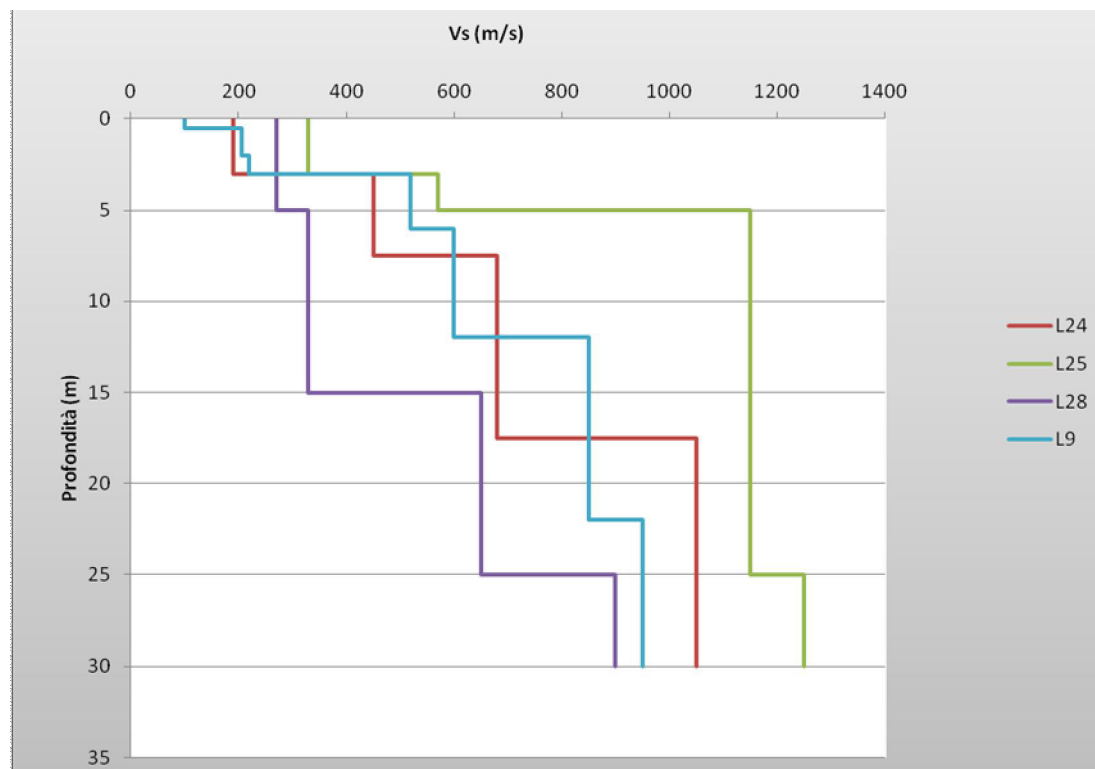


Figura 9: Profili di Vs relativi ai siti indagati all'interno dell'area di pertinenza del capoluogo di Nibbiano

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.

Per quanto riguarda le frequenze fondamentali del terreno, tramite le rilevazioni dei microtremori disponibili è possibile evidenziare una frequenza fondamentale pari a 15,3 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; oppure, nell'area terrazzata adiacente al T. Tidone, tra i depositi alluvionali ed il substrato geologico.

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 TREVOZZO

4.2.1 Inquadramento territoriale e altimetrico

La frazione di Trevozzo è situata in sinistra idrografica del T. Tidone, nella porzione nord-orientale del territorio comunale, nei pressi del confine con il Comune di Pianello Val Tidone.

Dal punto di vista altimetrico l'area in oggetto ricade lungo un versante di pendenza media inferiore a 10°, con quote comprese tra circa 185 e 230 m s.l.m.

4.2.2 Inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico

L'assetto stratigrafico del sottosuolo è costituito da una copertura quaternaria continentale di spessore compreso tra circa 5 e 15 m, poggianti direttamente sul substrato geologico non rigido, caratterizzato dalla Formazione della Val Luretta - membro di Montevarano (VLU2), costituita da alternanze decametriche di pacchi di strati arenaceo-pelitici.

I depositi alluvionali occupano prevalentemente le superfici terrazzate riconducibili all'Unità di Modena (AES8a), che rappresenta il terrazzo più recente della conoide del T. Tidone, all'interno della quale è veicolata una falda libera con soggiacenza di pochi metri al di sotto del terrazzo alluvionale. Dal punto di vista litologico, sulla base dell'insieme dei dati disponibili, è possibile rilevare la sostanziale prevalenza di materiali grossolani (ghiaie in abbondante matrice limosa o sabbiosa).

Risalendo lungo il versante sul quale è edificato l'abitato di Trevozzo, i depositi alluvionali si assottigliano lasciando spazio all'affioramento del substrato geologico, superficialmente alterato da fenomeni presumibilmente eluvio-colluviali.

Il settore orientale della frazione di Trevozzo risulta inoltre interessato da depositi di frana quiescente di tipo complesso, il cui massimo spessore è stimabile in circa 10 - 15 metri.

All'interno dell'area oggetto di studio si rilevano inoltre n.3 aree interessate da depositi di conoide torrentizia di dimensioni considerevoli, costruite dai principali affluenti di sinistra del T. Tidone (tra cui il T. Guldora).

L'assetto litostratigrafico di riferimento è schematizzato nelle sezioni 5-5', 6-6' e 7-7' di **Tav. 03a - Sezioni stratigrafiche**.

4.2.3 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)² e dalle elaborazioni di indagini fornite direttamente dalla Società AMBITER S.r.l. o dall'Ufficio tecnico del Comune di Nibbiano.

Le indagini raccolte sono costituite da prove penetrometriche dinamiche DP (P23 e P20), indagini geofisiche tipo MASW (L14, L15, L16, L17, L18, L19, L20, L21, L22 e L29) e analisi dei microtremori HVSR (P14, P15, P16 e P17).

In considerazione dei dati disponibili si è ritenuto opportuno integrare i dati pregressi mediante la realizzazione di n. 2 prove MASW e n. 2 analisi dei microtremori HVSR.

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

² 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	Vs ₃₀ (m/s)	Vs _n (m/s)	Rif. tavola in allegato
L14	325	Vs(15) = 232	v. Allegato 1
L15	370	Vs(15) = 258	v. Allegato 1
L16	236	Vs(20) = 315	v. Allegato 1
L17	365	Vs(10) = 187	v. Allegato 1
L18	503	Vs(15) = 388	v. Allegato 1
L19	560	Vs(15) = 305	v. Allegato 1
L20	430	Vs(20) = 343	v. Allegato 1
L21	470	Vs(15) = 334	v. Allegato 1
L22	345	Vs(15) = 220	v. Allegato 1
L29	520	Vs(10) = 300	v. Allegato 1
L30	370	Vs(10) = 220	v. Allegato 1
L3	347	Vs(20) = 288	v. Allegato 1
L4	369	Vs(15) = 285	v. Allegato 1

Tabella 5: Sintesi delle elaborazioni delle prove MASW disponibili

Indagine	f ₀ (Hz)	A	Rif. tavola in allegato
P14	f ₀ = 21,0	2,6	v. Allegato 2
P15	f ₀ = 14,2	2,9	v. Allegato 2
P16	f ₀ = 6,0	2,5	v. Allegato 2
P17	f ₀ = 6,4	1,5	v. Allegato 2
P3	f ₀ = 2,2	2,3	v. Allegato 2
P4	f ₀ = 7,9	3,0	v. Allegato 2

Tabella 6: Sintesi delle elaborazioni delle misure dei microtremori (HVSR) disponibili

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

4.2.4 Elaborazione dei dati

Tutte le aree indagate sono caratterizzate dalla presenza in superficie di un primo livello di terreno con spessore compreso tra 3 m e 15-18 m, caratterizzato da valori di Vs compresi tra circa 150 - 400 m/s, attribuibili presumibilmente a depositi alluvionali del terrazzo alluvionale o 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.

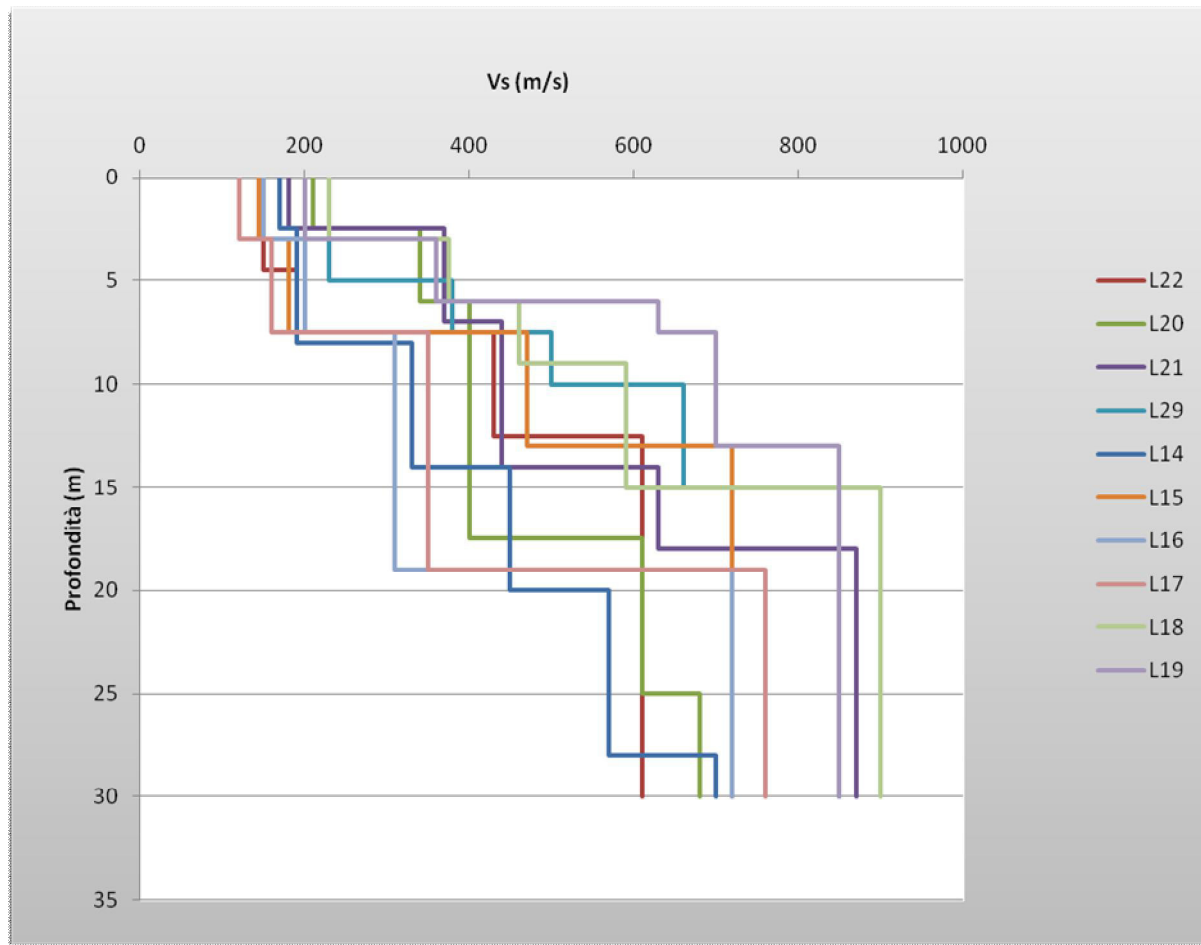


Figura 10: Profili di Vs relativi ai siti indagati all'interno dell'area di pertinenza del frazione di Trevozzo

Per quanto riguarda le frequenze fondamentali di risonanza del terreno, tramite le rilevazioni dei microtremori effettuate e disponibili è possibile evidenziare la presenza di frequenze comprese tra 2 - 8 Hz nell'area occidentale e orientale della frazione, compatibili con la presenza di interfacce risonanti poste entro i primi 10 -30 m di profondità e correlabili con le discontinuità superficiali che segnano il passaggio tra i depositi alluvionali ed il substrato geologico non rigido.

Il corrispondenza della conoide torrentizia in cui ricade gran parte del centro abitato di Trevozzo si riscontrano invece frequenze di risonanze più alte (> 8Hz), compatibili con la presenza di un'interfaccia risonante posta entro i primi 10 m di profondità.

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 STRA

4.3.1 Inquadramento territoriale e altimetrico

La frazione di Stra è situata in sinistra idrografica del T. Tidone, nella porzione nord-orientale del territorio comunale, nei pressi del confine con il Comune di Pianello Val Tidone.

Dal punto di vista altimetrico l'area in oggetto ricade lungo un versante di pendenza media inferiore a 10°, con quote comprese tra circa 170 e 230 m s.l.m.

4.3.2 Inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico

L'assetto stratigrafico del sottosuolo è costituito da una copertura quaternaria continentale di spessore compreso tra circa 5 e 15 m, poggianti direttamente sul substrato geologico non rigido, caratterizzato dalla Formazione della Val Luretta - membro di Monteventano (VLU2), costituita da alternanze decametriche di pacchi di strati arenaceo-pelitici.

I depositi alluvionali occupano prevalentemente le superfici terrazzate riconducibili all'Unità di Modena (AES8a), che rappresenta il terrazzo più recente della conoide del T. Tidone, all'interno della quale è veicolata una falda libera con soggiacenza di pochi metri al di sotto del terrazzo alluvionale. Dal punto di vista litologico, sulla base dell'insieme dei dati disponibili, è possibile rilevare la sostanziale prevalenza di materiali grossolani (ghiaie in abbondante matrice limosa o sabbiosa).

Risalendo lungo il versante sul quale è edificato l'abitato di Trevozzo, i depositi alluvionali si assottigliano lasciando spazio all'affioramento del substrato geologico alterato da fenomeni presumibilmente eluvio-colluviali.

All'interno dell'area in oggetto di studio si rilevano inoltre un'area interessata da depositi di conoide torrentizia di dimensioni considerevoli.

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

4.3.3 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)³ e dalle elaborazioni di indagini fornite direttamente dalla Società AMBITER S.r.l. o dall'Ufficio tecnico del Comune di Nibbiano.

³ I dati provenienti dalle indagini pregresse messe a disposizione dal SGSS della Regione Emilia Romagna non sono state archiviate nel Software "SoftMS Versione 4".

Le indagini raccolte sono costituite da indagini geofisiche tipo MASW (L12, L13) e analisi dei microtremori HVSR (P12 e P13).

In considerazione dei dati disponibili si è ritenuto opportuno integrare i dati pregressi mediante la realizzazione di n. 2 prove MASW e n. 2 analisi dei microtremori HVSR.

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

Indagine	V _{s30} (m/s)	V _{sn} (m/s)	Rif. tavola in allegato
L12	405	V _s (10) = 251	v. Allegato 1
L13	510	V _s (10) = 276	v. Allegato 1
L1	437	V _s (10) = 324	v. Allegato 1
L2	431	V _s (10) = 296	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
P12	f ₀ = 13,5	1,5	v. Allegato 2
P13	f ₀ = 21,5	1,5	v. Allegato 2
P1	f ₀ = 1,6	1,7	v. Allegato 2
P2	f ₀ = 14,9	2,9	v. Allegato 2

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

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

4.3.4 Elaborazione dei dati

Tutte le aree indagate sono caratterizzate dalla presenza in superficie di un primo livello di terreno con spessore compreso tra 3 m e 10-17 m, caratterizzato da valori di V_s compresi tra circa 100 - 350 m/s, attribuibili presumibilmente a depositi alluvionali del terrazzo alluvionale o 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, ad eccezione della prova L2 in cui si registra un'inversione di velocità tra 10 e 17 legata presumibilmente al passaggio tra un banco di depositi ghiaiosi e ed il substrato geologico alterato.

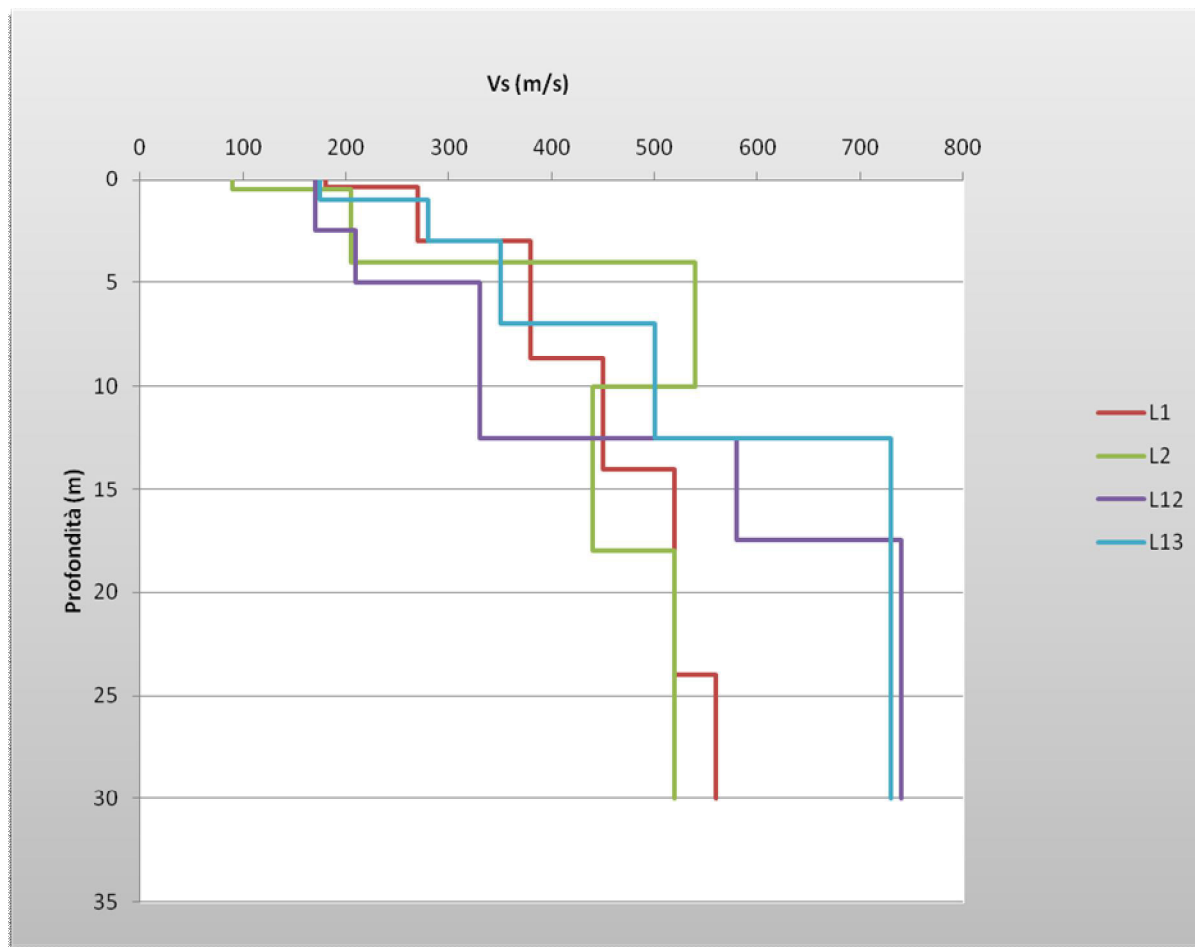


Figura 11: Profili di Vs relativi ai siti indagati all'interno dell'area di pertinenza del frazione di Stra

Per quanto riguarda le frequenze fondamentali del terreno, tramite le rilevazioni dei microtremori disponibili è possibile evidenziare frequenze fondamentali superiori a 10 Hz, compatibili 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; oppure, nell'area terrazzata adiacente al T. Tidone, tra i depositi alluvionali ed il substrato geologico.

Nella porzione più settentrionale della frazione (loc. casa Fornace) si registra invece una frequenza di 1,6 Hz, compatibile con la presenza di un'interfaccia risonante più profonda.

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 SEGUZZONE E SALA MANDELLI

4.4.1 Inquadramento territoriale e altimetrico

Le adiacenti frazioni di Seguzzone e Sala Mandelli sono situate in area collinare, nella porzione settentrionale del territorio comunale.

Dal punto di vista altimetrico le aree in oggetto ricadono lungo un crinale secondario, con quote comprese tra circa 380 e 400 m s.l.m. La pendenza media dei versanti sui quali insistono le due aree in oggetto risultano sempre inferiori a 15°

4.4.2 Inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico

L'assetto stratigrafico del sottosuolo risulta piuttosto uniforme e caratterizzato dalla presenza sub-affiorante del substrato geologico costituito dalla Formazione della Val Luretta caratterizzato dalla Formazione della Val Luretta - membro di Monteventano (VLU2), costituita da alternanze decametriche di pacchi di strati arenaceo-pelitici.

Sulla base dei dati desunti dalle indagini geofisiche realizzate, è possibile ipotizzare che il substrato geologico arenaceo-pelitico risulta 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 oggetto di studio, risultano lambite da fenomeni di dissesto sia attivi che quiescenti.

L'assetto litostratigrafico di riferimento è schematizzato nelle sezioni 10-10', 11-11' e 12-12' 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, nelle aree di studio si è ritenuto opportuno effettuare n. 1 prova MASW (L5) e n. 1 analisi dei microtremitori HVSr (P5).

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

Indagine	V _{s30} (m/s)	V _{sR} (m/s)	Rif. tavola in allegato
L5	454	V _s (10) = 235	v. Allegato 1

Tabella 9: Sintesi delle elaborazioni delle prove MASW e ReMi disponibili

Indagine	f_0 (Hz)	A	Rif. tavola in allegato
P5	$f_0 = 9,8$	4,8	v. Allegato 2

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

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 le aree di studio siano caratterizzate da una coltre di alterazione del substrato dello spessore di circa 5-10 metri caratterizzata da valori di Vs compresi tra circa 100 - 250 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 P5 che evidenzia un valore pari a 9,8 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.

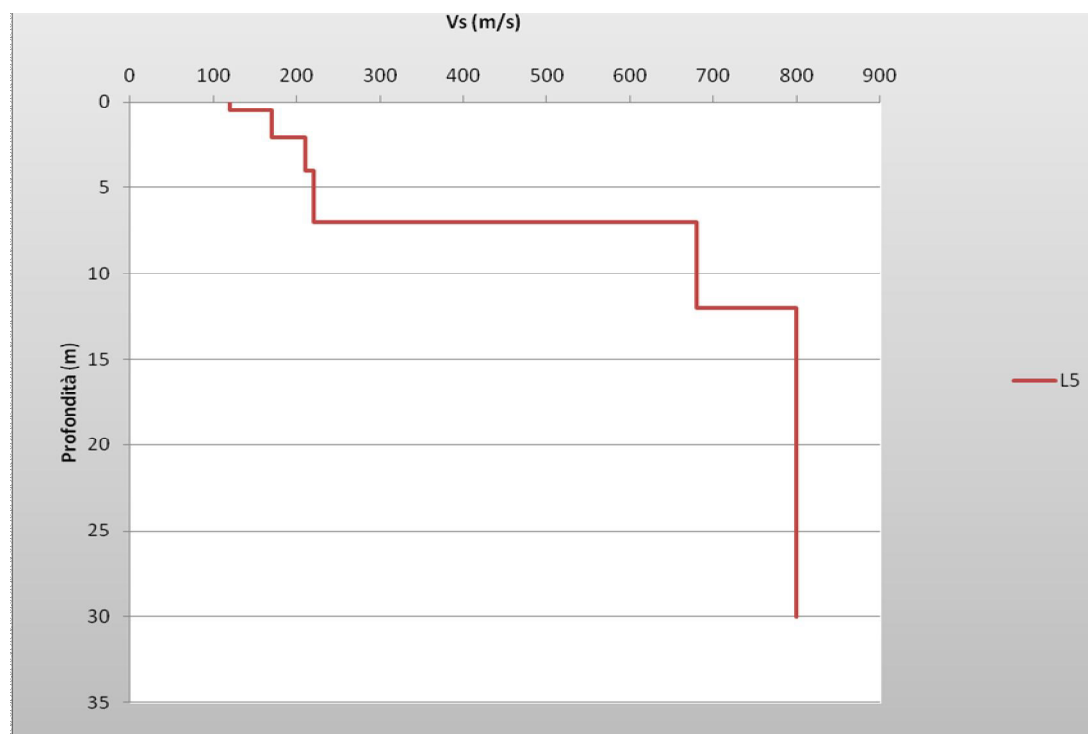


Figura 12: Profili di Vs relativi ai siti indagati all'interno dell'area di pertinenza delle frazioni di Sala Mandelli e Seguzzone

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 GENEPRETO

4.5.1 Inquadramento territoriale e altimetrico

La frazione di Genepreto è situata in sinistra idrografica del T. Tidone, nella porzione centrale del territorio comunale.

Dal punto di vista altimetrico l'area in oggetto ricade sulla sommità di un rilievo, con quote comprese tra circa 380 e 415 m s.l.m. Le pendenze medie dei versanti orientali e meridionali sui quali insiste l'area di studio risultano >20°.

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

4.5.2 Inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico

L'assetto stratigrafico del sottosuolo risulta piuttosto uniforme e caratterizzato dalla presenza sub-affiorante del substrato geologico costituito dalla Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto (VLU3), costituita da alternanze di calcari e calcari marnosi grigio-biancastri e di marne e marne calcaree grigio chiare.

Sulla base dei dati desunti dalle indagini geofisiche realizzate, è possibile ipotizzare che il substrato geologico arenaceo-pelitico risulta 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 l'area oggetto di studio non risulta interessata da fenomeni di dissesto sia attivi che quiescenti.

L'assetto litostratigrafico di riferimento è schematizzato nelle sezioni 13-13' e 14-14' di **Tav. 03b - 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. 1 prova MASW (L6) e n. 1 analisi dei microtremori HVSr (P6).

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

Indagine	Vs ₃₀ (m/s)	Vs _n (m/s)	Rif. tavola in allegato
L6	740	Vs(10) = 365	v. Allegato 1

Tabella 11: Sintesi delle elaborazioni delle prove MASW e ReMi disponibili

Indagine	f ₀ (Hz)	A	Rif. tavola in allegato
P6	f ₀ = 15,3	3,7	v. Allegato 2

Tabella 12: Sintesi delle elaborazioni delle misure dei microtremori (HVSR) disponibili

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

4.5.4 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 5 metri caratterizzata da valori di Vs compresi tra circa 240 - 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 di frequenza di risonanza fondamentale del terreno, registrata dalla rilevazione P6 che evidenzia un valore pari a 15,3 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.

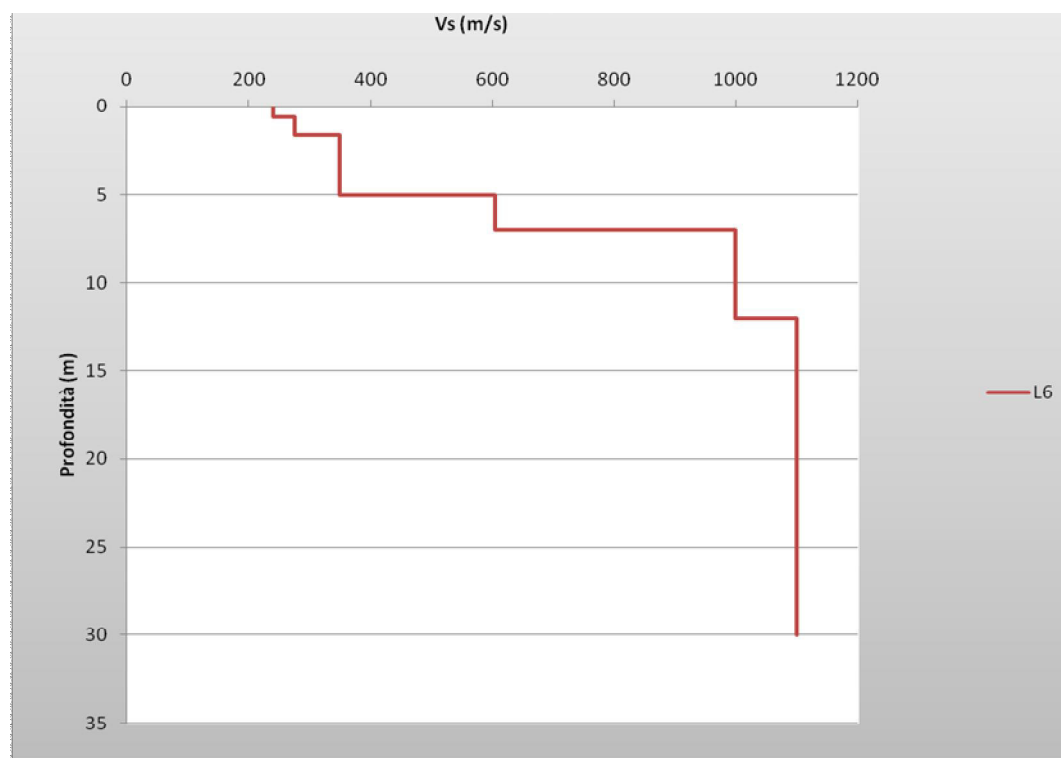


Figura 13: Profili di Vs relativi ai siti indagati all'interno dell'area di pertinenza della frazione di Genepreto

4.5.5 Amplificazione topografica

La frazione di Genepreto è situata alla sommità di un pendio con inclinazione media superiore a 15°.

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-orientale presenta una pendenza media di circa 33°, mentre il versante sud-orientale ha una pendenza di 24°.

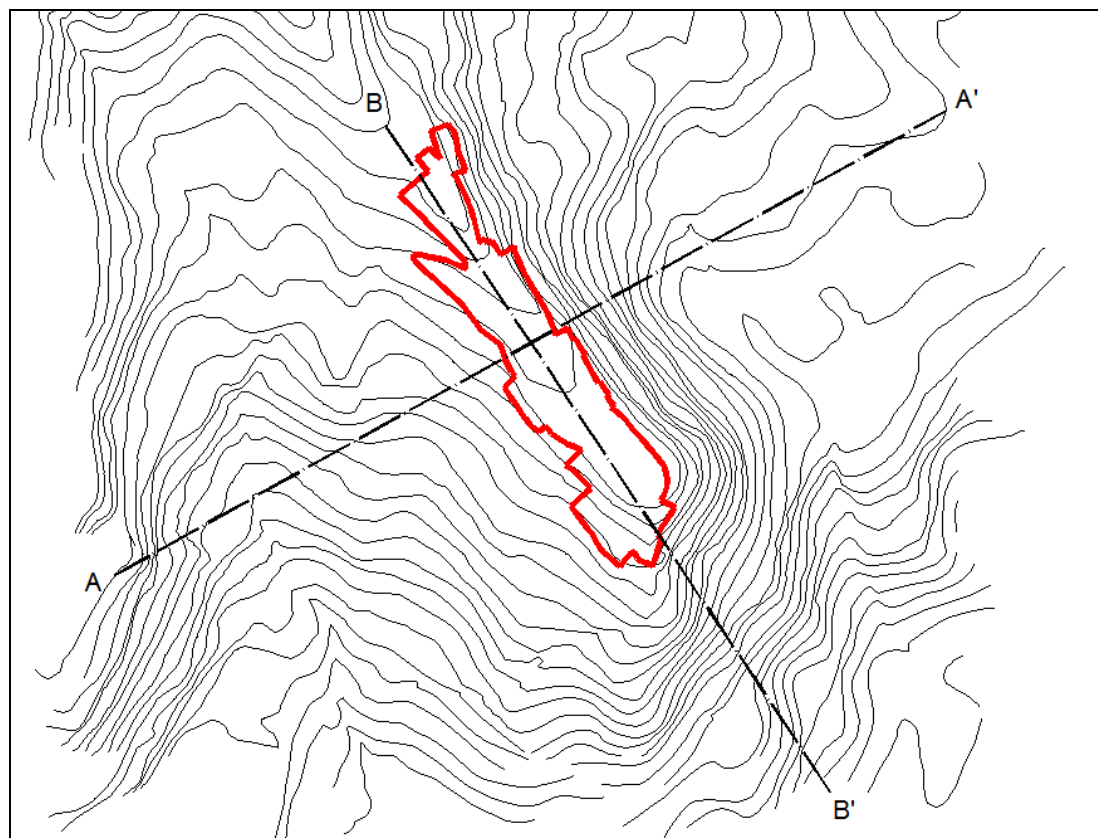


Figura 14: Traccia delle sezioni per la valutazione dell'amplificazione topografica

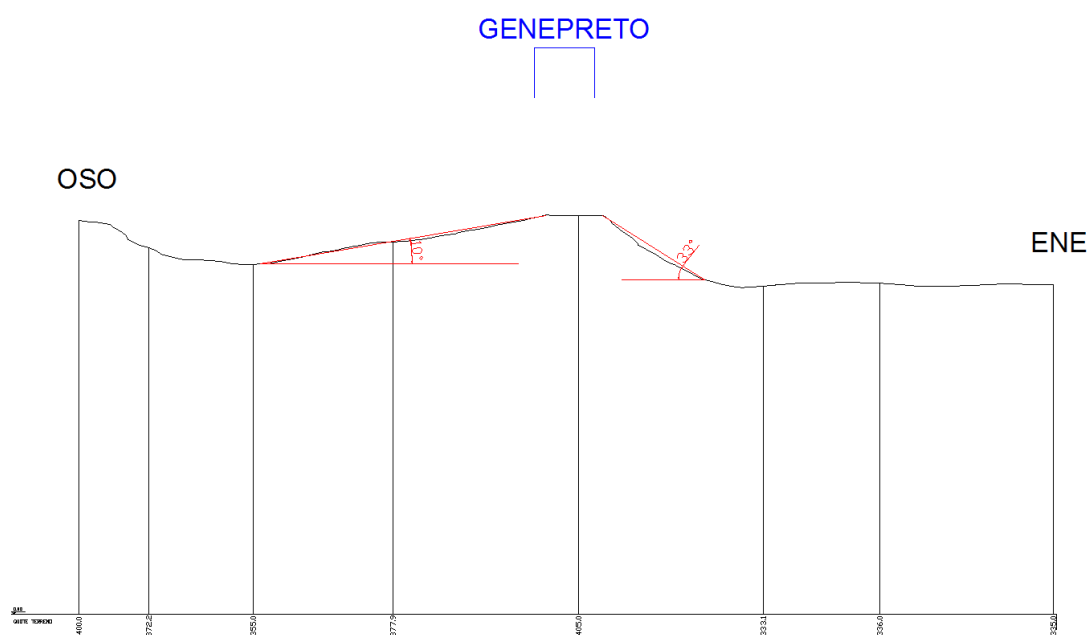


Figura 15: Profilo topografico per la valutazione di possibili effetti topografici del versante ENE

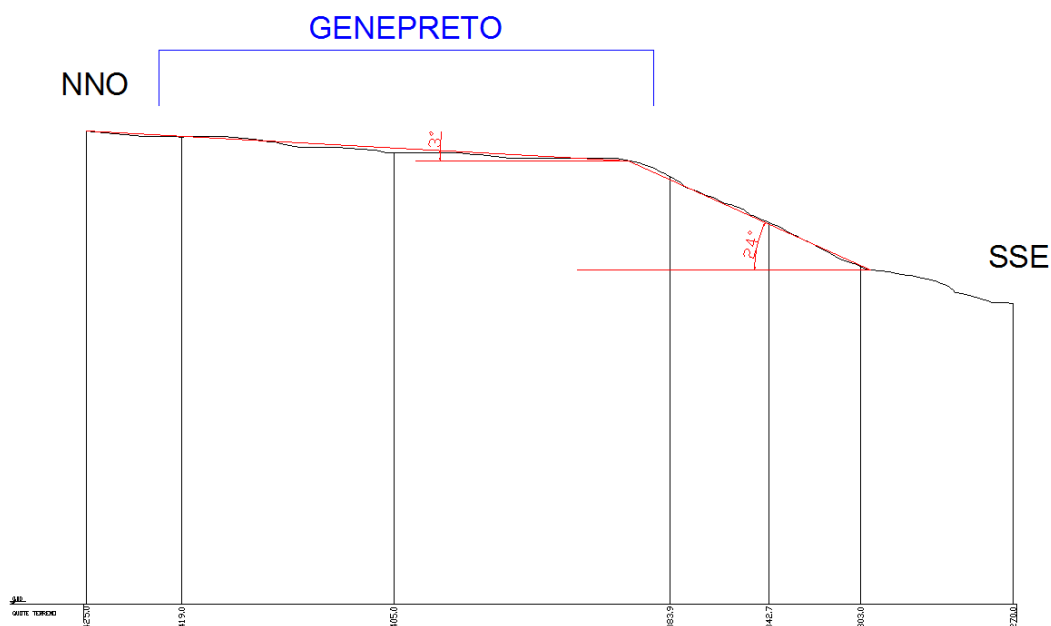


Figura 16: Profilo topografico per la valutazione di possibili effetti topografici del versante SSE

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

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

α e β sono i gradienti della parte più ripida e meno ripida.

	α	β	H	a	b	c	S_T
versante ENE	0,58	0	65	22	19	16	1,2
versante SSE	0,42	0,05	100	33	28	25	1,0

Tabella 13: Coefficienti di amplificazione topografica

Dall'esame dei risultati ottenuti (sintetizzati nella tabella soprastante) è possibile concludere che la risposta sismica locale della frazione di Genepreto deve essere incrementata di un fattore $S_T=1.2$.

4.6 FRAZIONE TASSARA

4.6.1 Inquadramento territoriale e altimetrico

La frazione di Tassara è situata in area collinare, nella porzione centro-settentrionale del territorio comunale.

Dal punto di vista altimetrico l'area in oggetto ricade sulla sommità di un rilievo, con quote comprese tra circa 475 e 500 m s.l.m. La pendenza media dei versanti sui quali insistono le due aree in oggetto risultano sempre inferiori a 10°.

4.6.2 Inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico

L'assetto stratigrafico del sottosuolo risulta piuttosto uniforme e caratterizzato dalla presenza sub-affiorante del substrato geologico costituito dalla Formazione della Val Luretta - membro di Poviago (VLU1a), costituita da alternanze arenaceo-pelitiche.

Sulla base dei dati desunti dalle indagini geofisiche realizzate, è possibile ipotizzare che il substrato geologico arenaceo-pelitico risulta ricoperto da una coltre di alterazione, che può raggiungere i 15 - 20 metri di profondità.

Il settore settentrionale della frazione di Tassara risulta inoltre interessato da depositi di frana quiescente di tipo complesso, il cui massimo spessore è stimabile in circa 10 - 15 metri.

L'assetto litostratigrafico di riferimento è schematizzato nelle sezioni 15-15' e 16-16' di **Tav. 03b - 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:

Indagine	V _{S30} (m/s)	V _{sn} (m/s)	Rif. tavola in allegato
L7	340	Vs(20) = 270	v. Allegato 1

Tabella 14: Sintesi delle elaborazioni delle prove MASW disponibili

Indagine	f ₀ (Hz)	A	Rif. tavola in allegato
P7	f ₀ = 3,2	3,2	v. Allegato 2

Tabella 15: Sintesi delle elaborazioni delle misure dei microtremori (HVSr) disponibili

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 di spessore compreso tra 10 e 15 metri caratterizzata da valori di Vs compresi tra 180 e 330 m/s.

Inferiormente si rileva la presenza di mezzi aventi rigidità più elevata corrispondenti presumibilmente al substrato non rigido, non alterato, evidenziati da un'aumento costante delle velocità Vs.

Tale dato è confermato anche dalla di frequenza di risonanza fondamentale del terreno, registrata dalla rilevazione P7 che evidenzia un valore pari a 3,2 Hz (Ampiezza di picco >3), compatibile con la presenza di un'interfaccia risonante posta tra 10 e 30 m di profondità e correlabile con la discontinuità superficiale che segna il passaggio tra i depositi della coltre di alterazione ed il substrato geologico.

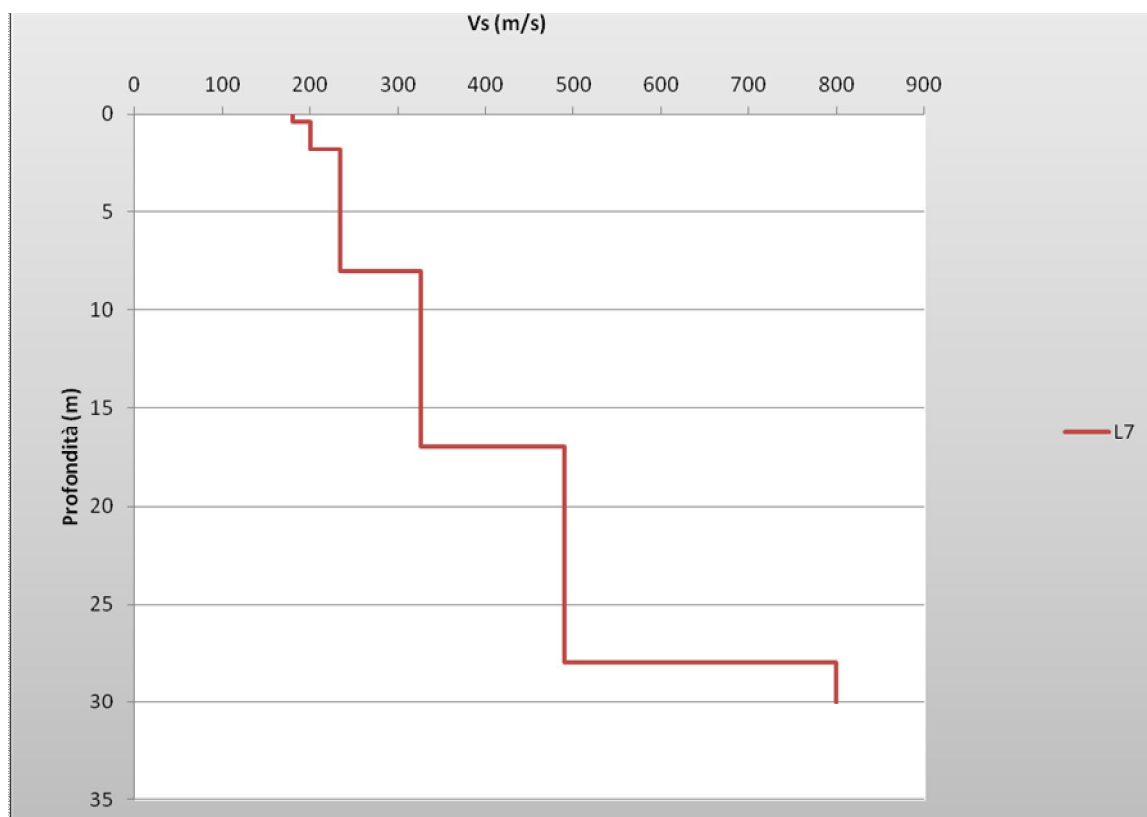


Figura 17: Profili di Vs relativi ai siti indagati all'interno dell'area di pertinenza della frazione di Tassara

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 FRAZIONE STADERA

4.7.1 Inquadramento territoriale e altimetrico

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

Dal punto di vista altimetrico l'area in oggetto ricade sulla sommità di un rilievo, con quote comprese tra circa 550 e 580 m s.l.m.

Le pendenze media del versante orientale sul quale insiste l'area di studio risulta $>15^\circ$.

4.7.2 Inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico

L'assetto stratigrafico del sottosuolo risulta piuttosto uniforme e caratterizzato dalla presenza sub-affiorante del substrato geologico costituito dalla Formazione della Val Luretta - membro di Poviago (VLU1a), costituito da alternanze arenaceo-pelitiche.

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

Il settore settentrionale della frazione di Tassara risulta inoltre interessato da depositi di frana quiescente di tipo complesso.

L'assetto litostratigrafico di riferimento è schematizzato nelle sezioni 17-17' e 18-18' 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. 1 prova MASW (L8) e n. 1 analisi dei microtremori HVSr (P8).

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

Indagine	V_{S30} (m/s)	V_{Sn} (m/s)	Rif. tavola in allegato
L8	365	$V_s(10) = 200$	v. Allegato 1

Tabella 16: Sintesi delle elaborazioni delle prove MASW e ReMi disponibili

Indagine	f_0 (Hz)	A	Rif. tavola in allegato
P8	$f_0 = 8,7$	8,7	v. Allegato 2

Tabella 17: Sintesi delle elaborazioni delle misure dei microtremori (HVSr) disponibili

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

4.7.4 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 di spessore compreso tra 10 e 15 metri caratterizzata da valori di Vs compresi tra 120 e 330 m/s.

Inferiormente si rileva la presenza di mezzi aventi rigidità più elevata corrispondenti presumibilmente al substrato non rigido, non alterato, evidenziati da un'aumento costante delle velocità Vs.

Tale dato è confermato anche dalla di frequenza di risonanza fondamentale del terreno, registrata dalla rilevazione P8 che evidenzia un valore pari a 8,7 Hz (Ampiezza di picco >3), compatibile con la presenza di un'interfaccia risonante posta nei 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.

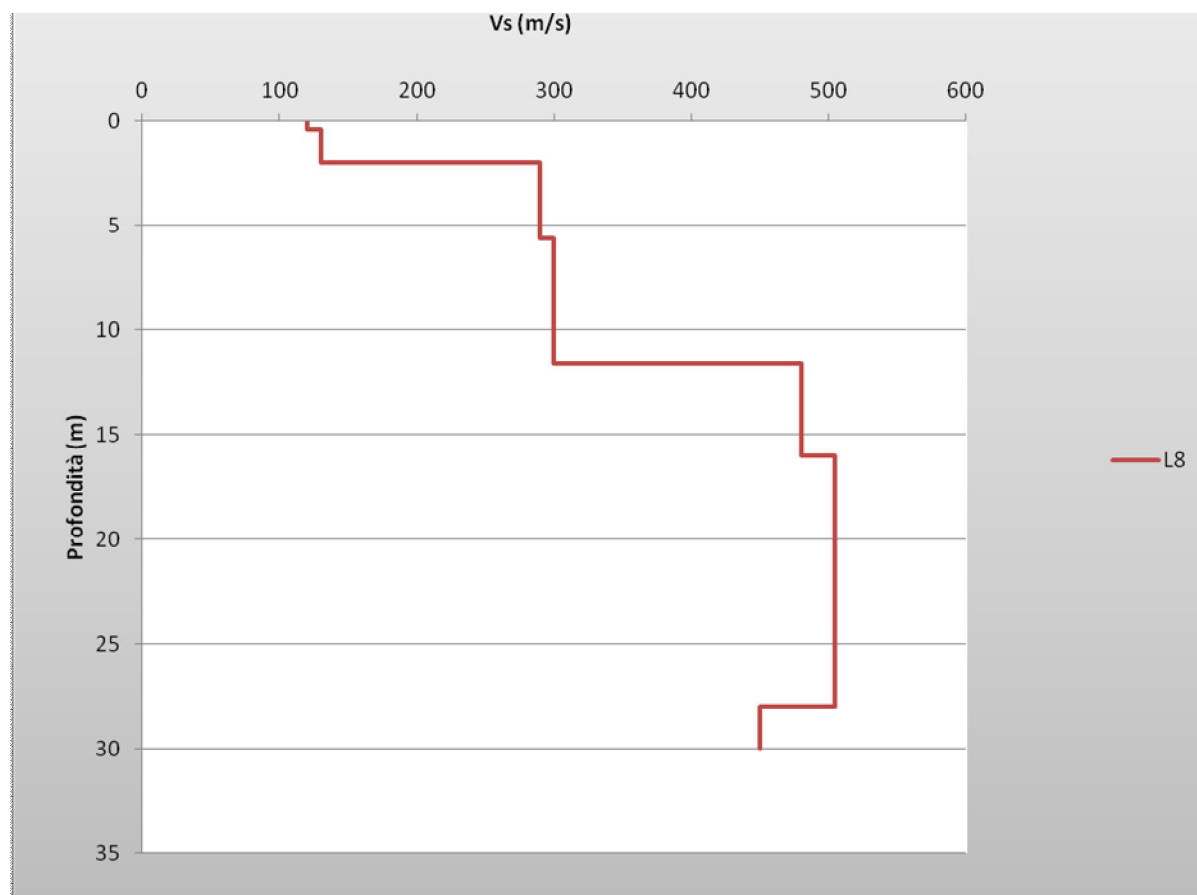


Figura 18: Profili di Vs relativi ai siti indagati all'interno dell'area di pertinenza della frazione di Stadera

4.7.5 Amplificazione topografica

La frazione di Stadera è situata alla sommità di un pendio con inclinazione media superiore a 15° .

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 orientale presenta una pendenza media di circa 17° .

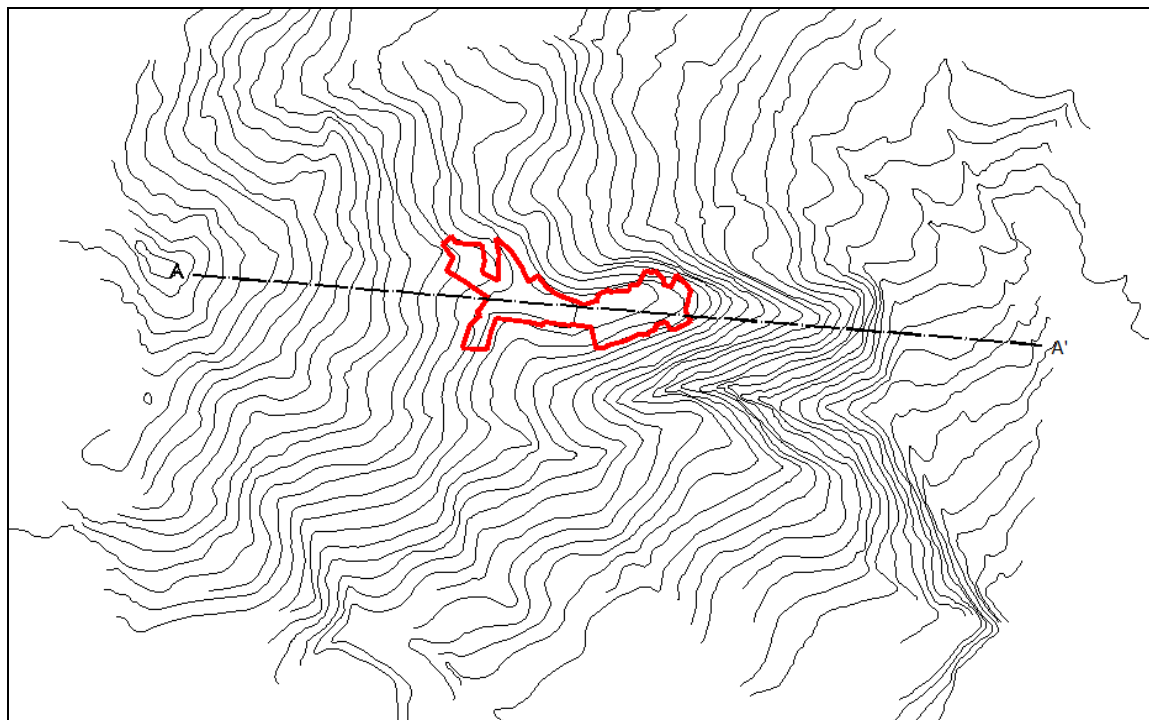


Figura 19: Traccia delle sezioni per la valutazione dell'amplificazione topografica

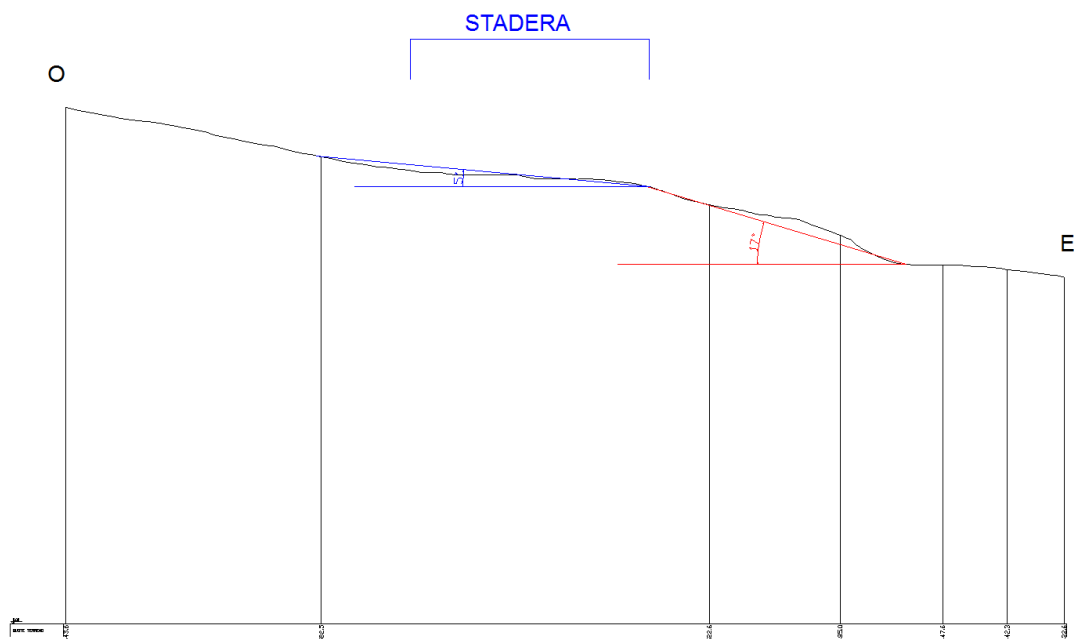


Figura 20: Profilo topografico per la valutazione di possibili effetti topografici del versante orientale

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

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

α e β sono i gradienti della parte più ripida e meno ripida.

	α	β	H	a	b	c	S_T
versante E	0,30	0,09	97	32	27	25	1

Tabella 18: 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.

4.8 FRAZIONE RONCHI

4.8.1 Inquadramento territoriale e altimetrico

La frazione di Ronchi è situata in area collinare, nella porzione meridionale del territorio comunale.

Dal punto di vista altimetrico l'area in oggetto ricade sulla sommità di un rilievo, con quote comprese tra circa 460 e 480 m s.l.m. La pendenza media dei versanti sui quali insistono le due aree in oggetto risultano sempre inferiori a 10°.

4.8.2 Inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico

L'assetto stratigrafico del sottosuolo risulta piuttosto uniforme e caratterizzato dalla presenza sub-affiorante del substrato geologico costituito dalla Formazione di Ranzano - membro di Pizzo d'Oca (RAN 1), costituito da litoareniti e conglomerati. Nell'estrema porzione settentrionale dell'area il substrato è invece costituito dalla Formazione delle Argille a Palombini (APA).

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.

L'area di studio non risulta interessata da fenomeni di dissesto attivi e/o quiescenti.

L'assetto litostratigrafico di riferimento è schematizzato nelle sezioni 23-23' e 25-25' 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 indagini geofisiche tipo MASW (L26) e analisi dei microtremori HVSR (P18).

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

Indagine	V _{S30} (m/s)	V _{Sn} (m/s)	Rif. tavola in allegato
L26	698	V _S (10) = 345	v. Allegato 1

Tabella 19: Sintesi delle elaborazioni delle prove MASW e ReMi disponibili

Indagine	f ₀ (Hz)	A	Rif. tavola in allegato
P18	f ₀ = 11,2	5,0	v. Allegato 2

Tabella 20: Sintesi delle elaborazioni delle misure dei microtremori (HVSR) disponibili

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

4.8.4 Elaborazione dei dati

Dall'esame dell'indagine Masw disponibile è possibile ipotizzare che l'area di studio sia caratterizzata da una coltre di alterazione del substrato di spessore compreso tra 5 e 10 metri caratterizzata da valori di Vs compresi tra 200 e 370 m/s.

Inferiormente si rileva la presenza di mezzi aventi rigidità più elevata corrispondenti presumibilmente al substrato non rigido, non alterato, evidenziati da un'aumento costante delle velocità Vs.

Tale dato è confermato anche dalla di frequenza di risonanza fondamentale del terreno, registrata dalla rilevazione P18 che evidenzia un valore pari a 11,2 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.



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

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 FRAZIONE TREBECCO

4.9.1 Inquadramento territoriale e altimetrico

La frazione di Trebecco è situata in area collinare, nella porzione meridionale del territorio comunale.

Dal punto di vista altimetrico l'area in oggetto ricade lungo un pendio, con quote comprese tra circa 500 e 525 m s.l.m. La pendenza media del versante sul quale insiste l'area in oggetto risulta sempre inferiore a 10°.

4.9.2 Inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico

L'assetto stratigrafico del sottosuolo risulta caratterizzato dalla presenza sub-affiorante del substrato geologico costituito dalla Formazione di Ranzano - membro di Pizzo d'Oca (RAN 1) nella porzione settentrionale dell'area e della Formazione delle Argille a Palombini (APA) nella parte meridionale.

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

L'area di studio non risulta interessata da fenomeni di dissesto attivi e/o quiescenti.

L'assetto litostratigrafico di riferimento è schematizzato nelle sezioni 23-23', 24-24' e 25-25' di **Tav. 03b - Sezioni stratigrafiche.**

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

Le indagini raccolte sono costituite da indagini geofisiche tipo MASW (L26) e analisi dei microtremori HVSR (P18).

In considerazione dei dati disponibili si è ritenuto opportuno integrare i dati pregressi mediante la realizzazione di n. 2 prove MASW e n. 2 analisi dei microtremori HVSR.

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

Indagine	V _{S30} (m/s)	V _{Sn} (m/s)	Rif. tavola in allegato
L26	698	V _s (10) = 345	v. Allegato 1
L10	400	V _s (10) = 209	v. Allegato 1

Tabella 21: Sintesi delle elaborazioni delle prove MASW e ReMi disponibili

Indagine	f ₀ (Hz)	A	Rif. tavola in allegato
P18	f ₀ = 11,2	5,0	v. Allegato 2
P10	f ₀ = 1,5	4,1	v. Allegato 2

Tabella 22: Sintesi delle elaborazioni delle misure dei microtremori (HVSR) disponibili

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

4.9.4 Elaborazione dei dati

Dall'esame dell'indagine Masw disponibile è possibile ipotizzare che l'area di studio sia caratterizzata da una coltre di alterazione del substrato di spessore compreso tra 5 e 10 metri.

Per quanto riguarda la porzione di territorio settentrionale della frazione di Trebecco, interessata dalla presenza del substrato geologico costituito dalla Formazione di Ranzano, si evidenziano velocità Vs elevate, superiori ai 600 m/s già a partire da circa 10 metri di profondità; mentre nelle aree con substrato costituito dalla argille palombini i valori di Vs registrati sono sensibilmente più bassi.

Per quanto riguarda le frequenze di risonanza fondamentale del terreno, si evidenzia che il valore registrato dalla rilevazione P18 (all'interno dei depositi della Formazione di Ranzano) che evidenzia un valore pari a 11,2 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.

Per quanto riguarda invece le frequenze di risonanza fondamentale del terreno nella porzione di territorio interessata dalle Argille a Palombini, si evidenzia che il valore registrato dalla rilevazione P10 evidenzia un valore pari a 1,5 Hz (Ampiezza di picco >3), compatibile con la presenza di un'interfaccia risonante posta tra 30 e 100 m di profondità.

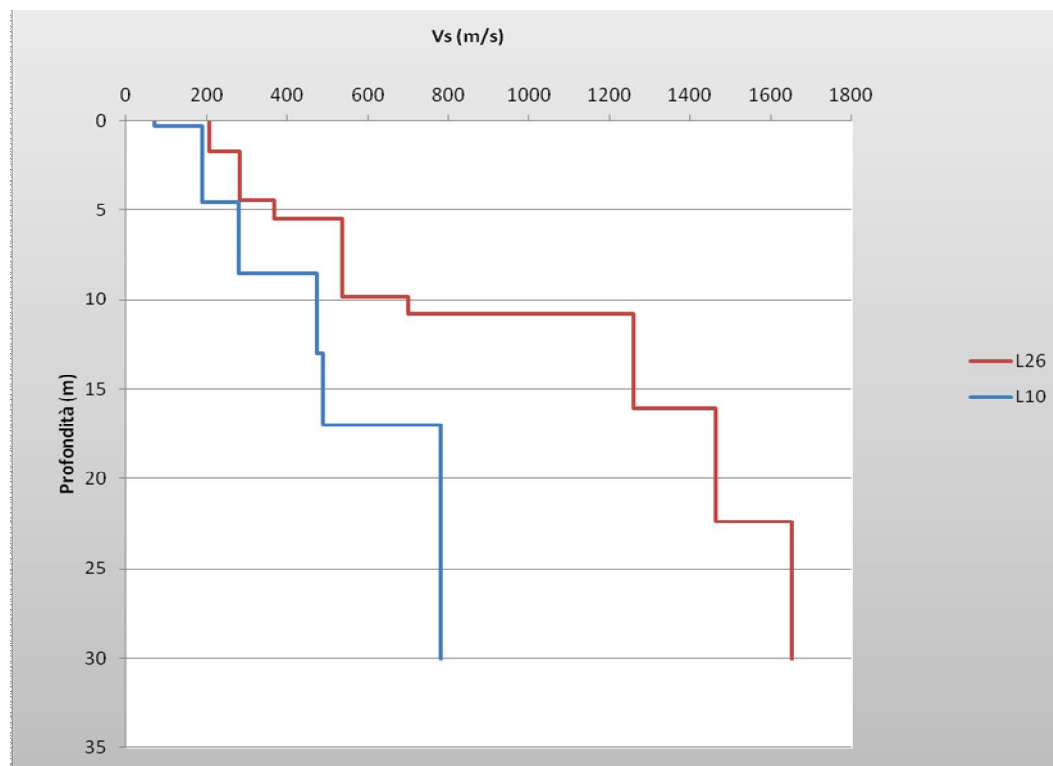


Figura 22: Profili di Vs relativi ai siti indagati all'interno dell'area di pertinenza della frazione di Trebecco

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 DIGA DI TREBECCO

4.10.1 Inquadramento territoriale e altimetrico

La diga di Trebecco è situata in area collinare, nella porzione meridionale del territorio comunale.

Dal punto di vista altimetrico l'area in oggetto presenta quote comprese tra circa 350 e 370 m s.l.m.

4.10.2 Inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico

L'assetto stratigrafico del sottosuolo risulta piuttosto uniforme e caratterizzato dalla presenza sub-affiorante del substrato geologico costituito dalla Formazione di Ranzano - membro di Pizzo d'Oca (RAN 1), costituito da litoareniti e conglomerati.

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

L'area di studio non risulta interessata da fenomeni di dissesto attivi e/o quiescenti.

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

4.10.3 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 (L11) e n. 2 analisi dei microtremori HVSR (P11 e P25).

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

Indagine	V _{S30} (m/s)	V _{Sn} (m/s)	Rif. tavola in allegato
L11	637	V _{s(5)} = 290	v. Allegato 1

Tabella 23: Sintesi delle elaborazioni delle prove MASW disponibili

Indagine	f ₀ (Hz)	A	Rif. tavola in allegato
P11	f ₀ = 10,5	5,5	v. Allegato 2
P25	f ₀ = 16,9	3,3	v. Allegato 2

Tabella 24: Sintesi delle elaborazioni delle misure dei microtremori (HVSR) disponibili

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

4.10.4 Elaborazione dei dati

Dall'esame dell'indagine Masw disponibile è possibile ipotizzare che l'area di studio sia caratterizzata da una coltre di alterazione del substrato di spessore di circa 5 metri caratterizzata da valori di Vs compresi tra 190 e 370 m/s.

Inferiormente si rileva la presenza di mezzi aventi rigidità più elevata corrispondenti presumibilmente al substrato non rigido, non alterato, evidenziati da un'aumento costante delle velocità Vs.

Tale dato è confermato anche dalla di frequenza di risonanza fondamentale del terreno, registrata dalle rilevazioni P11 e P25 che evidenziano rispettivamente valori pari a 10,5 e 16,9 Hz (Ampiezza di picco >3), compatibili 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.

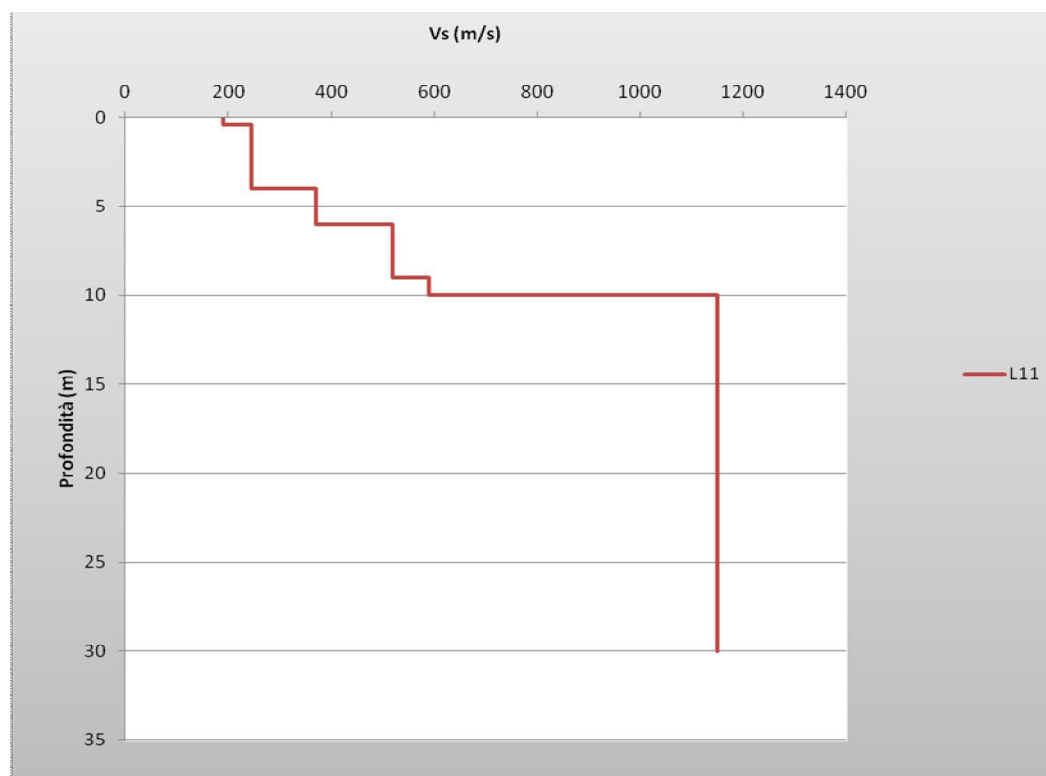


Figura 23: Profili di Vs relativi ai siti indagati all'interno dell'area di pertinenza della diga di Trebecco

4.10.5 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 Nibbiano:
 - n. 19 Indagini geofisiche tipo MASW;
 - n. 7 analisi dei microtremori HVSR;
 - n. 6 Prove penetrometriche dinamiche DP.

2. Indagini realizzate ex-novo per il presente Studio di Microzonazione Sismica:
 - n. 11 Indagini geofisiche tipo MASW;
 - n. 12 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. 25 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 in parte nella fascia terrazzata di pertinenza del T. Tidone e in gran parte nella fascia collinare costituita dalle Unità dei principali insiemi che costituiscono l'appennino (Successione Epiligure e Dominio Ligure).

Come si evince dalla Carta Geologico tecnica la litologia prevalente dei depositi alluvionali è quella grossolana (ghiaie prevalenti), di pertinenza della conoide alluvionale del T. Tidone.

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) sono state accorpate i depositi delle seguenti Formazioni:

- VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto;
- VLU2 - Formazione della Val Luretta - membro di Monteventano;
- VLU1a - Formazione della Val Luretta - membro di Poviago - litofacies arenaceo-pelitica;
- SCB - Arenarie di Scabiazza

con la sigla SFCO (coesivo sovra consolidato):

- APA - Argille a palombini

con la sigla SFGR (granulare cementato):

- RAN1 - Formazione di Ranzano - membro di Pizzo d'Oca

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 - 20 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. Nelle aree di fondovalle che interessano l'abitato di Trezzo sono inoltre presenti forme riconducibili ai conoidi torrentizie.

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_{FR});
- liquefazioni, in pedice LQ (ZA_{LQ});
- faglie attive e capaci, in pedice FAC (ZA_{FAC});
- cedimenti differenziali, pedice CD (ZA_{CD});
- sovrapposizione di instabilità differenti, in pedice ID (ZA_{ID})

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

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

- La **zona 2001**: comprende le aree di fondo valle, caratterizzate da substrato geologico costituito da alternanze di litotipi stratificate (VLU2 - Formazione della Val Luretta - membro di Monteventano), ricoperto da una coltre di depositi alluvionali prevalentemente ghiaiosi dello spessore di circa 10-15 metri. Tale zona ricomprende gran parte del territorio urbanizzato delle frazioni di Trevozzo e Stra.
- La **zona 2002**: comprende aree di versante caratterizzate dalla presenza di un substrato geologico costituito da alternanze di litotipi stratificate (VLU2 - Formazione della Val Luretta - membro di Monteventano) ricoperto da una coltre di alterazione dello spessore di circa 5-10 metri. Tale zona ricomprende parte del territorio urbanizzato delle frazioni di Trevozzo, Stra, Verago, Sala Mandelli Genepreto e Seguzzano.

- La **zona 2003**: comprende aree interessate da depositi di conoide torrentizia (inattiva) di natura prevalentemente ghiaiosa costruite dall'attività del T. Gualdora e di altri corsi d'acqua minori dello spessore di 10-15 metri. Tali depositi ricoprono il substrato geologico non rigido costituito da alternanze di litotipi stratificate (VLU2 - Formazione della Val Luretta - membro di Monteventano). Tale zona ricomprende alcuni settori del territorio urbanizzato delle frazioni di Trevozzo e Stra.
- La **zona 2004**: comprende aree collinari caratterizzate dalla presenza di un substrato geologico costituito da alternanze di litotipi stratificate (VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto) ricoperto da una coltre di alterazione dello spessore di circa 5-10 metri. L'area, ricadente alla sommità di un versante particolarmente acclive, risente di effetti di amplificazione topografica. Tale zona ricomprende l'intero territorio urbanizzato della frazione di Genepreto.
- La **zona 2005**: comprende aree collinari caratterizzate dalla presenza di un substrato geologico costituito da alternanze di litotipi stratificate (VUL1A - Formazione della Val Luretta - membro di Poviago - litofacies arenaceo-pelitica), ricoperto da una coltre di alterazione dello spessore di circa 15-20 metri. Tale zona ricomprende gran parte del territorio urbanizzato della frazione di Tassara.
- La **zona 2006**: comprende aree collinari caratterizzate dalla presenza di un substrato geologico costituito da alternanze di litotipi stratificate (VUL1A - Formazione della Val Luretta - membro di Poviago - litofacies arenaceo-pelitica), ricoperto da una coltre di alterazione dello spessore di circa 10-15 metri. Tale zona ricomprende il territorio urbanizzato della frazione di Stadera.
- La **zona 2007**: comprende aree terrazzate di fondo valle caratterizzate da substrato geologico costituito da alternanze di litotipi stratificate (VUL1A - Formazione della Val Luretta - membro di Poviago - litofacies arenaceo-pelitica), il cui tetto è situato a profondità di circa 5-10 m dal piano campagna e copertura costituita da depositi fluviali prevalentemente ghiaiosi, di pertinenza del T. Tidone. Tale zona ricomprende la parte meridionale del territorio urbanizzato della frazione di Nibbiano.
- La **zona 2008**: comprende aree di versante caratterizzate da substrato geologico costituito da alternanze di litotipi stratificate (VUL1A - Formazione della Val Luretta - membro di Poviago - litofacies arenaceo-pelitica), ricoperto da una coltre di alterazione dello spessore di circa 5-10 metri. Tale zona ricomprende la parte settentrionale del territorio urbanizzato della frazione di Nibbiano.

- La **zona 2009**: comprende aree di versante caratterizzate da substrato geologico granulare cementato (RAN1 - Formazione di Ranzano - membro di Pizzo d'Oca) ricoperto da una coltre di alterazione dello spessore di circa 5-10. Tale zona ricomprende la parte del territorio urbanizzato delle frazioni di Trebecco e Ronchi.
- La **zona 2010** comprende aree di versante caratterizzate da substrato geologico coesivo, sovra consolidato (APA - Argille a palombini) ricoperto da una coltre di alterazione dello spessore di circa 5-10. Tale zona ricomprende la parte del territorio urbanizzato delle frazioni di Trebecco e Ronchi.

Zone di Attenzione per instabilità di versante:

- **Zona 30242011**: 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 (VLU2 - Formazione della Val Luretta - membro di Monteventano). Tale zona ricomprende alcuni settori del territorio urbanizzato delle frazioni di Nibbiano, Trevozzo, Trebecco, Tassara e Sala Mandelli.
- **Zona 30252012**: 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 (VLU2 - Formazione della Val Luretta - membro di Monteventano o SCB - Arenarie di Scabiazza). Tale zona ricomprende alcuni settori del territorio urbanizzato delle frazioni di Trevozzo e Trebecco.
- **Zona 30152013**: 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 (VLU2 - Formazione della Val Luretta - membro di Monteventano). Tale zona ricomprende un piccolo settore del territorio urbanizzato della frazione di Trevozzo.
- **Zona 30132014**: 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 (VLU2 - Formazione della Val Luretta - membro di Monteventano, VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto, VUL1A - Formazione della Val Luretta - membro di Poviago). Tale zona ricomprende un piccolo settore del territorio urbanizzato della frazione di Sala Mandelli.

- **Zona 30142015:** area caratterizzata dalla presenza di depositi detritici di frana attiva complessa dello spessore stimabile in circa 5-10 m, che ricoprono il substrato geologico non rigido costituito da alternanze di litotipi stratificate (VLU2 - Formazione della Val Luretta - membro di Monteventano e VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto). Tale zona ricomprende un piccolo settore del territorio urbanizzato delle frazioni di Nibbiano e Genepreto.

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_{sH}) 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:

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

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 ε è lo smorzamento.

Considerando uno smorzamento ξ 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 Nibbiano 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 $V_s < 800m/s$);

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

Per quanto riguarda il territorio di Nibbiano, 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 Stadera), 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	Vs30 (m/s)	Vsh (m/s)	FA PGA	FA S1	FA S2	St
Stra	2001	-	Vs10=300-350	1,8	1,6	1,4	
Stra	2002	-	Vs10=250-300	2,0	1,9	1,4	
Stra	2003	-	Vs10=250-300	2,0	1,9	1,4	
Trevozzo	2001	-	Vs15=300	2,0	1,9	1,4	
Trevozzo	2002	-	Vs10=300	1,8	1,6	1,4	
Trevozzo	2003	-	Vs15=200-250	2,2	2,6	1,9	
Trevozzo	2003	-	Vs15=350-400	1,8	1,6	1,4	
Trevozzo	30242011	-	Vs10=250-300	1,8	1,6	1,4	
Trevozzo	30252012	-	Vs10=250-300	1,8	1,6	1,4	
Trevozzo	30152013	-	Vs10=250-300	1,8	1,6	1,4	
Sala Mandelli	2002	-	Vs10=250-300	2,0	1,9	1,4	
Seguzzone	2002	-	Vs10=250-300	2,0	1,9	1,4	
Seguzzone	30242011	-	Vs10=250-300	2,0	1,9	1,4	
Seguzzone	30132014	-	Vs10=250-300	2,0	1,9	1,4	
Genepreto	2004	-	Vs10=350-400	1,6	1,5	1,3	1.2
Genepreto	30142015	-	Vs10=350-400	1,6	1,5	1,3	
Tassara	2005	-	Vs20=250-300	2,1	2,4	1,9	
Tassara	30242011	-	Vs20=250-300	2,1	2,4	1,9	
Stadera	2006	-	Vs10=200-250	2,2	2,3	1,6	
Nibbiano	2007	-	Vs10=350-400	1,6	1,5	1,3	
Nibbiano	2008	-	Vs10=300	1,8	1,6	1,4	
Nibbiano	30242011	-	Vs10=250-300	1,8	1,6	1,4	
Nibbiano	30142015	-	Vs10=250-300	1,8	1,6	1,4	
Diga di Trebecco	2009	-	Vs5=300	1,5	1,4	1,3	
Trebecco	2009	-	Vs10=300-350	1,6	1,5	1,3	
Trebecco	2010	-	Vs10=200-250	2,2	2,3	1,6	
Trebecco	30252012	-	Vs10=300-350	1,6	1,5	1,3	
Trebecco	30242011	-	Vs10=200-250	2,2	2,3	1,6	
Trebecco	30252012	-	Vs10=200-250	2,2	2,3	1,6	
Ronchi	2009	-	Vs10=300-350	1,6	1,5	1,3	
Ronchi	2010	-	Vs10=200-250	2,2	2,3	1,6	

Tabella 25: Sintesi dei fattori di amplificazione dovuti all'assetto stratigrafico

6 COMMENTI FINALI E CRITICITA'

Il presente studio di microzonazione sismica del Comune di Nibbiano, 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 Nibbiano non sono segnalate strutture sismogeniche responsabili di forti terremoti; è pertanto presumibile che i terremoti più significativi registrati nel territorio comunale di Nibbiano siano attribuibili all'attività sismica di strutture di aree limitrofe.
3. In considerazione dell'assetto litostratigrafico ricostruito, il territorio comunale di Nibbiano 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 15-20 metri. Nelle aree adiacenti il substrato geologico risulta ricoperto da una coltre di depositi alluvionali prevalentemente ghiaiosi, mentre nelle aree collinari di versante il substrato risulta generalmente affiorante anche se ricoperto da uno strato di alterazione molto significativo.
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 microtremiti 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 copertura alluvionale e/o 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, nella frazione di Genepreto sono ipotizzabili possibili effetti di amplificazione locale dovuti all'assetto

topografico pertanto in quest'area la risposta sismica locale deve essere incrementata di un fattore $S_T=1.2$.

9. Per quanto riguarda possibili fenomeni di liquefazione, in relazione all'assetto stratigrafico e idrogeologico desunte dai dati bibliografici esistenti, si ritiene che il rischio all'interno del territorio comunale di Nibbiano possa essere considerato molto basso. Occorre tuttavia rilevare margini di possibile incertezza nelle aree ricadenti all'interno dei terrazzi alluvionali recenti che bordano il T. Tidone, legati a possibili locali presenze di orizzonti sabbiosi. In tali aree, in considerazione della ridotta soggiacenza della falda, della possibile locale presenza di livelli sabbiosi e limoso-sabbiosi nei primi 15-20 metri di profondità e della magnitudo massima attesa ($M_{wmax2} = 5,68$), nel caso di nuove edificazioni o interventi su manufatti esistenti, sarà pertanto necessario effettuare specifiche verifiche di liquefazione dei terreni.

ALLEGATO 1

ELABORAZIONE DELLE INDAGINI MASW

ALLEGATO 2

ELABORAZIONE DELLE ANALISI DEI MICROTREMORI

ALLEGATO 3

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE DP