



PROTEZIONE CIVILE  
Presidenza del Consiglio dei Ministri  
Dipartimento della Protezione Civile



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

# MICROZONAZIONE SISMICA

## RELAZIONE ILLUSTRATIVA

### Regione Emilia-Romagna Comune di Pianello Val Tidone



<p>Regione Emilia-Romagna</p>	<p>Soggetto realizzatore</p>  <p>S.G.P. SERVIZI DI GEO-INGEGNERIA E PROGETTAZIONE s.r.l. Via Bona di Savoia 10 - 27100 Pavia Tel. 0382-466111 / 463385 / 571865 (fax) - e-mail: sgpp@iol.it - pec sgpp@pec.it</p> <p>Prof. Geol. Pier Luigi Vercesi dott.ssa Geol. Daniela Barbano collaboratrici: dott.ssa Erika Corbella dott.ssa Geol. Silvia Passoni</p>	<p>Data settembre 2023</p>
-----------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------

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

## **MICROZONAZIONE SISMICA (MS)**

**Regione Emilia-Romagna**

**Comune di Pianello Val Tidone (PC)**

### ***RELAZIONE ILLUSTRATIVA***

#### **INDICE**

<b>1. INTRODUZIONE.....</b>	<b>3</b>
1.1 - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO .....	4
<b>2. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>5</b>
2.1 ZONAZIONE SISMOGENETICA .....	5
2.2 SORGENTI SISMOGENETICHE .....	8
2.3 SISMICITÀ STORICA.....	9
2.4 - CLASSIFICAZIONE SISMICA.....	12
<b>3. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA .....</b>	<b>14</b>
3.1 - CONTESTO GEOLOGICO-STRUTTURALE E TETTONICO .....	14
3.2 - CARATTERI GEOLITologici .....	23
3.3 - ASSETTO GEOMORFOLOGICO .....	29
<b>4. DATI GEOTECNICI E GEOFISICI .....</b>	<b>31</b>
4.1 - INDAGINI CONDOTTE PER IL PRESENTE STUDIO DI MS .....	32



S.G.P.

SERVIZI DI GEO-INGEGNERIA E PROGETTAZIONE s.r.l.

5.	MODELLO DEL SOTTOSUOLO .....	36
6.	INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE .....	38
7.	METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI .....	41
	1 LIVELLO .....	41
	2 LIVELLO .....	44
8.	ELABORATI CARTOGRAFICI .....	54
8.1	– 1 LIVELLO .....	54
	CARTA DELLE INDAGINI.....	54
	CARTA GEOLOGICO–TECNICA .....	59
	CARTA DELLE SEZIONI .....	64
	CARTA DELLE FREQUENZE NATURALI DEI TERRENI (f0) .....	66
	CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA .....	67
8.2	– 2 LIVELLO .....	76
	CARTA DELLA VELOCITA' DELLE ONDE DI TAGLIO S (Vs).....	76
	CARTE DI MICROZONAZIONE SISMICA.....	77
	CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA – DISTRIBUZIONE DEI VALORI DI H <sub>SM</sub> .....	96
9.	CONFRONTO CON LA DISTRIBUZIONE DEI DANNI DEGLI EVENTI PASSATI .....	98
10.	BIBLIOGRAFIA .....	99
11.	ALLEGATI .....	101

## 1. INTRODUZIONE

La presente relazione illustrativa espone e commenta i risultati delle analisi e degli studi condotti a supporto della Microzonazione Sismica (MS) del Comune di Pianello Val Tidone.

Lo scopo di tale lavoro è stato quello di valutare la pericolosità sismica locale del territorio comunale e di delineare, al suo interno, zone caratterizzate da un comportamento sismico omogeneo, anche definite come Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS).

La Microzonazione Sismica è uno strumento di supporto alla pianificazione del territorio, poiché permette di individuare alla scala comunale la presenza di particolari condizioni locali, di tipo litostratigrafico e/o morfologico, in grado di alterare sensibilmente le caratteristiche del moto sismico (amplificandolo) o di generare deformazioni permanenti del terreno, con riflessi negativi per le costruzioni e le infrastrutture (instabilità di versante, liquefazione, cedimenti differenziali, ecc.).

Gli studi di MS vengono condotti secondo tre livelli di approfondimento. Il livello di approfondimento dello Studio di MS condotto per il Comune di Pianello Val Tidone è il Livello 2, per il quale sono stati richiesti e assegnati i contributi previsti dall'Allegato A alla determinazione del Responsabile del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli 6/09/2021 n. 566/2021 (*Attuazione dell'art.8 della L.R. n.19/2008. Approvazione secondo elenco di Comuni destinatari dei contributi per studi di microzonazione sismica di cui alla delibera di Giunta della Regione Emilia-Romagna n.566/2021. Attribuzione di contributi*).

La redazione degli elaborati che saranno illustrati in dettaglio nelle pagine seguenti è stata effettuata in accordo con quanto stabilito dai seguenti riferimenti tecnici e normativi:

- “Microzonazione sismica – Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da amplificazioni” – Versione 2.0, Roma (2022) – Commissione tecnica per la microzonazione sismica, nominata con DPCM 21 aprile 2011;
- Allegato 2 “Criteri per la realizzazione degli studi di microzonazione sismica e analisi della condizione limite per l'emergenza nei Comuni con  $a_g < 0,125g$ ” della Deliberazione di Giunta regionale n. 566 del 26/04/2021 “Approvazione dei criteri per l'attribuzione, la concessione e la liquidazione di contributi per studi di microzonazione sismica e analisi della condizione limite per l'emergenza nei Comuni caratterizzati da una pericolosità sismica  $a_g$  inferiore a  $0,125g$ ” (da qui in avanti “Allegato 2 della DGR 566/21”);
- Allegato A2 “Tabelle e formule per la stima dei fattori di amplificazione sismica per la microzonazione sismica (secondo livello di approfondimento)” della Deliberazione di Giunta regionale n. 476 del 12/04/2021 “Aggiornamento dell'atto di coordinamento tecnico sugli studi di microzonazione sismica per la pianificazione territoriale e urbanistica (artt. 22 e 49, L.R. N. 24/2017)” di cui alla deliberazione della giunta regionale 29 aprile 2019, n. 630” (da qui in avanti “Allegato A2 della DGR 476/21”);

- “*Microzonazione sismica – Standard di rappresentazione e archiviazione informatica*” – Versione 4.2, Roma – Dicembre 2020 – Elaborato e approvato nell’ambito dei lavori della Commissione tecnica per la microzonazione sismica, nominata con DPCM 21 aprile 2011 (da qui in avanti “SRAI 4.2”);
- Gruppo di lavoro MS, 2008. *Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica*. Conferenza delle Regioni e delle Province autonome – Dipartimento della Protezione Civile, Roma, 3 vol. e CD-ROM (da qui in avanti “ICMS”);

## 1.1 – INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il territorio comunale di Pianello Val Tidone si estende su una superficie di circa 36,29 km<sup>2</sup>, e si sviluppa nella zona collinare centrale della Val Tidone, in coincidenza della sponda orografica destra del Torrente Tidone, nei pressi della sua confluenza con il Torrente Chiarone.

La maggior parte del territorio comunale ricade in ambito collinare, e precisamente nell’Unità di paesaggio dell’alta collina (*Subunità della collina della Val Tidone e Val Luretta*) secondo la zonazione del PTCP; la rimanente porzione ricade all’interno dell’Unità di paesaggio del margine appenninico occidentale, nell’Unità di paesaggio della Val Trebbia e nell’Unità di paesaggio fluviale (*Subunità dell’alto corso del torrente Tidone, Subunità del basso corso del torrente Tidone*), sempre in base alla zonazione del PTCP.

Più precisamente, a Nord il territorio è caratterizzato dalla presenza di un paesaggio tipicamente collinare (con quote variabili da 300 a 600 metri) che passa gradualmente a quello montagnoso a Sud (con quote variabili da 600 a 800 metri). Zone pianeggianti, impostate sui depositi alluvionali, sono limitate al fondovalle principale.

La popolazione comunale si concentra principalmente nel capoluogo, sito in sponda destra del T. Tidone e ben servito dalla strada di fondovalle, mentre la rimanente quota insediativa risulta per lo più disseminata in una serie di borghi e frazioni minori, che si collocano nella viabilità secondaria “crinale-collinare” (bassa e media collina).

Il principale centro abitato è Pianello Val Tidone (ubicato circa 30 Km a SO di Piacenza), capoluogo e sede dell’Amministrazione Comunale, cui si affiancano n. 22 frazioni: Arcello, Azzano, Cà del Diavolo, Casa Bruciata, Casanova, Case Comaschi, Case Gazzoli, Case Gramonti, Case Rebuffi, Casturzano, Chiarone, Fontanese, Fravica, Gabbiano, Gadignano, Morago, Pradaglia, Rocca d’Olgisio, Rocca Pulzana, Santa Giustina, Vaie e Valle, oltre ad altre località minori.

Il territorio del Comune di Pianello Val Tidone confina con i seguenti comuni: Agazzano, Alta Val Tidone, Borgonovo Val Tidone, Piozzano.

## 2. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO

### 2.1 ZONAZIONE SISMOGENETICA

La base per condurre valutazioni di pericolosità sismica è attualmente rappresentata dalla zonazione sismogenetica ZS9 (MELETTI E VALENSISE, 2004), che ha sostituito la precedente ZS4 (SCANDONE E STUCCHI, 2000) fondata sul modello sismotettonico elaborato da MELETTI et al. (2000).

Il modello che ha guidato il tracciamento delle zone precedenti era basato sulla correlazione dei seguenti tre gruppi di dati: modello strutturale 3D della penisola italiana e dei mari adiacenti, distribuzione spaziale dei terremoti storici e attuali per le diverse classi di magnitudo, modello cinematico dell'area mediterranea centrale relativo agli ultimi 6 milioni di anni.

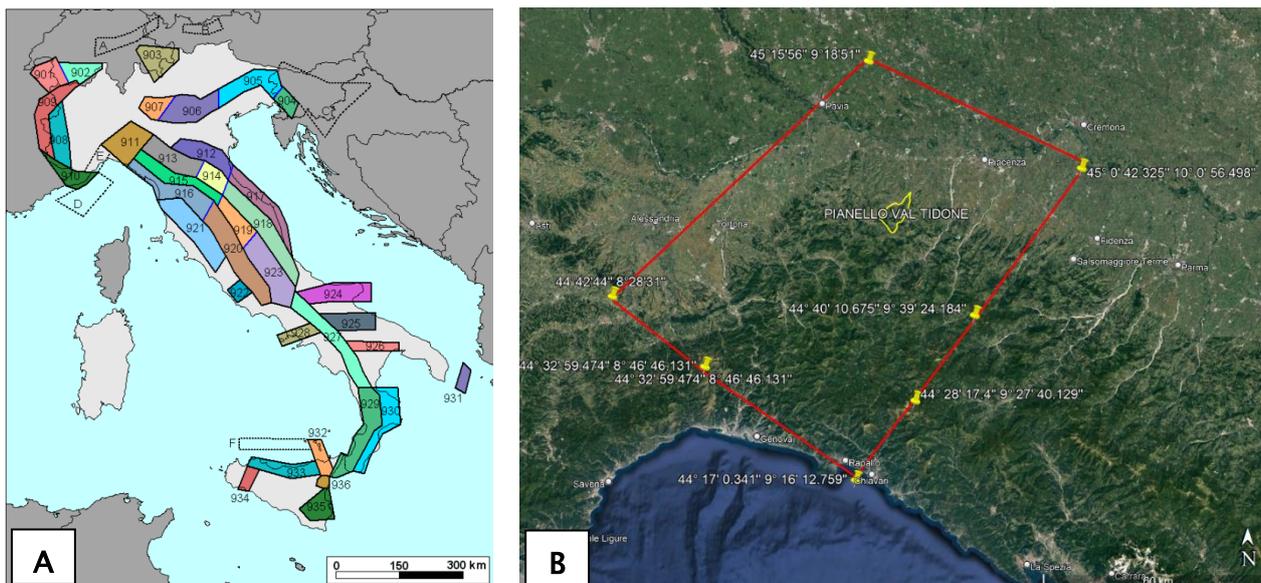
I più recenti sviluppi in tema di sismogenesi (relativi, in particolare, agli aspetti geometrici delle sorgenti e al loro comportamento atteso) hanno, tuttavia, messo in evidenza alcuni punti deboli di tale modello di zonazione, che è stata dunque sostituita dalla ZS9.

Tale zonazione, più coerente con i nuovi dati sismici disponibili, si fonda su una base informativa più ricca e affidabile tra cui il DISS 2.0 (*Database of Potential Sources for Earthquake Larger than M5.5 in Italy, Valensise e Pantosti, 2001*) e altre informazioni regionali relative alle faglie attive.

La nuova zonazione ZS9 comprende 42 zone-sorgente, identificate con un numero da 901 a 936 o con una lettera da A a F (Figura 1-A). Il Comune di Pianello Val Tidone ricade all'interno della zona 911 (Figura 1 - B), facente parte del settore "Appennino settentrionale e centrale".

Nel documento "Zonazione sismogenetica ZS9 - App.2 al Rapporto conclusivo" (MELETTI et al., 2004) in merito alla zona 911 si legge quanto segue:

*"Tutto l'arco appenninico settentrionale è stato riorganizzato secondo cinque fasce parallele longitudinali alla catena. [...]. L'arco è limitato, a Nord, da una zona (911, unione delle zone 25 e 26 di ZS4, opportunamente ristrette) che comprende il cosiddetto "arco di Pavia" e le strutture ad esso relative. In realtà, si suppone che la funzione delle strutture comprese all'interno della 911 sia di "svincolo" cinematico del sistema supposto in migrazione [...]. Lo smembramento di tale zona nelle diverse zone appenniniche longitudinali non avrebbe consentito la corretta valutazione della pericolosità nell'area da essa racchiusa, a fronte di una non trascurabile sismicità propria dell'area stessa".*



**Figura 1** – **A)** Zonazione sismogenetica ZS9 (MELETTI et al., 2004). **B)** Il territorio comunale di Pianello Val Tidone ricade entro la zona sismogenetica 911, perimetrata dalle linee rosse. Le coordinate dei vertici di tale zona, riportate nel software Google Earth, sono state riprese dal file ASCII disponibile online sul sito web INGV – Sezione di Milano.

A conferma di quanto sopra riportato, nel medesimo documento è inoltre specificato che il meccanismo di fagliazione prevalente (inteso come “*il meccanismo che ha la massima probabilità di caratterizzare i futuri terremoti significativi*”) della zona 911 è di tipo trascorrente.

Ulteriori informazioni relative alla zona 911 sono riportate nella tabella seguente.

Zona	Numero eventi Md >2.0	Numero eventi Md >2.5	Numero eventi Md >3.0	Magnitudo massima (Md)	Classe di profondità (Km)	Profondità efficace (Km)
911	126	91	18	4.1	8-12	8

**Tabella 1** – Parametri principali della zona sismogenetica 911, ripresi dal documento “Zonazione sismogenetica ZS9 – App.2 al Rapporto conclusivo” (MELETTI et al., 2004).

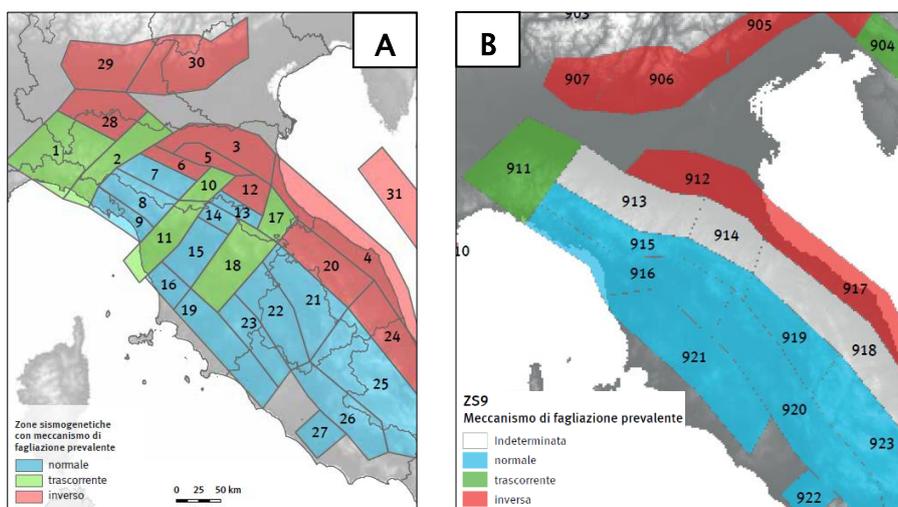
Si specifica che, secondo quanto illustrato nel report “Zonazione sismogenetica ZS9 – App.2 al Rapporto conclusivo” la classe di profondità e la profondità efficace sono così definite:

**Profondità efficace:** *profondità alla quale avviene il maggior numero di terremoti che determina la pericolosità della zona.*

**Classe di profondità:** corrispondono a dei range di profondità, che sono stati proposti in quanto un unico valore di profondità può non risultare rappresentativo di un intero strato sismogenetico (corrispondente all’*intervallo di profondità che ha generato il 90% degli eventi che ricadono all’interno di ogni zona*”).

I continui studi condotti in ambito sismico hanno portato all'elaborazione di una nuova proposta di zonazione sismogenetica per l'Appennino settentrionale e la Pianura Padana centrale e orientale (Figura 2–A) da parte del gruppo di lavoro ZS–PS RER (MARTELLI et alii, 2017).

Tale aggiornamento è stato proposto sulla base dell'acquisizione di nuovi dati (che è stata possibile anche grazie all'implementazione delle reti sismiche), delle sequenze sismiche che hanno interessato la Pianura Padana e l'Appennino settentrionale e degli studi condotti sulle caratteristiche geodinamiche e sismotettoniche di questi due contesti.



**Figura 2** – Confronto tra la nuova proposta di zonazione sismogenetica (A) per l'Appennino settentrionale e la Pianura Padana centrale e orientale (MARTELLI et alii, 2017) e la zonazione sismogenetica ZS9 (B).

Sulla base delle strutture attive e potenzialmente attive e della distribuzione della sismicità storica e strumentale, l'area di studio è stata suddivisa in cinque fasce sismotettoniche (1 – settore interno, 2 – fascia dei bacini intermontani orientali, 3 – versante adriatico della zona assiale, 4 – margine appenninico–padano, 5 – zona dei fronti sepolti padani e adriatici), ciascuna con un regime sismotettonico omogeneo. All'interno di ognuna sono state individuate varie zone sismogenetiche, per un totale complessivo di 31.

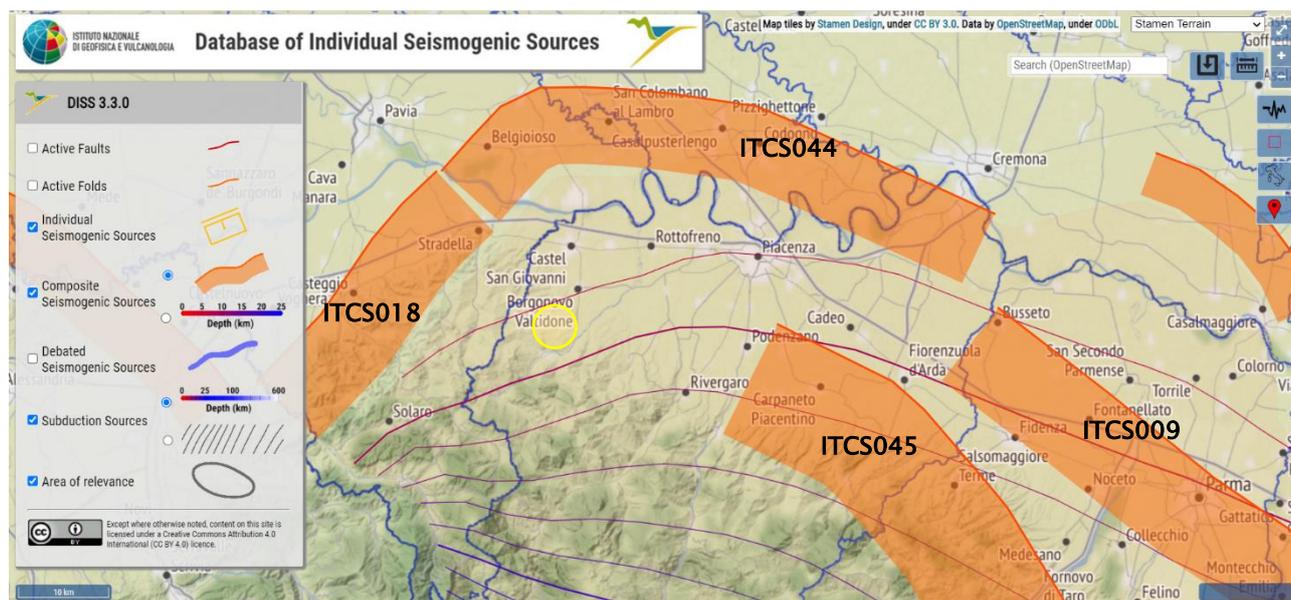
Nel nuovo modello, il territorio comunale di Pianello Val Tidone ricade all'interno della zona sismogenetica Liguria (1). *Questa zona corrisponde al settore più occidentale dell'Appennino. E' una modifica dell'estensione areale della zona 911 della ZS9 a seguito dell'introduzione delle zone Pieghe Emiliane e Taro–Enza; le caratteristiche sismotettoniche sono quelle della zona 911 della ZS9, con fagliazione prevalentemente di tipo trascorrente lungo strutture trasversali; la magnitudo massima osservata è  $M \approx 5,7$  (MARTELLI et alii, 2017).*

## 2.2 SORGENTI SISMOGENETICHE

Le sorgenti sismogenetiche e le faglie potenzialmente attive e capaci che caratterizzano il contesto in cui si colloca l'area in esame sono state ricavate dal Database of Individual Seismogenic Sources (DISS) dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), Version 3.3.0, che costituisce il database delle sorgenti sismogenetiche italiane potenzialmente in grado di generare sismi con magnitudo superiore a M 5,5.

Tale strumento rappresenta la sintesi di tutte le evidenze geologiche e storiche relative alla fagliazione sismogenetica, con apporti derivanti dai dati della sismicità strumentale e dalla geodinamica a larga scala.

Come mostra la Figura 3, il territorio comunale di Pianello Val Tidone non si trova in prossimità di sorgenti sismogenetiche. Si segnalano, comunque, le più vicine all'area di studio, che sono le seguenti: **ITCS018** – Rivanazzano–Stradella, **ITCS044** – Portalbera–Cremona, **ITCS045** – San Giorgio Piacentino–Fornovo di Taro e **ITCS009** – Busseto–Cavriago. Le loro principali caratteristiche sono fornite in Figura 4.



**Figura 3** – Mappa delle sorgenti sismogenetiche ripresa dal DISS 3.3.0. L'ubicazione del territorio Comunale di Pianello Val Tidone è indicativamente rappresentata dal cerchio giallo.

**ITCS018 – Rivanazzano–Stradella**

## PARAMETRIC INFORMATION

Parameter	Quality	Evidence
Min depth [km]	2.0	OD Based on geological data from various authors.
Max depth [km]	8.0	OD Based on geological data from various authors.
Strike [deg] min... max	30...50	OD Based on geological data from various authors.
Dip [deg] min... max	20...45	OD Based on geological data from various authors.
Rake [deg] min... max	60...90	EJ Inferred from geological data.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.2000... 0.5400	EJ Inferred from geological data concerning adjacent structures.
Max Magnitude [Mw]	6.8	ER Estimated from Leonard's (2014) scaling relations.

LD=Literature Data; OD=Original Data; ER=Empirical Relationship; AR=Analytical Relationship; EJ=Expert Judgement

**ITCS045 – San Giorgio Piacentino–Fornovo di Taro**

## PARAMETRIC INFORMATION

Parameter	Quality	Evidence
Min depth [km]	2.0	OD Based on geological data from various authors.
Max depth [km]	10.0	OD Based on geological data from various authors.
Strike [deg] min... max	110...150	OD Based on geological data from various authors.
Dip [deg] min... max	20...40	OD Based on geological data from various authors.
Rake [deg] min... max	80...100	EJ Inferred from regional geological data.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.2400... 0.6300	EJ Inferred from geological data by Ponza et al. (2010) and Gunderson et al. (2013)
Max Magnitude [Mw]	7.2	ER Estimated from Leonard's (2014) scaling relations.

LD=Literature Data; OD=Original Data; ER=Empirical Relationship; AR=Analytical Relationship; EJ=Expert Judgement

**ITCS044 – Portalbera–Cremona**

## PARAMETRIC INFORMATION

Parameter	Quality	Evidence
Min depth [km]	2.0	OD Based on geological data from various authors.
Max depth [km]	7.0	OD Based on geological data from various authors.
Strike [deg] min... max	30...115	OD Based on geological data from various authors.
Dip [deg] min... max	20...40	OD Based on geological data from various authors.
Rake [deg] min... max	80...100	EJ Inferred from geological data.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.4800... 0.5400	OD Based on geological data from Maesano et al. (2015).
Max Magnitude [Mw]	6.7	ER Estimated from Leonard's (2014) scaling relations.

LD=Literature Data; OD=Original Data; ER=Empirical Relationship; AR=Analytical Relationship; EJ=Expert Judgement

**ITCS009 – Busseto–Cavriago**

## PARAMETRIC INFORMATION

Parameter	Quality	Evidence
Min depth [km]	2.0	OD Based on geological data from various authors.
Max depth [km]	8.0	OD Based on geological data from various authors.
Strike [deg] min... max	120...140	OD Based on geological data from various authors.
Dip [deg] min... max	20...40	OD Based on geological data from various authors.
Rake [deg] min... max	90...120	EJ Inferred from geological data.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.1600... 0.5300	OD Based on geological data from Maesano et al. (2015).
Max Magnitude [Mw]	6.8	ER Estimated from Leonard's (2014) scaling relations.

LD=Literature Data; OD=Original Data; ER=Empirical Relationship; AR=Analytical Relationship; EJ=Expert Judgement

**Figura 4** – Parametri significativi delle n. 4 sorgenti sismogenetiche più vicine all'area di studio. I dati sono tratti dal DISS 3.3.0.

## 2.3 SISMICITÀ STORICA

La sismicità storica del contesto in cui si colloca il Comune di Pianello Val Tidone è stata studiata a partire dai cataloghi dei terremoti dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia disponibili online.

Le fonti dei dati consultati sono le seguenti:

- **CPTI 15 v. 4.0** – catalogo parametrico dei terremoti italiani. *Rovida A., Locati M., Camassi R., Lollì B., Gasperini P., Antonucci A. (2022). Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15), versione 4.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/CPTI/CPTI15.4>*

Tale catalogo copre l'intero territorio italiano e contiene 4894 terremoti nella finestra temporale 1000–2020.

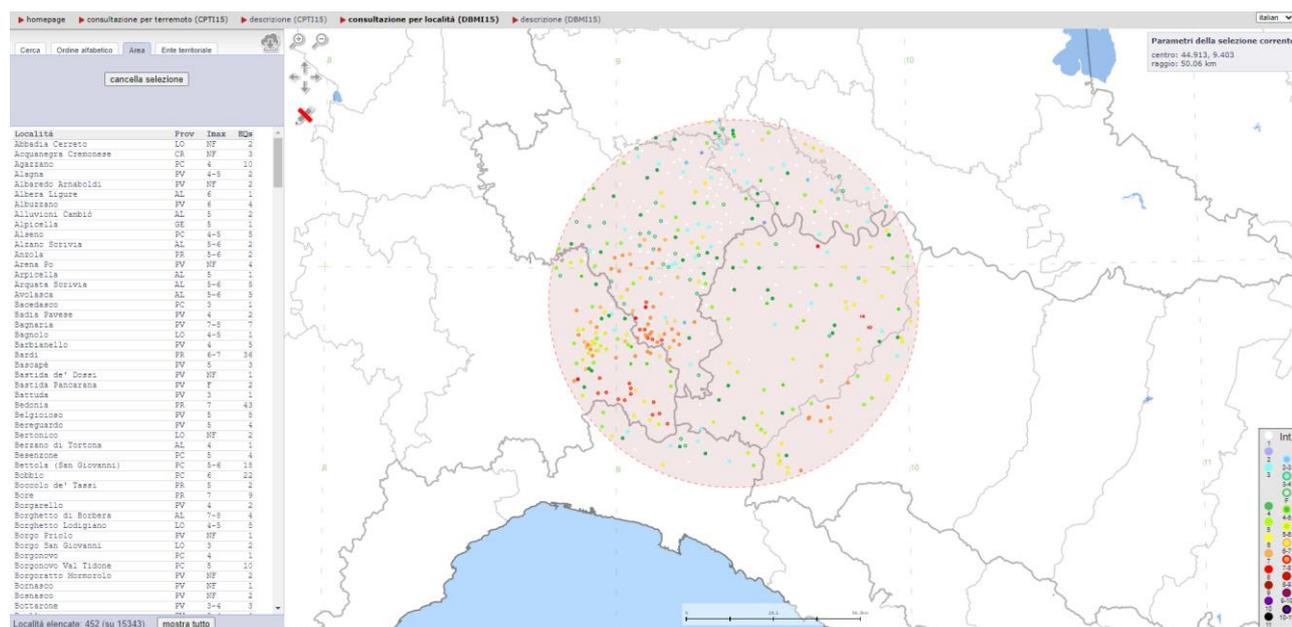
- **DBMI15 v. 4.0** – database macrosismico italiano. *Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D'Amico S., Antonucci A. (2022). Database Macrosismico Italiano (DBMI15),*

versione 4.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).  
<https://doi.org/10.13127/DBMI/DBMI15.4>

Si tratta di un database che fornisce un set di dati di intensità macrosismica (in totale 123.981) relativo 3229 terremoti italiani verificatisi nella finestra temporale 1000–2020.

Per definire un quadro generale della sismicità dell'area in esame è stato interrogato il database DBMI15, considerando un intorno significativo rispetto ad un punto collocato all'incirca in posizione centrale rispetto ai confini comunali (raggio di 50 km con centro avente latitudine 44.913 e longitudine 9.403). Sono stati identificati in totale 452 eventi significativi, riportati nella Figura 5 ove sono indicati con colori diversi in funzione dell'Intensità massima I<sub>max</sub>.

Gli eventi più significativi presentano una Intensità massima I<sub>max</sub> pari a 8 e sono ubicati a Gaminella (PV), Piacenza, San Paolo (PV), Stazzano (AL).



**Figura 5** – Estratto dal Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani. Nel cerchio sono indicati i terremoti aventi epicentro compreso in un raggio di 50 km dal centro del territorio comunale di Pianello Val Tidone.

Nel dettaglio, la storia sismica del Comune di Pianello Val Tidone è stata ripresa sempre dal catalogo DBMI15 (Figura 6).

Come visibile dalle immagini che seguono, nella finestra temporale che va dall'anno 1000 al 2020 sono segnalati 7 eventi sismici. In termini di intensità, i principali eventi tellurici percepiti (Figura 7) sono il terremoto del 28/10/1927 di intensità 4 e magnitudo momento

Mw 4.66 e il terremoto del 27/03/1913 per il quale non è indicato un valore di intensità ma è specificato che è stato “percepito” (F = felt) mentre la magnitudo momento è risultata Mw 4.24.

Nella Figura 6 è riportato anche il numero di terremoti (EQs) verificatisi entro una distanza di 10 km.

#### Pianello Val Tidone

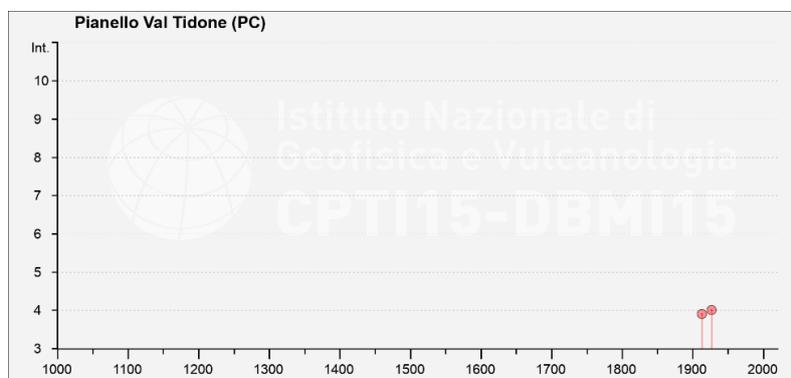
PlaceID IT\_35392  
 Coordinate (lat, lon) 44.947, 9.405  
 Comune (ISTAT 2015) Pianello Val Tidone  
 Provincia Piacenza  
 Regione Emilia-Romagna  
 Numero di eventi riportati 7

Effetti	In occasione del terremoto del						NMDP	Io	Mw	
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale			
NF	1910	01	23	01	50		Fiacentino	118	5	4.39
F	1913	03	27	02	25	4	Val Trebbia	58	4-5	4.24
4	1927	10	28	21	49		Alta Val di Taro	39	6	4.66
NF	1986	12	06	17	07	1	Ferrarese	604	6	4.43
NF	1989	09	13	21	54	0	Prealpi Vicentine	779	6-7	4.85
NF	2005	04	13	18	46	0	Valle del Trebbia	163	4	3.68
NF	2005	04	18	10	59	1	Valle del Trebbia	284	4	3.97

#### Località vicine (entro 10km)

Località	EQs	Distanza (km)
Trevozzo	1	1
Ziano Piacentino	4	6
Nibbiano	3	8
Piozzano	3	8
Golferenzo	5	8
Pecorara	5	8
Borgonovo Val Tidone	10	8
Roveskala	3	8
Volpara	3	9
Caminata	4	9
Breno di Mezzo e Chiesa	2	9
Agazzano	10	9
Santa Maria della Versa	5	9
Rezzanello	1	10
San Damiano al Colle	5	10
Montecalvo Versiggia	5	10

**Figura 6** – Storia sismica del Comune di Pianello Val Tidone, tratta dal catalogo DBMI15. **NMDP**: numero di MDP, ovvero dati di intensità macrosismica (Macro seismic Data Point); **Io**: intensità epicentrale; **Mw**: magnitudo momento; Effetti: **F** = felt, **NF** = non felt.



**Figura 7** – Grafico intensità-tempo relativo agli eventi sismici verificatisi nel territorio comunale oggetto di studio, in cui sono segnalati i due terremoti avvenuti nella prima metà del '900.

Dalla consultazione del catalogo CPTI 15 v. 4.0, dei due principali eventi sismici percepiti presso anche nel territorio comunale di Pianello Val Tidone sono state recuperate le seguenti informazioni.

1913 marzo 27 02:25:44.00 Val Trebbia								
EqID 19130327_0225_000								
	Lat	Lon	Orig. ep.	Io	Mw	ErMw	Orig. mag.	Profond.
★ CPTI15	44.895	9.327		4-5	4.24 ± 0.19		Mdm	
▣ Macro	44.895	9.327	bx0	4-5	4.24 ± 0.19		bxn	

1927 ottobre 28 21:49 Alta Val di Taro								
EqID 19271028_2149_000								
	Lat	Lon	Orig. ep.	Io	Mw	ErMw	Orig. mag.	Profond.
★ CPTI15	44.520	9.590		6	4.66 ± 0.20		Mdm	
▣ Macro	44.520	9.590	bx0	6	4.66 ± 0.20		bxn	

**Figura 8** – Principali caratteristiche degli eventi sismici registrati in prossimità del Comune di Pianello Val Tidone. **Orig. ep.**: origine epicentro; **bx0**: calcolata da Boxer, metodo 0; **Io**: intensità epicentrale, **Mw**: magnitudo momento, **ErMw**: errore associato alla magnitudo momento, **orig. mag.**: origine magnitudo – **Mdm**: macrosismica, determinata da dati di intensità, **bxn**: calcolata da Boxer con il metodo delle isosisme.

## 2.4 – CLASSIFICAZIONE SISMICA

Prima del 1998, anno in cui è stata proposta la classificazione sismica elaborata dal Gruppo di Lavoro costituito sulla base della risoluzione della Commissione Nazionale di Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi nella seduta del 23 aprile 1997, il Comune di Pianello Val Tidone risultava come “Non Classificato”.

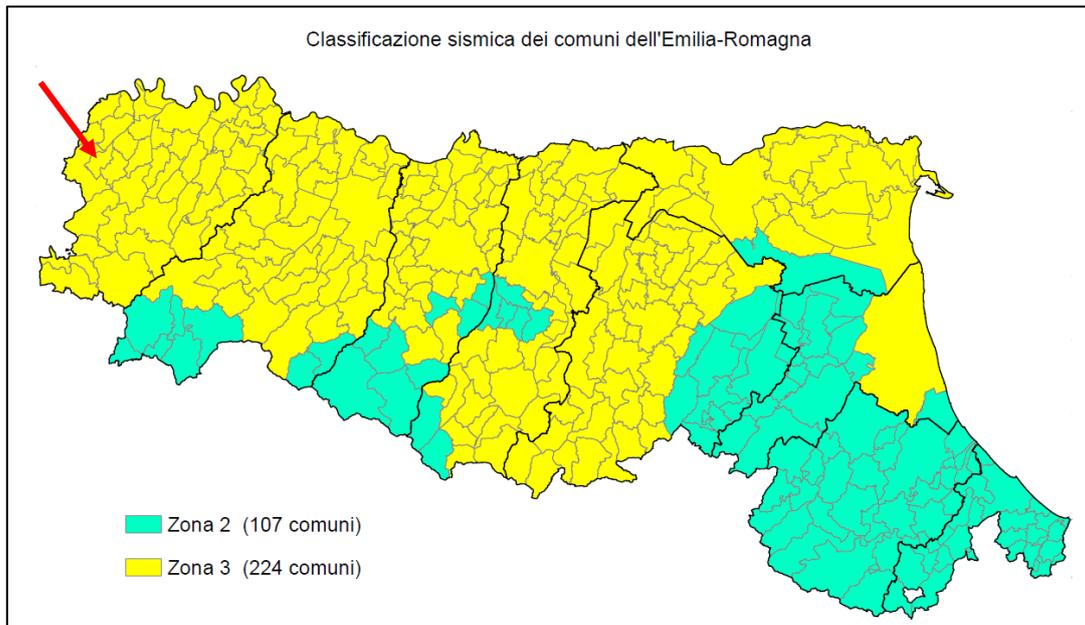
La stessa categoria è stata mantenuta con la “*Proposta di riclassificazione sismica del territorio nazionale*” del 1998, elaborata dal GdL sopra citato.

Con l’Ordinanza n. 3274 del 20/03/2003 del Presidente del Consiglio dei Ministri (pubblicata sulla G.U. n. 105, S.o.n. 72 del 08/05/2003 “*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*”), è stata effettuata una riclassificazione sismica dell’intero territorio italiano; al Comune di Pianello Val Tidone è stata attribuita la zona sismica 4, caratterizzata da una sismicità molto bassa.

La classificazione del 2003 è stata superata da quella operata recentemente dalla Regione Emilia–Romagna con D.G.R. 23/07/2018 n. 1164 (“*Aggiornamento della classificazione*”).

*sismica di prima applicazione dei comuni dell'Emilia-Romagna*"), che ha definito la classificazione del Comune di Pianello Val Tidone in zona sismica 3 (Figura 9).

Ai sensi dell'Allegato 4 alla Delibera dell'Assemblea Legislativa (D.A.L.) della Regione Emilia-Romagna n. 112/2007, il valore di accelerazione massima orizzontale di picco al suolo arefg, cioè per  $T = 0$ , per il comune di Pianello Val Tidone è pari a 0.098g.



**Figura 9** – Aggiornamento della classificazione sismica dei Comuni della Regione Emilia-Romagna come previsto dal D.G.R. del 23/07/2018 n. 1164 (Allegato B). La freccia rossa indica l'ubicazione del Comune di Pianello Val Tidone.

### **3. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA**

Nel presente capitolo vengono descritte le proprietà geolitologiche dei terreni che costituiscono il substrato dell'area oggetto del presente studio e, nel contempo, i principali lineamenti geomorfologici che la caratterizzano.

#### **3.1 – CONTESTO GEOLOGICO-STRUTTURALE E TETTONICO**

Il territorio comunale di Pianello Val Tidone risulta inserito in contesto geologico-strutturale piuttosto complesso. Esso ricade all'interno di un settore della catena appenninica settentrionale, la cui genesi è connessa alle spinte orogenetiche che si sono succedute, in più fasi, tra la placca europea e la microplacca Adria.

L'Appennino è un edificio strutturale a falde sovrapposte che si accavallano lungo superfici di sovrascorrimento immergenti, generalmente, a basso angolo. Esse si sono attivate a partire dal Cretaceo e sono state interessate da momenti di acme nell'Eocene, nell'Oligocene superiore – Miocene inferiore e nel Tortoniano.

Il contesto geologico-strutturale è reso ancor più caotico poiché le superfici di sovrascorrimento che segnano il contatto tra le varie unità stratigrafico-tettoniche sono spesso ripiegate da eventi deformativi duttili, che rendono difficoltosa l'interpretazione dell'assetto giaciturale delle superfici di stratificazione e dei contatti tettonici.

Le unità stratigrafico-tettoniche che si sono sovrapposte durante le fasi orogenetiche corrispondevano originariamente a sedimenti depositi in domini paleogeografici differenti: il Dominio ligure, coincidente con l'area oceanica a suo tempo interposta tra le due placche prima della loro collisione, il Dominio epiligure, impostato al di sopra delle unità liguri già deformate e tettonizzate, il Dominio subligure depositatosi in corrispondenza della crosta africana assottigliata adiacente alla zona oceanica e, infine, il Dominio tosco-umbro, di pertinenza africana.

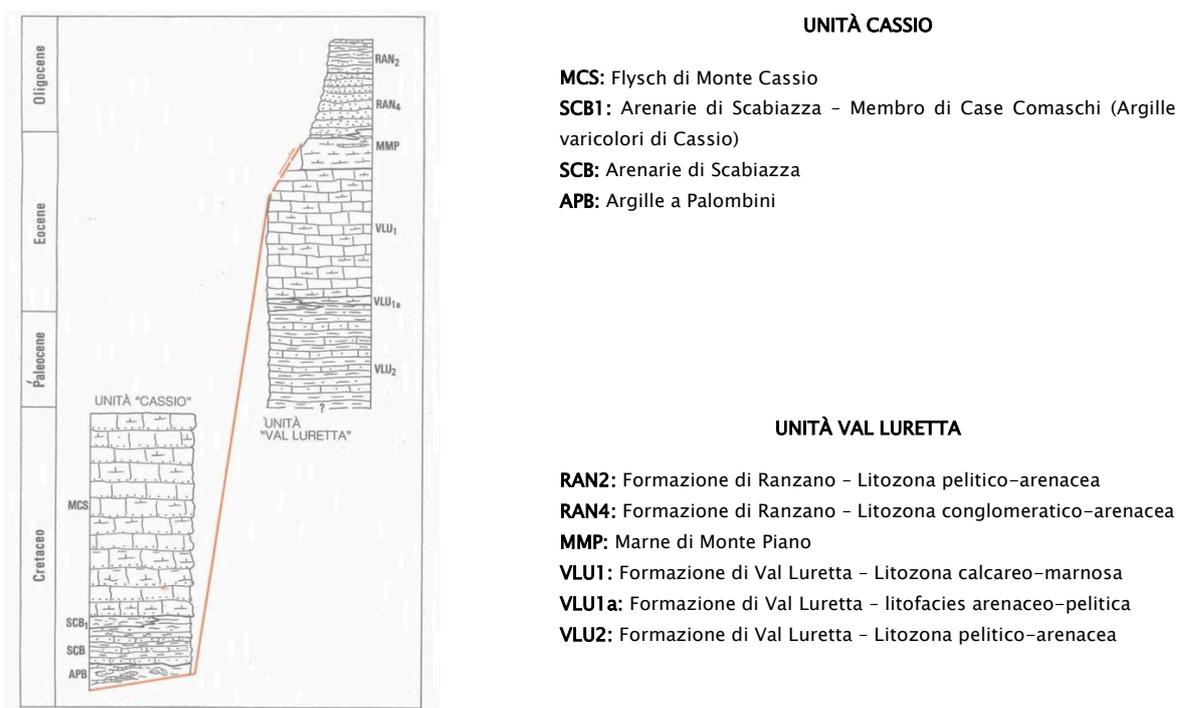
Come anticipato, tali unità tettoniche inizialmente deposte in contesti differenti sono messe in contatto tra loro da una serie di sovrascorrimenti, con vergenza prevalente verso NE, che rappresentano a livello regionale le strutture tettoniche dominanti.

Il territorio in esame fa parte del dominio tettonico delle Unità Liguri Esterne e, in particolare, delle seguenti due unità tettoniche: Unità Bettola/Val Luretta (9<sup>II</sup> in Figura 12) e Unità Cassio. La prima è costituita dalle formazioni Flysch di Bettola (*Campaniano sup.* – *Paleocene inf.*), non presente nella zona studiata, e Formazione di Val Luretta (*Paleocene inf.* – *Eocene medio*; Hi4–Sp3 in Figura 13) e, al di sopra della stessa, poggiano in discordanza stratigrafica terreni attribuibili alla Successione Epiligure (15a in Figura 12 e

Rn–Mp3 in Figura 13). Si tratta delle Marne di Monte Piano (*Luteziano sup. – Priaboniano*) e della Formazione di Ranzano (*Priaboniano sup. – Rupeliano inf.*).

La porzione più meridionale del territorio comunale è interessata dall'Unità Cassio (10<sup>III</sup> in Figura 12, Hs1–Hs2 in Figura 13), costituita dal Flysch di Monte Cassio e da un "complesso di base" formato dalle Argille varicolori di Cassio, a cui sono associate areniti e conglomerati riferibili ai Conglomerati dei Salti del Diavolo (località Torre, nei pressi della frazione Gadignano), e dalle Arenarie di Scabiazza, cui sono associati lembi di successioni mesozoiche ad affinità sudalpina (es. Maiolica).

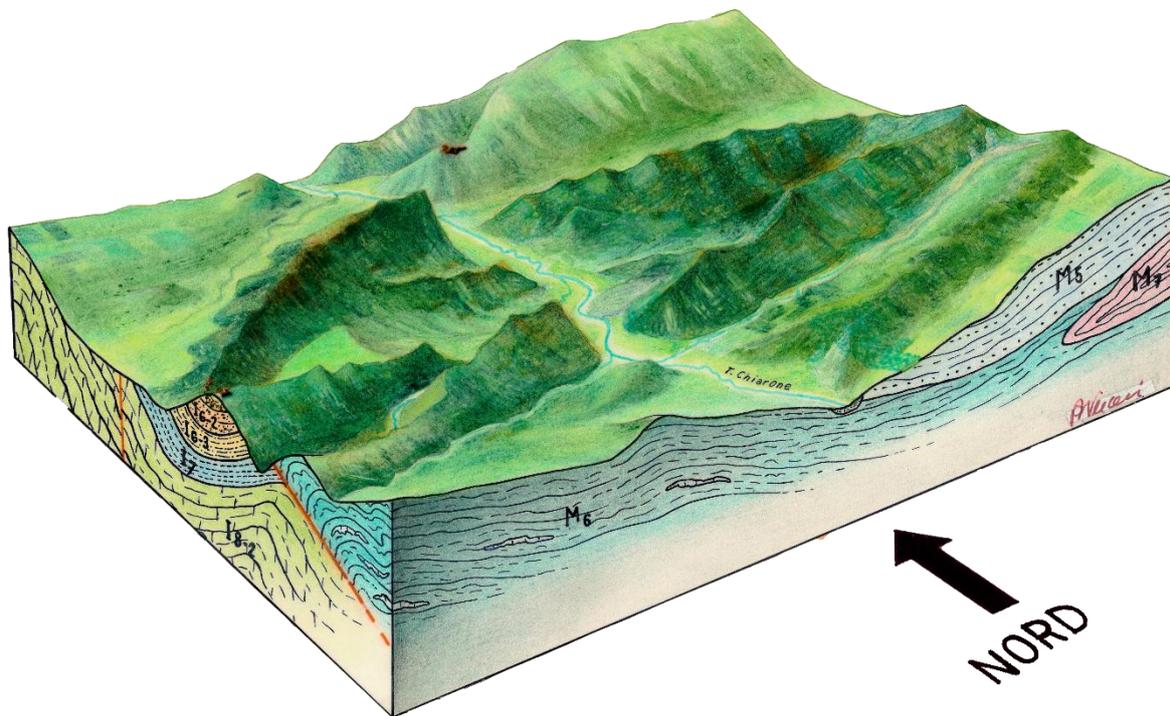
Il rapporto tra le due Unità citate è di tipo tettonico (Figura 10): uno degli elementi strutturali principali del territorio comunale è rappresentato, infatti, dalla superficie di sovrascorrimento ad andamento circa E–O dei terreni dell'Unità Cassio al di sopra di quelli dell'Unità Bettola/Val Luretta.



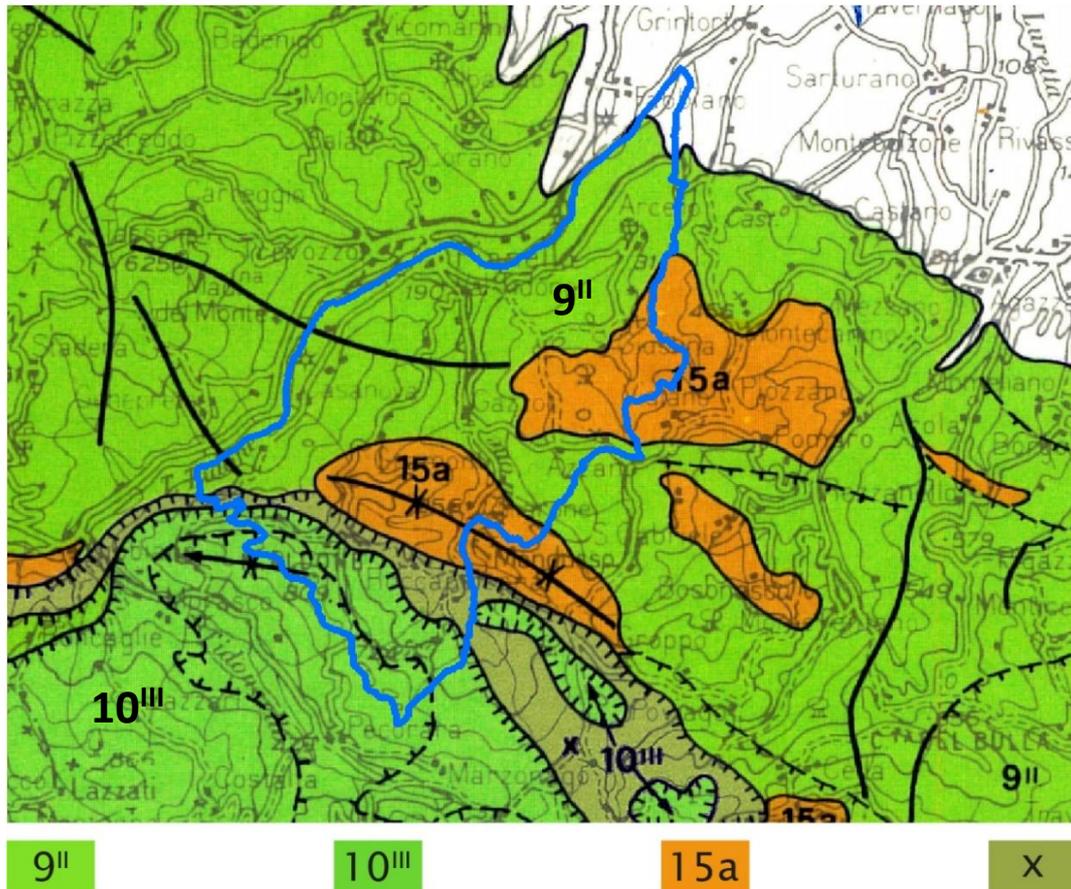
**Figura 10** – Schema dei rapporti stratigrafico-tettonici delle Unità costituenti il substrato dell'area in esame. Tratto da: BARONI et al., *Carta geologica dell'Appennino emiliano-romagnolo. Pianello Val Tidone, sezione 179050*. Scala 1:10.000. Edizione 1989. S.E.L.C.A. Srl – Firenze.

I rapporti tettonici sopra descritti sono emblematicamente documentati nella Val Chiarone, ove l'omonima sinclinale sospesa (valle a canoa) sutura il sovrascorrimento tra l'Unità Cassio, presente verso meridione nel settore al di sotto delle Epiliguri, e l'Unità Bettola/Val Luretta posta a N–NE (Figura 11).

La sovrapposizione tra queste due unità strutturali poco a ovest è testimoniata dalla presenza di piccole finestre tettoniche che vedono affiorare lembi dell'unità sottostante, che è stata sovrascorsa.



**Figura 11** - Blocco-diagramma schematico rappresentativo della valle a canoa del T. Chiarone e delle formazioni che ne costituiscono la sinclinale sospesa. Il T. Chiarone separa il territorio comunale di Pianello Val Tidone, a ovest, da quello di Piozzano. **I6-2**: Formazione di Ranzano, **I6-3**: Marne di Monte Piano, **I8-2**: Formazione di Val Luretta, **M5**: Arenarie di Scabiazza, **M6**: Argille a Palombini, **M7**: Calcari a Calpionelle.



**Figura 12** – Estratto da ABBATE et alii, 1992 – *Carta Strutturale dell'Appennino Settentrionale*, foglio 4 Liguria, 1:250.000. In azzurro è indicato il limite comunale di Pianello Val Tidone.

**9<sup>II</sup>** = **Unità Sporno Luretta** (*Eocene medio / Cretacico Superiore*): Torbiditi calcareo marnose e arenacee; complesso di base a torbiditi arenaceo argillose. (**Hi4**, **Sp3** di Figura 13)

UNITÀ LIGURE (ALLOCTONA)

**10<sup>III</sup>** = **Unità Cassio** (*Eocene Inferiore?/Cretacico Inferiore*): torbiditi pelitiche, calcareo marnose ad Elmintoidi ed arenacee; complesso di base arenaceo-pelitico-conglomeratico, Argille a Palombini, olistostromi calcareo-silicei e ofiolitici. (**Hs1**, **Hs2** di Figura 13)

UNITÀ LIGURE (ALLOCTONA)

**15a** = **Gruppo di Loiano e di Antognola-Ranzano-Monte Piano** (*Miocene Inferiore/Eocene Superiore*): torbiditi arenacee e siltose; conglomerati; arenarie e marne. (**Rn**, **Mp3** di Figura 13)

SUCCESSIONE ALLOCTONA-SEMIALLOCTONA DI LOIANO, RANZANO BISMANTOVA (POST FASE LIGURE)

**X** = **Complesso Caotico** (*cf. Argille Scagliose*): argilliti con diffuse e minute superfici di scorrimento inglobanti clasti litoidi calcarei, calcarenitici, arenacei, breccie ofiolitiche, ofioliti e pozioni di serie di prevalente origine ligure di età Eocene/Giurassico, più elementi vari Plio/Oligocenici. Messa in posto in momenti diversi a partire dal Terziario; talora in giacitura olistostromica. (**Tv**, **Os** di Figura 13)

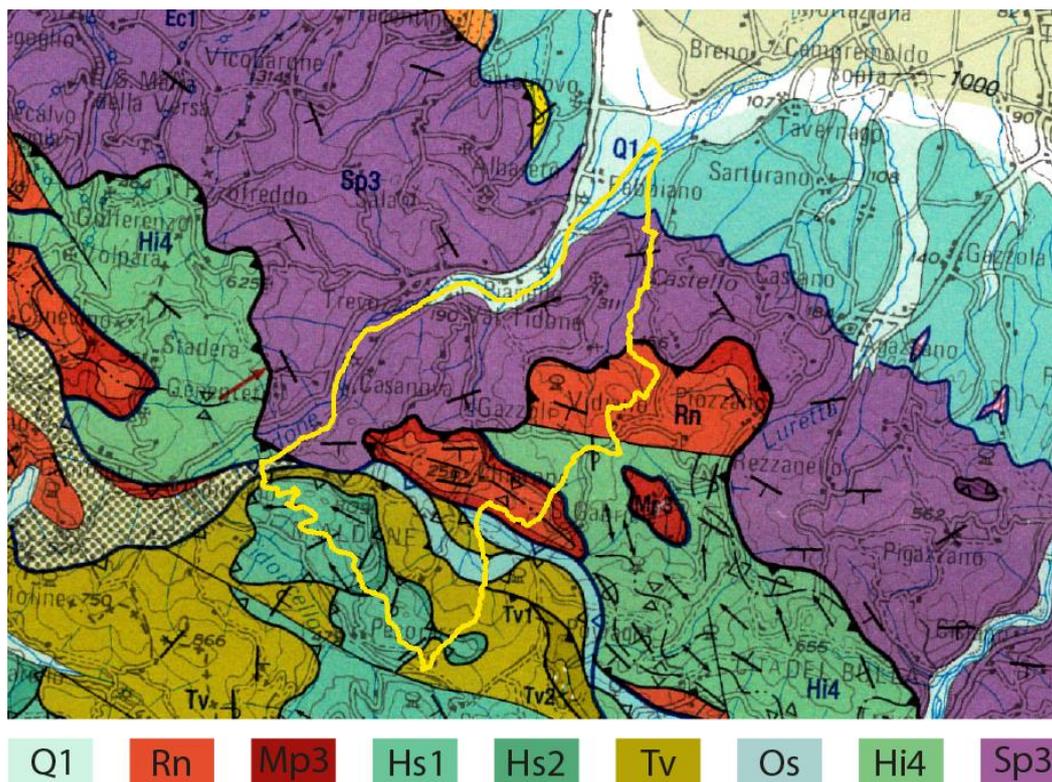


Figura 13 – Stralcio estratto da CERRINA FERONI et alii, 2002 – *Carta Geologico-Strutturale dell'Appennino Emiliano-Romagnolo*, scala 1:250.000.

DEPOSITI CONTINENTALI PLIO-QUATERNARI

**Q1** = Alluvioni recenti.

SUCCESSIONI EPISUTURALI POST FASE MESOALPINA (Eocene medio-Pleistocene)

**Rn** = Depositi terrigeni indifferenziati (Formazione di Ranzano s.s.). (15a di Figura 12)

**Mp3** = Argille varicolori e marne emipelagiche (Marne di Montepiano). (15a di Figura 12)

UNITÀ LIGURI

Unità superiore dei Flysch ad Elmintoidi

**Hs1** = Argilliti e calcilutiti silicee (Argille a Palombini); argille varicolori; arenarie e conglomerati (Conglomerati dei Salti del Diavolo). *Hauteriviano-Campaniano*. (10<sup>III</sup> di Figura 12)

**Hs2** = Marne e calcari marnosi torbiditici (Flysch di Monte Cassio). *Campaniano sup. - Maastrichtiano inf.* (10<sup>III</sup> di Figura 12)

Unità media Val Taro

**Tv** = Siltiti, argilliti e calcilutiti silicee (Argille a Palombini, Argilliti di S. Siro); arenarie, areniti ibride e peliti torbiditiche (Arenarie di Ostia-Scabiazza). *Hauteriviano-Campaniano medio*. (X di Figura 12)

Unità ofiolitica superiore

**Os** = Breccie a matrice argillosa, Argille a palombini (*Cretaceo*). (X di Figura 12)

Unità inferiore dei Flysch ad Elmintoidi

**Hi4** = calcari marnosi e marne torbiditiche, arenarie e peliti torbiditiche (Formazione di Val Luretta, Formazione di Monghidoro). *Maastrichtiano sup-Luteziano inf.* (9<sup>II</sup> di Figura 12)

Unità Sporno-Carpegna

**Sp3** = calcari e calcari marnosi torbiditici (Flysch di Farini d'Olmo, M. Sporno, M. Morello). *Daniano-Luteziano*. (9<sup>II</sup> di Figura 12)

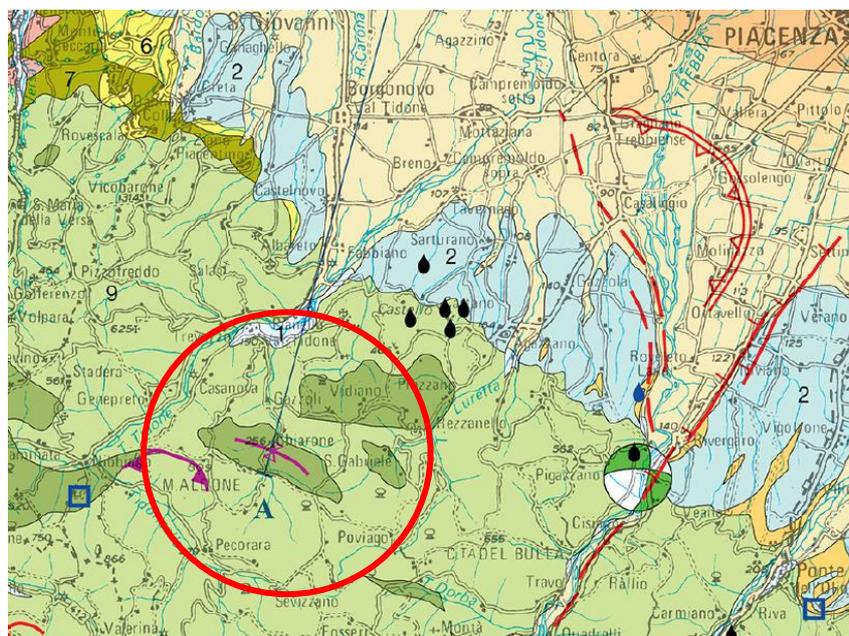
L'area in esame è interessata da elementi lineari riconducibili essenzialmente a sovrascorrimenti e faglie a diverso cinematismo, tra le quali prevalgono quelle di tipo inverso che si coniugano con i lineamenti trascorrenti a direzione antiappenninica.

La presenza delle faglie non è facilmente riscontrabile in modo visibile sul terreno, a causa dell'estesa copertura eluvio/colluviale, per cui esse vengono indicate in cartografia sulla base di considerazioni sia di carattere litologico che morfologico.

I sovrascorrimenti, di contro, sono più facilmente individuabili per la "vicinanza" di elementi di unità strutturali differenti, anche se il piano di movimento vero e proprio non è visibile sul terreno.

È da segnalare che spesso la loro presenza è segnalata da particolari elementi morfologici. Infatti, è comune che, in Appennino, si rinvenivano valli fluviali in corrispondenza delle zone di accavallamento, in quanto la tettonizzazione derivata dallo "scontro" comporta la genesi di zone di debolezza più o meno cataclaste che risultano maggiormente sensibili all'erosione dei corsi d'acqua.

Come visibile in Figura 14 la *Carta sismotettonica della Regione Emilia-Romagna e aree limitrofe* (MARTELLI et alii, 2017), nell'area di studio non sono presenti faglie attive, ma è segnalata solo la presenza di un sovrascorrimento, verso la parte basale del versante più acclive del Monte Aldone, in corrispondenza del contatto tra il Flysch ad Elmintoidi del M. Cassio e le Argille varicolori di Cassio.



**Figura 14** – Stralcio della Carta sismotettonica della Regione Emilia-Romagna e aree limitrofe (MARTELLI et alii, 2017). Il cerchio rosso indica il territorio comunale di Pianello Val Tidone. La relativa legenda è riportata nella figura seguente.

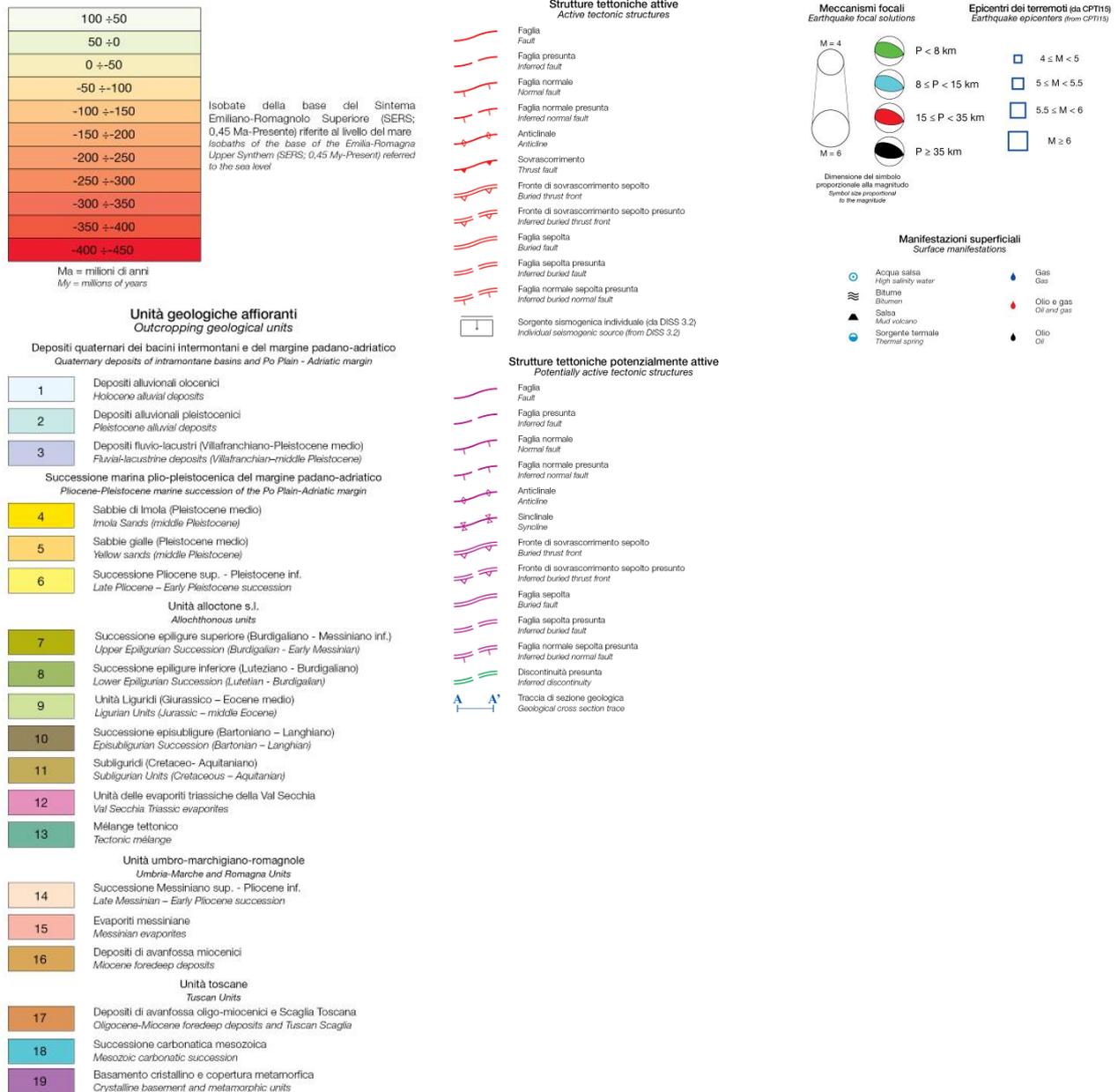


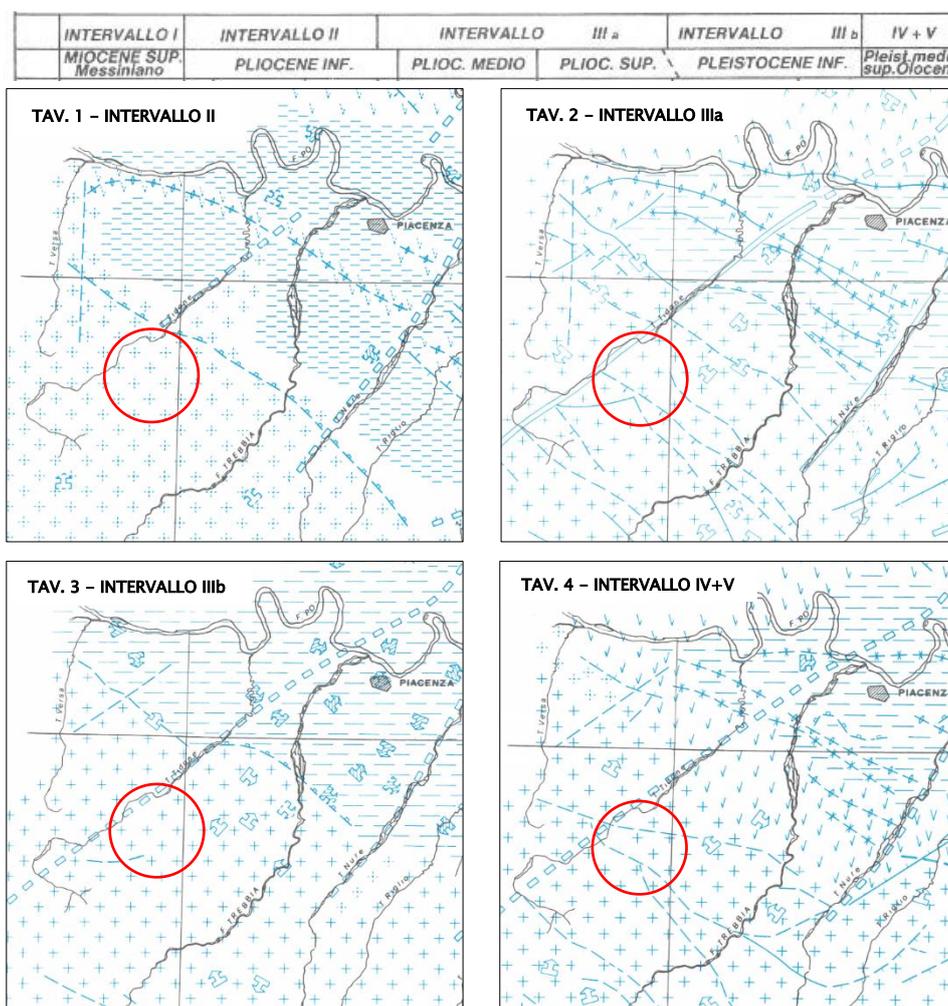
Figura 15 – Legenda della Carta sismotettonica della Regione Emilia-Romagna e aree limitrofe (MARTELLI et alii, 2017).

Si fa presente che nel corso della predisposizione della Neotectonic Map of Italy (AMBROSETTI et alii, 1983), gli studi condotti a più livelli e riprese hanno indicato la presenza di lineamenti morfo-strutturali basati, soprattutto, su evidenze foto-interpretative e morfologiche.

Tali lineamenti sono derivati dall'individuazione di elementi morfotettonici quali allineamenti di selle, di vette, gomiti di cattura, confluenze fluviali controcorrente e/o ad uncino, asimmetria delle valli fluviali, scarpate, ecc.

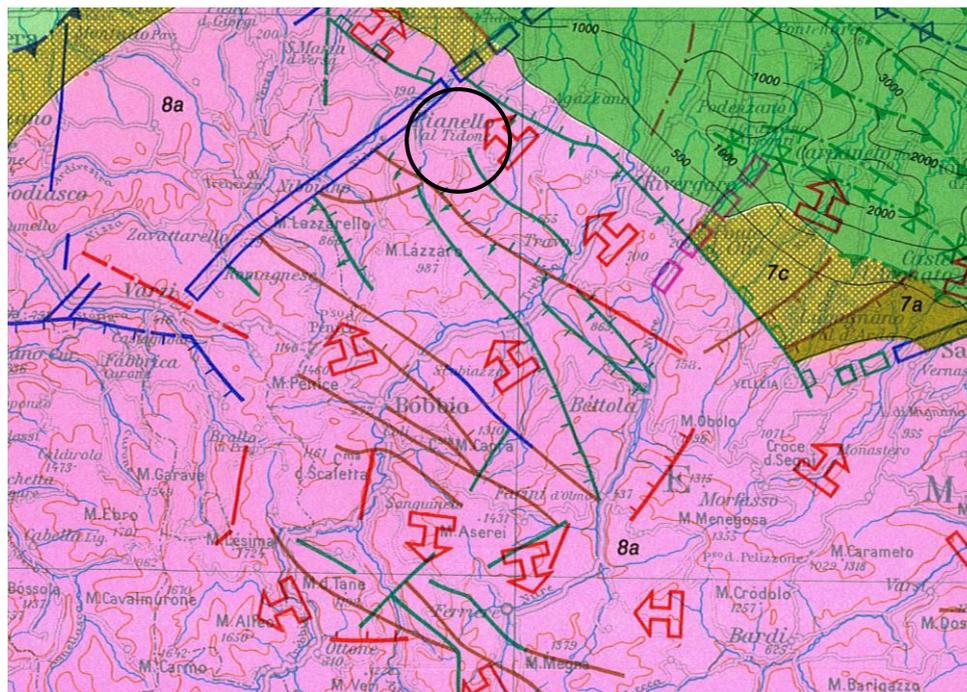
Essi sono talora particolarmente evidenti, ma la loro genesi non può essere attribuita con certezza ad una causa strutturale. Di conseguenza, non è possibile attribuire loro una condizione di attività sismotettonica, soprattutto recente, dal momento che tali lineamenti sono impostati e riconosciuti in terreni di età terziaria.

Pertanto, essi non sono stati riportati nella Carta geologico-technica allegata alla presente relazione, ma tali elementi sono indicati a livello conoscitivo nelle tavole di Figura 16, ove sono anche indicati i movimenti areali in sollevamento (+) o in abbassamento (-).



**Figura 16** – Stralci delle tavole costituenti la *Carta neotettonica dell'Appennino Settentrionale* (BARTOLINI et alii, 1982), scala 1:400.000. Il cerchio rosso è indicativo del territorio comunale di Pianello Val Tidone. Le quattro immagini si riferiscono agli intervalli temporali indicati nello stralcio di legenda riportato in testa.

Tutti gli studi condotti in ambito neotettonico e progressivamente editi hanno trovato la loro sintesi nella Neotectonic Map of Italy (AMBROSETTI et alii, 1983), riportata in Figura 17.



	<b>AVANFOSSA FORTEMENTE DEFORMATA NEL PLIOCENE E NEL QUATERNARIO</b>
	Abbassamento intenso dei bacini asimmetrici longitudinali interposti tra le culminazioni localmente interessate da prevalente sollevamento. Forti deformazioni per faglie, pieghe e sovrascorrimenti.
	<b>AVANFOSSA EVOLUTA IN CATENA NEL PLIOCENE E PLEISTOCENE INF.</b>
	Abbassamento continuo nel Pliocene e Pleistocene inf., sollevamento a partire dal Pleistocene medio. Deformazione per faglie inverse e pieghe, localmente associate a sovrascorrimenti.
	Abbassamento interrotto da fasi di sollevamento nel Pliocene, sollevamento a partire dal Pliocene sup. - Pleistocene inf.
	<b>CATENA APPENNINICA FORTEMENTE DEFORMATA NEL PLIOCENE E NEL QUATERNARIO</b>
	Settori esterni della catena in continuo sollevamento durante il Pliocene e il Quaternario, deformati prevalentemente per faglie inverse, pieghe e sovrascorrimenti a partire dal Pliocene inf.
	<b>SIMBOLI TETTONICI</b> Il colore indica l'età della deformazione:  Pleistocene medio - Olocene e forse più antico  Quaternario, forse più antico.  Pliocene e Quaternario.  Pliocene (medio - sup.) fino a Pleistocene inf.  Pliocene (inf. - medio).
	Faglia con movimento non definito.
	Faglia normale (i trattini indicano la parte ribassata).
	Faglia inversa (i trattini indicano la parte ribassata, le frecce l'immersione del piano di faglia).
	Sovrascorrimento.
	Asse di sinclinale.
	Asse di anticlinale.
	Flessura (i quadrati indicano la parte ribassata).
	Fascia di deformazione.
	Area interessata da deformazione differenziale, la freccia indica il senso di immersione (per deformazioni successive al Pleistocene inf.).

Figura 17 – Stralcio tratto da AMBROSETTI et alii (1983) – Neotectonic Map of Italy (scala 1:500.000).  
Il cerchio individua l'ubicazione dell'area indagata nel presente Studio di MS.

### **3.2 – CARATTERI GEOLITOLOGICI**

L'ambito territoriale indagato è cartografato al Foglio 71 "Voghera" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 e al Foglio 179 "Ponte dell'Olio" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000.

Come anticipato, le formazioni geologiche affioranti sono collocabili alla porzione sommitale dell'edificio strutturale della catena appenninica (Unità Liguri e Successione Epiligure). Si tratta, per la maggior parte, di litotipi di carattere terrigeno corrispondenti a sedimenti di tipo flyschoidi di origine marina (alternanza di strati eterogenei di arenarie, marne, argille e calcari) di età compresa tra il Cretacico inferiore e l'Oligocene.

La diffusione areale di questa tipologia di materiali ha significativamente condizionato, e influisce tuttora, sull'aspetto del paesaggio, poiché si tratta di terreni con un'importante componente argillosa che li rende sensibili all'azione degli agenti esogeni (precipitazioni, gelo e disgelo, ecc.) che agiscono su di essi e ne determinano una marcata alterazione con la formazione di potenti coltri regolitiche.

Le unità litologiche presenti all'interno dei limiti amministrativi del Comune di Pianello Val Tidone sono le seguenti:

#### **DEPOSITI DI COPERTURA**

##### **DEPOSITI QUATERNARI INTRAPPENNINICI CONTINENTALI PRIVI DI UNA FORMALE CONNOTAZIONE STRATIGRAFICA**

###### **b1/b1a – Depositi alluvionali intravallivi**

Ghiaie e sabbie prevalenti, dello spessore di alcuni metri, da sciolti a mediamente addensati, talora ricoperti da una coltre limoso-argillosa bruno giallastra o bruno-grigiastra. Si distinguono in depositi alluvionali recenti (b1a) e in depositi alluvionali in evoluzione (b1): i depositi alluvionali recenti risultano fissati dalla vegetazione e corrispondono ad aree esondabili in condizioni di piena ordinaria; i depositi alluvionali in evoluzione si rinvengono entro l'alveo attivo. Tali materiali sono presenti in particolare lungo il fondovalle del Torrente Tidone e, in modo meno esteso, sul fondovalle del Torrente Chiarone.

---

## SUCCESSIONE POST EVAPORITICA DEL MARGINE PADANO ADRIATICO

### SUPERSINTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO

A questa unità sedimentaria fa capo una serie di alloformazioni (UBSU) che nel territorio comunale di Pianello Val Tidone è rappresentato da:

#### **AES8a** – unità di Modena

Ghiaie fluviali: ghiaie da grossolane a fini con matrice sabbiosa o, più raramente, argillosa, in strati da spessi a molto spessi, generalmente amalgamati. Presenti delle intercalazioni di sabbie e sabbie-ghiaiose, spesso sviluppate al tetto degli strati. Strutture sedimentarie assenti o date da embriciatura dei ciottoli e gradazione positiva (nelle ghiaie più fini). Sono ricoperte da una coltre limoso argillosa discontinua. Si tratta di depositi alluvionali intravallivi, terrazzati e di conoide. Lo spessore massimo dell'unità è di alcuni metri. Il profilo di alterazione è di esiguo spessore (poche decine di cm). *Olocene; post IV-VII sec. d.C.*

### SUPERSINTEMA DEL QUATERNARIO MARINO

#### **CMZ** – sintema di Costamezzana

Limi, limi sabbiosi e sabbie limose grigio-azzurri, giallo ocracei all'alterazione; sono frequenti i livelli ricchi in frustoli vegetali ed in sostanza organica: depositi di piana alluvionale e deltizia. Ghiaie, ghiaie sabbiose e sabbie, spesso cementate, grigio-verdastre, ocracee all'alterazione: depositi di riempimento di canale distributore e, localmente, di conoide alluvionale distale o delta conoide. Spessore variabile da alcuni metri a qualche centinaio di metri. Il contatto di base è erosivo e discordante sulle Marne del Rio Lisone, Marne di Montepiano e Formazione di Val Luretta. *Pleistocene inferiore.*

## SUBSTRATO

### SUCCESSIONE EPILIGURE

- Formazione del Termina (TER) – Marne e marne argillose grigie, debolmente siltose e laminate. Si intercalano localmente sottili letti arenitico-siltosi. Depositati emipelagici di bacino profondo.

*Tortoniano*

- **Formazione di Ranzano (RAN)** – Unità prevalentemente arenitica, con episodi conglomeratici e depositi caotici, suddivisa in sottounità: depositi torbiditici e depositi di colata intraformazionale. Potenza parziale della formazione circa 250 metri.

Affiorano prevalentemente nella porzione centrale del territorio comunale, in corrispondenza del nucleo della sinclinale della Val Chiarone. Gli altri affioramenti, a causa dell'intensa tettonizzazione subito dalla zona in esame e, anche, della copertura vegetale, sono frammentari e discontinui.

*Priaboniano – Rupeliano*

Membro della Val Pessola (RAN<sub>2</sub>) – Litoareniti fini e medie grigie e grigio-verdastre, in letti sottili e medi, talora spessi, intercalate a marne siltose grigio scure in letti da medi a molto spessi. Sono presenti pacchi di strati intensamente piegati e disarticolati, di spessore variabile, contenenti rari ciottoli decimetrici extraformazionali, ben arrotondati: depositi di frana sottomarina intraformazionale (slumps). Di particolare rilevanza sono le deformazioni gravitative visibili poco a monte dell'abitato di Chiarone, ove si riscontra un livello caoticamente deformato di spessore plurimetrico (RAN<sub>2sl</sub>), messo in posto, molto presumibilmente, da un evento sismico particolarmente rilevante, riscontrabile anche in altre successioni sedimentate nella medesima finestra temporale e nella stessa posizione stratigrafica. Il contatto è netto sul membro di Pizzo d'Oca RAN1.

*Priaboniano superiore–Rupeliano inferiore.*

Membro di Pizzo d'Oca (RAN<sub>1</sub>) – 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. È presente anche la litofacies pelitica RAN1a. Contatto sulle Marne di Montepiano.

*Priaboniano superiore.*

- Marne di Montepiano (MMP) – Marne e marne siltose grigie e grigio-verdastre, rossastre alla base, con rare e sottili intercalazioni arenacee verso il tetto della formazione; peliti di bacino profondo e peliti torbiditiche. Potenza variabile da 0 a 150 metri circa. Contatto discordante con la Formazione di Val Luretta. Questa formazione occupa principalmente la porzione centrale del territorio comunale, in corrispondenza della piega a sinclinale della Val Chiarone dove si trovano associate alla Formazione di Ranzano. *Luteziano–Priaboniano.*

**UNITÀ LIGURI**

- **Flysch di Monte Cassio (MCS)** – Unità torbidityca prevalentemente calcareo–marnosa, in facies di Flysch ad Elmintoidi. È costituita da alternanze di arenarie ibride fini e medie, color grigio–nocciola, giallastro all’alterazione, e di marne e marne calcaree grigie in strati spessi, molto spessi e banchi. Localmente si intercalano arenarie medie e fini a cemento carbonatico, grigio–scure e argille siltoso–marnose, in strati sottili e medi: torbidityti terrigene. Potenza parziale stimabile in 400 metri circa. Passaggio per alternanza con le Argille varicolori di Cassio sottostanti, spesso tettonizzato, non direttamente osservabile. Fa parte dell’Unità tettonica Cassio (sottounità Monte Calenzona).

I sedimenti torbiditytici di tale formazione costituiscono i rilievi che definiscono il limite meridionale del territorio comunale (M. Aldone e M. Bono). In funzione delle peculiari caratteristiche litologiche e della fratturazione che pervade, anche intensamente, le successioni flyschoidi, queste rocce assumono il carattere di “serbatoi” in grado di immagazzinare rilevanti quantitativi di acque meteoriche, che poi rilasciano alla loro base in corrispondenza del contatto delle successioni argillose e argilloso–arenacee delle Argille varicolori di Cassio e delle Arenarie di Scabiazza. Tali evenienze danno origine ad una serie di dissesti franosi.

*Campaniano superiore–Maastrichtiano.*

- **Argille Varicolori di Cassio (AVV)** – Argille ed argille siltose rosse, verdi e grigie: peliti di mare profondo. Localmente sono presenti intercalazioni di litoareniti feldspatiche grigio–chiare, medie e fini, in strati sottili e medi e conglomerati poligenici, in strati medi e spessi, i cui elementi provengono da crosta continentale (Conglomerati dei Salti del Diavolo – Sames, 1967): torbidityti. Potenza massima 50 metri circa. Fa parte dell’Unità tettonica Cassio (sottounità Monte Calenzona).

*Santoniano–Campaniano superiore.*

- **Arenarie di Scabiazza (SCB)** – Alternanze di litoareniti grigio–nocciola, fini e medie, frequentemente micacee, a cemento carbonatico, talora ricche in frustoli carboniosi, e di marne siltose grigio scure in strati da sottili a medi, talora spessi: torbidityti pelitico–arenacee. Calclitoareniti grigio–chiare, conglomerati e breccie, frequentemente gradati, associati a marne e marne siltose grigie: torbidityti arenaceo–pelitiche. La formazione è fittamente stratificata e gli strati sono tipicamente da medi a molto spessi a banchi. Localmente si intercalano livelli di argille rossastre. Sono altresì presenti breccie matrice–sostenute, debolmente cementate, di composizione litica prevalentemente carbonatica, in strati spessi e banchi di olistoliti eterometrici di Maiolica: depositi da colata e frana sottomarina. È presente anche la litofacies

conglomeratica SCBd. La formazione si presenta intensamente tettonizzata. Fa parte dell'Unità tettonica Cassio (sottounità Scabiazza).

Questa formazione affiora solamente nella porzione meridionale del territorio comunale.

*Cenomaniano–Campaniano inferiore?*

- **Argille a Palombini (APA)** - Argilliti o argilliti siltose grigio scure, più raramente verdi, ocracee, rossastre, fissili, alternate a calcilutiti silicizzate grigio chiare e grigio-verdi, biancastre o giallastre in superficie alterata, talora a base calcarenitica laminata, e più rari calcari marnosi grigi e verdi in strati spessi e marne calcaree grigio scure o verdi, in strati medi e spessi. Si possono presentare in brecce monogeniche con abbondante matrice pelitica e clasti calcarei. Possono essere presenti olistoliti di Serpentiniti ( $\Sigma$ ), basalti ( $\beta$ ), olistoliti di brecce ofiolitiche (bo), Diaspri (DSD) e Calcari a Calpionelle (CCL). Sedimentazione pelagica argillosa, intervallata da risedimentazione di fanghi carbonatici. Potenza geometrica variabile da alcune decine ad alcune centinaia di metri.

Nell'area in esame, di questa formazione sono osservabili solamente brandelli lapidei intensamente tettonizzati e inglobati all'interno di una matrice argillosa. L'assetto di tale formazione è da ricondurre ad un processo di "mescolamento" tettonico di lembi di formazioni differenti messe a contatto da eventi tettonici, che in questo caso corrisponde al sovrascorrimento dell'Unità tettonica Cassio sull'Unità tettonica Luretta.

*Creatacico inferiore – Creatacico superiore.*

- **Formazione di Val Luretta (VLU)** – Formazione arenaceo–marnosa e calcareo–marnosa, suddivisibile, sulla base delle litologie dominanti, in tre membri. Torbiditi di bacino relativamente profondo. Fa parte dell'unità tettonica Bettola/Val Luretta.  
*Paleocene inferiore–Eocene medio.*

Questa Formazione affiora estesamente nella parte settentrionale del territorio comunale, a nord della sinclinale del Chiarone.

**Membro di Genepreto (VLU<sub>3</sub>)** – Alternanze di calcari e calcari marnosi grigio–biancastri 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–scure, in strati medi e di argille marnose rosso vinate. Spessore parziale del membro valutabile in 250–300 metri circa. Passaggio per alternanza al membro di Monteventano VLU2. *Luteziano.*

**Membro di Monteventano (VLU<sub>2</sub>)** – 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). Spessore del membro valutabile in 230 m circa. Contatto sul membro di Poviago VLU1.

*Thanetiano-Ypresiano*

Membro di Poviago (VLU<sub>1 a-b</sub>) – Arenarie grigio-nocciola, medie e fini, talora gradate e marne siltose in strati medi e spessi. È stata localmente distinta una litofacies arenaceo-pelitica (VLU<sub>1a</sub>) Il membro è caratterizzato dalla presenza di 4 banchi di marne rosate (VLU<sub>1b</sub>), spesso a base calcarenitica (biocalcareni nocciola, grossolane e medie, a Nummuliti e Discocicline). Verso la base è presente un orizzonte di spessore decametrico di calcari marnosi grigio-chiari. Spessore del membro valutabile in 450 m circa. Contatto, localmente tettonizzato, con il Flysch di Bettola.

*Daniano-Thanetiano*

### 3.3 – ASSETTO GEOMORFOLOGICO

Come già illustrato, il territorio in esame si colloca in due settori del paesaggio: fondovalle e collina.

Nel settore di fondovalle, alla base dei versanti, i principali elementi del paesaggio sono rappresentati dai terrazzi alluvionali disposti a varie altezze lungo i fianchi vallivi, che rappresentano il risultato dell'azione modellatrice (erosiva e deposizionale) messa in atto dal T. Tidone e dei suoi principali affluenti (e.g. T. Chiarone).

La morfologia del territorio collinare appare, invece, irregolare e variamente acclive, ed è chiaramente in stretta connessione con l'assetto geolitologico del sottosuolo.

I rilievi più aspri ed accentuati, così come i crinali e le "costolature", si sono impostati ove il substrato roccioso è presente in condizioni affioranti e/o subaffioranti, oppure ricoperto da una coltre di alterazione di modesto spessore.

Laddove il paesaggio è modellato in terreni scarsamente selettivi come la Formazione di Val Luretta, il Flysch di Bettola e le Arenarie di Scabiazza, esso assume forme generalmente addolcite.

In presenza di successioni maggiormente erodibili, rappresentate da terreni argillosi e/o marnosi come, ad esempio, le Marne di Monte Piano, il paesaggio subisce una morfoselezione che produce forme "negative", come i calanchi: la natura delle marne e delle argille permette alle acque meteoriche di scavare piccoli solchi e canali che tendono ad approfondirsi sempre più, lasciando ridotti setti di displuvio. Si segnalano, per la loro esemplarità, quelli presenti nei pressi della località Chiarone.

Gli elementi morfologicamente "negativi" sono tipicamente associati anche a contesti litostratigrafici caratterizzati dalla presenza di potenti coltri di alterazione detritico-terrosa, di origine eluvio-colluviale.

Queste ultime, a differenza dei materiali litificati, risentono maggiormente dell'azione modellatrice degli agenti esogeni e, in funzione del loro maggior grado di erodibilità, danno origine alle "morfologie dolci" ed arrotondate caratteristiche di questo settore della catena appenninica.

Inoltre, la presenza di potenti coltri eluvio-colluviali di natura argillosa al di sopra delle varie formazioni geologiche da un lato ha favorito lo sviluppo delle attività agricole e, dall'altro, ha costituito (e tuttora costituisce) un fattore predisponente all'innescarsi di forme di dissesto idrogeologico (movimenti gravitativi quali smottamenti, colate, ecc.).

Un elemento fortemente caratterizzante la morfologia del territorio collinare è, per l'appunto, la presenza di numerosi fenomeni di dissesto di vario genere, grado e dimensione, la cui diffusione e distribuzione va ricondotta a molteplici cause.

Come anticipato, le caratteristiche litologiche rivestono chiaramente importanza primaria, in quanto le formazioni a componente in prevalenza pelitica sono maggiormente soggette a fenomeni di dissesto idrogeologico. Ciò in quanto ricche di minerali argillosi (smectite, montmorillonite, ecc.), facilmente rigonfiabili e plasticizzabili se posti a contatto con acqua, che rendono le proprietà geotecniche dei materiali decisamente scadenti.

Un altro elemento è rappresentato dal disarticolamento delle successioni stratificate, dovuto alle spinte orogenetiche che hanno prodotto dei campi di stress con conseguenti fenomeni deformativi, sia di tipo duttile, sia di tipo fragile, che le hanno profondamente scompagnate alterandone le caratteristiche reologiche originarie.

Terreni frequentemente sede di numerosi e diffusi fenomeni di dissesto, che spesso raggiungono dimensioni considerevoli, a causa dell'intensa tettonizzazione subita e della loro natura argillosa, sono quelli corrispondenti alla Formazione di Val Luretta, alle Argille a Palombini e alle Arenarie di Scabiazza.

A tal proposito, è importante sottolineare che la presenza della superficie di sovrascorrimento che separa i terreni dell'Unità Cassio da quelli dell'Unità Bettola-Luretta ha una implicazione pratica, in quanto nelle sue immediate vicinanze vengono a giorno terreni altamente tettonizzati ed essenzialmente costituiti da una matrice argillosa inglobante pacchi e brandelli lapidei (Argille a Palombini) i quali costituiscono una zona preferenziale per l'innescò di dissesti franosi.

Da ultimo si segnala che ulteriori fattori destabilizzanti sono costituiti dai contrasti di permeabilità, che caratterizzano ad esempio il Flysch di Monte Cassio, e dai fenomeni sismici susseguitesì nel tempo (anche se di intensità rilevabile unicamente a livello strumentale).

## 4. DATI GEOTECNICI E GEOFISICI

Per la definizione del modello del sottosuolo e la suddivisione dettagliata del territorio in aree a pericolosità sismica omogenea è stato indispensabile consultare, esaminare e correlare i risultati, forniti dall'Ufficio Tecnico Comunale, di prove geognostiche e indagini geofisiche eseguite nell'ambito della redazione di relazioni geologiche a corredo di interventi edilizi.

Questa prima fase di lavoro ha permesso di mettere a punto un quadro di sintesi delle informazioni disponibili sulle caratteristiche del substrato e, dunque, di pianificare e condurre specifiche campagne di indagini integrative laddove i dati geotecnici e geofisici sono risultati lacunosi.

In totale le nuove indagini eseguite ammontano a 20 e comprendono 7 prove penetrometriche statiche CPT, 8 indagini dei microtremori a stazione singola HVSR e 5 indagini sismiche MASW.

Le prove eseguite sul territorio comunale (sia pregresse che di nuova realizzazione), i cui risultati sono stati utilizzati ai fini del presente lavoro, possono essere riassunte in funzione della tipologia, puntuale o lineare, così come indicato nelle due tabelle seguenti.

INDAGINI PUNTUALI				
CLASSE D'INDAGINE	TIPO D'INDAGINE	PREGRESSE	NUOVE	TOTALE
<b>Geologia</b>	Sondaggio a carotaggio continuo	3	/	3
	Sondaggio a distruzione di nucleo	1	/	1
	Trincea	8	/	8
<b>Geotecnica in sito</b>	Prova penetrometrica dinamica SPT	24	/	24
	Prova penetrometrica statica CPT	2	7	9
<b>Geofisica</b>	Microtremori a stazione singola HVSR	14	8	22
<b>Elaborazioni</b>	Stratigrafia "tipo" della singola zona omogenea		27	

**Tabella 2** – Classificazione delle indagini puntuali, nuove e pregresse, svolte nel territorio comunale di Pianello Val Tidone.



Le elaborazioni sono state effettuate mediante il programma di calcolo Static Probing della GeoStru Software, che calcola il rapporto delle energie trasmesse tramite le elaborazioni proposte da diversi autori per estrapolare i parametri geotecnici dei terreni investigati.

Allo scopo di individuare i parametri geotecnici caratteristici (per valore caratteristico si intende quel valore al quale è associata una prefissata probabilità di non superamento del 5% – fattile 5%) da utilizzare nelle verifiche geotecniche, così come prescritto dalle NTC 2018, si è fatto riferimento al valore di  $q_{c,k}$  e di  $f_{s,k}$  (dove “k” sta per “Caratteristico”), calcolato sulla base della distribuzione normale o gaussiana R.C., trattando i valori medi di  $q_c$  e  $f_s$ , distribuiti normalmente, secondo le seguenti formule (distribuzione normale R.C.):

$$q_{c,k} = q_{c,medio} - 1,645 (\sigma q_c) / \sqrt{n}$$

$$f_{s,k} = f_{s,medio} - 1,645 (\sigma f_s) / \sqrt{n}$$

dove “ $\sigma q_c$ ” e “ $\sigma f_s$ ” rappresentano la deviazione standard di  $q_c$  e  $f_s$  e “n” il numero di campioni.

In Tabella 4 si riportano le località ove sono state svolte le prove per il presente lavoro con le profondità raggiunte. Tutte le prove sono proseguite sino al conseguimento del rifiuto. I tabulati completi delle prove ed i relativi grafici sono visibili nell’ALL. 1.

Sito puntuale	Località	Profondità
P63	Pianello VT (Via Sante Faustina e Liberata)	8,40 m
P64	Pianello VT (Via Carella nord)	7,60 m
P65	Pianello VT (Via Carella sud)	8,80 m
P66	Case Rebuffi	8,60 m
P67	Case Gazzoli	4,80 m
P68	Casanova nord	7,60 m
P69	Casanova sud	5,80 m

**Tabella 4** – Nuove indagini penetrometriche statiche CPT eseguite nel territorio oggetto dello Studio di MS.

**INDAGINI SISMICHE HVSR**

Le indagini sismiche HVSR sono state eseguite al fine di individuare l'eventuale frequenza caratteristica di risonanza di sito. Queste sono consistite nella misura delle tre componenti (N-S, E-W e verticale) del rumore sismico ambientale (microtremore sismico), proveniente da sorgenti ignote e lontane, e dei relativi rapporti spettrali.

Il rumore sismico ambientale, presente ovunque sulla superficie terrestre, è generato, oltre che dall'attività dinamica terrestre, dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica. Esso viene definito microtremore poiché riguarda oscillazioni molto più piccole di quelle indotte dai terremoti ( $10-15 \text{ (m/s}^2\text{)}^2$  in termini di accelerazione).

Le misure sono state svolte a stazione singola tramite l'impiego di un sismografo triassiale modello SR04 Geobox (SARA electronic instruments). Lo strumento utilizzato è dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e verticalmente, con banda utile di lettura 0,20 - 100 Hz collegato ad un notebook. I dati di rumore, amplificati e digitalizzati a 24 bit equivalenti, sono stati acquisiti alla frequenza di campionamento di 300 Hz tramite il software SEISMOLOG-MT della SARA electronic instruments.

Di seguito si riportano i principali dati associati alle misure di microtremore eseguite per il presente studio. In ALL. 2 sono visibili i diagrammi acquisiti e le relative elaborazioni.

Sito puntuale	Località	f0	Ampiezza	V <sub>seq</sub>
P19	Bilegno	4,600	2,518	324 m/s H = 17,6 m
P20	Case Gazzoli	3,686	1,542	419 m/s H = 30 m
P21	Case Rebuffi	3,968	3,938	365,76 m/s H = 24,6 m
P22	Chiarone	3,423	1,294	346 m/s H = 30 m
P24	Gabbiano Poggiolo	9,629	2,697	303 m/s H = 8,1 m
P25	Pianello VT (Via Carella)	3,686	3,471	388,95 m/s H = 30 m
P26	Pradaglia	4,953	4,620	278 m/s H = 14,1 m
P28	Case Gramonti	6,656	4,508	323 m/s H = 12,3 m

**Tabella 5** – Principali parametri ricavati dalle nuove indagini sismiche HVSR. Il substrato sismico è stato raggiunto presso le località Bilegno, Case Rebuffi, Gabbiano Poggiolo, Pradaglia e Case Gramonti.

**INDAGINI SISMICHE MASW**

Le indagini MASW sono state eseguite impiegando un sismografo tipo DoReMi multicanale (SARA electronic instruments) acquisendo, con una frequenza di campionamento di 1000 Hz, la componente verticale delle onde di Rayleigh (ZVF).

Al suddetto sismografo è stata collegata una catena di 24 sensori verticali (geofoni) da 4.5 Hz posti a distanza reciproca in alcuni casi pari a 2,50 m (L17 e L18) e in altri pari a 1,50 m (L16, L19 e L20), per una lunghezza complessiva degli stendimenti rispettivamente di 65 m e 39 m (compreso il trigger).

I dati acquisiti sono consistiti nella registrazione dei treni d'onda (prodotti tramite mazzetta all'estremità dello stendimento) dall'istante di energizzazione ( $\pm 1 \mu\text{s}$ ) sino ad un tempo massimo di 2000 msec. L'interpretazione dei dati è stata condotta con il software Easy MASW (della GeoStru Software) e, nell'ALL. 3, sono riportati il sismogramma ed il grafico velocità modale/frequenza relativi alle indagini svolte.

Tramite l'impiego del software (e sulla base delle informazioni stratigrafiche disponibili) è stata effettuata l'inversione delle curve di ellitticità e di dispersione sino ad ottenere il diagramma dell'andamento delle onde S nel sottosuolo (ALL. 3).

In Tabella 6 si riportano i risultati ottenuti dalle indagini sismiche MASW. Il substrato sismico (definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s) è stato individuato presso le località Casanova (23,77 m) e Case Rebuffi (25,02 m).

Sito lineare	Località	$V_{seq}$	Categoria sottosuolo
L16	Casanova	358,31 m/s H = 23,77 m	E
L17	Case Gazzoli	428,26 m/s H = 30 m	B
L18	Pianello VT (Via Sante Faustina e Liberata)	413,47 m/s H = 30 m	B
L19	Pianello VT (Via Carella)	379,20 m/s H = 30 m	B
L20	Case Rebuffi	361,60 m/s H = 25,02 m	B

**Tabella 6** – Principali risultati delle nuove indagini sismiche MASW.

## 5. MODELLO DEL SOTTOSUOLO

Il Comune di Pianello Val Tidone è caratterizzato dalla presenza di unità geologiche di origine interamente alloctona e costituite prevalentemente da sedimenti torbiditici flyschoidi, i cui materiali derivano dallo smantellamento dei margini sovrascorrenti in sollevamento durante le fasi di costituzione dell'orogene appenninico. Oltre a tale tipologia di materiali, sono presenti, inoltre, pelagiti di piana abissale.

Depositi di tipo alluvionale si rinvencono solo in una limitata fascia in corrispondenza del fondovalle dei torrenti Tidone e Chiarone.

Il modello geologico generale del sottosuolo del territorio comunale, definito sulla base dei dati geognostici raccolti e di differenti cartografie tematiche con varie scale di dettaglio, è quello riportato in Figura 18 (la definizione delle varie classi litologiche è quella riportata nel Capitolo 8 – paragrafo Carta geologico-tecnica).

La stratigrafia è definita dalla presenza di un substrato lapideo costituito da depositi di varia natura (marne, arenarie, calcari, peliti), spesso stratificati e caratterizzati anche da un certo grado di fratturazione, che è funzione della complessa storia tettonica che li ha interessati.

All'interno di tali materiali le velocità di propagazione delle onde sismiche sono molto differenti tra loro, e solo in poche situazioni raggiungono la velocità del bedrock sismico ( $V_s > 800$  m/s).

Il substrato roccioso non è sempre affiorante/subaffiorante, ma risulta spesso ricoperto da depositi di copertura, generalmente di tipo eluvio-colluviale, che derivano dall'alterazione delle stesse formazioni lapidee costituenti il substrato.

Altrettanto diffusi sono i depositi di frana, che spesso raggiungono spessori significativi e rendono difficile la determinazione della profondità del bedrock.

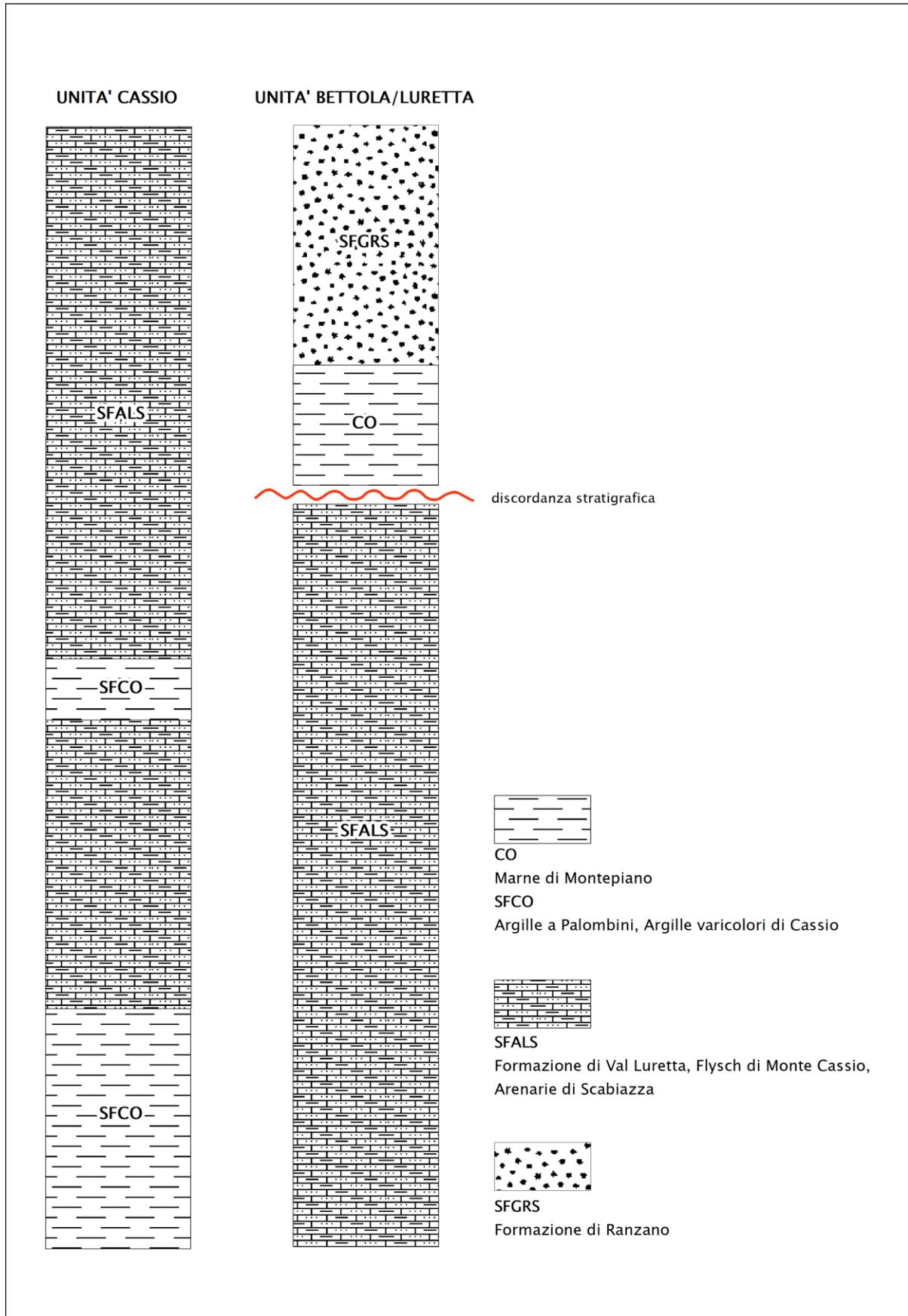


Figura 18 – Colonne stratigrafiche rappresentanti il modello del sottosuolo generale del Comune di Pianello Val Tidone. Le simbologie utilizzate sono quelle definite dagli SRAI 4.2.

## 6. INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE

La ricostruzione del modello geofisico del sottosuolo costituisce uno degli elementi di base per la valutazione della risposta sismica locale sia con approccio semplificato, come quello adottato nel presente Studio di MS, sia con modellazioni avanzate.

Le indagini MASW e HVSR sono state utilizzate per valutare in modo indiretto la stratigrafia locale e i valori delle velocità delle onde di taglio Vs, indispensabili per calcolare i fattori di amplificazione litologica nel secondo livello di approfondimento dello Studio di MS.

Le indagini HVSR, inoltre, sono state utilizzate anche per definire la distribuzione delle frequenze naturali di sito e, dunque, verificare l'eventualità che in caso di un potenziale evento tellurico si possano verificare fenomeni di risonanza.

La possibilità di condurre questo tipo di analisi non può prescindere dalla disponibilità di misure HVSR di buona qualità e che possano, pertanto, essere ritenute affidabili.

La qualità e la relativa affidabilità delle singole misure HVSR sono state valutate tenendo presente i principi fondamentali su cui si basa tale tecnica di indagine a sismica passiva, ovvero i cosiddetti Criteri di SESAME (2004) e la classificazione proposta da ALBARELLO et alii (2010).

I Criteri di SESAME comprendono due serie di requisiti per stimare se la frequenza del picco principale di una curva H/V, che è il prodotto della misura HVSR, può essere considerato attendibile come frequenza fondamentale del sito.

Il primo set, comprendente 3 criteri, ha l'obiettivo di valutare l'**affidabilità della curva H/V** e la **qualità della registrazione**, mentre il secondo gruppo, composto da 6 criteri, è utilizzato per valutare la **chiarezza del picco**.

La classificazione di ALBARELLO et alii (2010) riguarda invece unicamente la qualità tecnica delle misure HVSR acquisite. Si tratta di una classificazione più rigida rispetto ai primi tre criteri di SESAME, in quanto oltre ad essi include ulteriori elementi non contemplati in precedenza, che propone tre classi di qualità:

**Classe A** – *Curva H/V affidabile e interpretabile*: può essere utilizzata anche da sola per la caratterizzazione sismica del sottosuolo.

- **A1**: presenta un picco "chiaro" secondo i criteri di SESAME – possibile risonanza.
- **A2**: non presenta picchi "chiari" nell'intervallo di frequenze di interesse – assenza di risonanza.

**Classe B** – *Curva H/V sospetta (“da interpretare”)*: va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure ottenute nelle vicinanze.

- **B1**: presenta un picco “chiaro” secondo i criteri di SESAME – possibile risonanza.
- **B2**: non presenta picchi “chiari” nell’intervallo di frequenze di interesse – assenza di risonanza.

**Classe C** – *Curva H/V scadente e di difficile interpretazione*: non va utilizzata.

Secondo i criteri della classificazione della validità delle registrazioni HVSR proposta da Albarello et alii (2010), le registrazioni ottenute dalle stazioni di misura possono essere definite come illustra la Tabella 7.

Sito puntuale	Codice indagine	Classificazione misura HVSR
P8	HVSR13, HVSR54	C, C
P9	HVSR16	A2
P10	HVSR19	C
P12	HVSR22	C
P13	HVSR24	C
P14	HVSR26	C
P15	HVSR29	A2
P17	HVSR32	C
P18	HVSR34	C
P19*	HVSR35	B1
P20*	HVSR36	C
P21*	HVSR55	B1
P22*	HVSR38	C
P24*	HVSR39	C
P25*	HVSR40	B1
P26*	HVSR41	B1
P28*	HVSR42	C
P29	HVSR43	C
P30	HVSR 46	C
P73	HVSR99, HVSR100	B2, B2

**Tabella 7** – Classificazione delle misure HVSR disponibili per il territorio comunale di Pianello Val Tidone. Con il simbolo \* sono contrassegnate le indagini di nuova esecuzione.

Come visibile dalla tabella, la maggior parte delle misure ricade nella categoria C. Delle indagini di nuova esecuzione, quattro sono state classificate nella categoria C (eseguite presso le frazioni Case Gazzoli, Chiarone, Case Gramonti e Gabbiano Poggiolo) e quattro

---

nella categoria B (eseguite presso le località Bilegno, Pradaglia, Case Rebuffi e il capoluogo comunale).

Gran parte delle misure HVSR utilizzate per il presente Studio di MS è caratterizzato, quindi, da un certo grado di incertezza; pertanto, in diversi scenari le misure HVSR non sono tali da poter permettere di confermare o meno la possibilità che si verifichino fenomeni di risonanza del terreno.

In corrispondenza di n. 6 siti puntuali (P9, P15, P19, P2, P25, P26) le curve H/V sono risultate attendibili per valutare la frequenza fondamentale di sito. Di questi, solo i picchi individuati presso i siti **P19** (Bilegno), **P21** (Case Rebuffi), **P25** (Pianello Val Tidone - Via Carella) e **P26** (Pradaglia) sono stati considerati significativi per quanto concerne i fenomeni di risonanza.

## **7. METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI**

Come anticipato nel capitolo introduttivo, per lo Studio di MS del Comune di Pianello Val Tidone sono stati condotti approfondimenti di Livello 1 e Livello 2.

I dati funzionali allo Studio di MS, consistenti essenzialmente in file vettoriali di tipo shapefile e documenti pdf delle indagini reperite ed eseguite in questa sede, sono stati archiviati secondo le prescrizioni degli SRAI 4.2 nella cartella Pianello\_Val\_Tidone\_S42\_Shapefile, la cui struttura è stata scaricata dal sito web del CentroMS.

### **1 LIVELLO**

L'intero lavoro di Microzonazione Sismica si è basato su una fase preliminare di sintesi consistente nella raccolta di dati preesistenti (rilievi geologici, geomorfologici, geologico-tecnici) per la costituzione di un quadro conoscitivo generale relativo ad un territorio più esteso rispetto a quello in cui sono stati propriamente condotti gli studi di MS, ovvero l'intero territorio comunale di Pianello Val Tidone. Le analisi specifiche di Microzonazione Sismica sono state eseguite in corrispondenza delle aree urbanizzate concordate con l'Amministrazione Comunale, corrispondenti al capoluogo comunale, 11 frazioni e la località Campasso.

In primo luogo, sono stati esaminati gli studi, le pubblicazioni e i dati storici relativi alle caratteristiche generali del territorio, in particolare sotto gli aspetti geologico-strutturali, neotettonici, sismici e geomorfologici. Si è proceduto altresì all'acquisizione e alla consultazione di dati esistenti, relativi a tali tematismi, e della documentazione relativa a indagini pregresse reperita presso due fonti principali: Ufficio Tecnico Comunale di Pianello Val Tidone e Archivio S.G.P. di Pavia.

In questa fase sono state condotte ulteriori campagne di indagini e prove geognostiche, nelle località precedentemente concordate con l'Amministrazione Comunale, al fine di avere a disposizione una densità di dati sufficiente, in rapporto alle condizioni geologiche dell'intero territorio comunale, per poter definire il modello geologico-tecnico dell'area di interesse e condurre le valutazioni necessarie allo Studio di MS.

La raccolta e l'archiviazione di dati pregressi, congiuntamente all'esecuzione di nuove indagini, hanno permesso di associare alle caratteristiche litostratigrafiche/geomorfologiche/strutturali anche informazioni di tipo geofisico e geotecnico, che nel complesso hanno consentito di riconoscere, in corrispondenza degli ambiti interessati dallo Studio di MS, microzone qualitativamente omogenee in termini di

risposta alle sollecitazioni sismiche. I risultati delle indagini e delle prove geognostiche sono stati archiviati all'interno di un database compilato mediante il software SoftMS (Versione 4.1.1).

Le elaborazioni prodotte a valle dello studio di Livello 1 consistono in una sintesi di cartografie preesistenti e dati geognostici/geofisici, ovvero riassumono tutti gli "elementi informativi minimi" necessari per descrivere qualitativamente il fenomeno di amplificazione dello scuotimento sismico. Si tratta delle seguenti cartografie:

– **Carta delle indagini** (scala 1:10.000)

Questa carta rappresenta l'ubicazione di tutte le indagini in sito acquisite e di nuova esecuzione, distinte in puntuali o lineari ed ulteriormente classificate in funzione della tipologia (sondaggi a carotaggio continuo, prove penetrometriche statiche CPT, prove penetrometriche dinamiche DPSH, ecc.). Per la sua predisposizione sono stati compilati tramite il software ArcGis 10.8 due specifici shapefile, Ind\_pu e Ind\_In, riferiti ai siti in cui sono state condotte rispettivamente indagini puntuali e lineari. Seguendo le indicazioni dell'Appendice 2 degli SRAI 4.2, a tali elementi vettoriali sono state successivamente associate alcune tabelle del database compilato mediante il software SoftMS (versione 4.1.1) contenenti le informazioni relative alla tipologia di indagine eseguita in ciascun sito e ai relativi parametri geotecnici/geofisici risultanti. All'Appendice 2 degli SRAI 4.2 si è fatto riferimento anche per la rappresentazione dei siti ove sono state eseguite più indagini. Per quanto concerne la distinzione tra prove nuove e pregresse, questa può essere verificata grazie all'indicazione della data di esecuzione all'interno del database.

– **Carta geologico-tecnica** (scala 1:10.000)

In tale cartografia sono stati riportati per tutto il territorio comunale gli elementi geologici e morfologici acquisiti da differenti fonti, sia in formato vettoriale che raster. All'interno di specifici shapefile (Geotec, Instab, Geodr, Elineari, Forme) sono state archiviate informazioni relative agli elementi di interesse per l'analisi della pericolosità sismica, quali il substrato geologico, i terreni di copertura, le instabilità dei versanti e i lineamenti tettonico-strutturali presenti nell'area di interesse. Tale carta, pertanto, costituisce un quadro di sintesi dei rilievi geologici e morfologici disponibili, necessario per individuare le zone ove il moto sismico in superficie può subire delle modificazioni.

– **Carta delle sezioni** (scala grafica):

A corredo della Carta geologico-tecnica è stata realizzata anche una carta raffigurante n. 3 sezioni litostratigrafiche significative del territorio comunale. Due di esse sono state realizzate in questa sede in corrispondenza del settore di fondovalle del capoluogo comunale, mentre la terza, relativa al settore collinare, è stata ripresa da BARONI et alii

(1989) “*Carta geologica dell’Appennino emiliano-romagnolo*” (Pianello Val Tidone, sezione 179050).

– **Carta delle frequenze naturali dei terreni (f<sub>0</sub>)** (scala 1:10.000)

In questa carta sono stati riportati tutti i punti in cui sono state eseguite indagini sismiche HVSR, archiviati in uno shapefile appositamente realizzato per il presente studio, non essendo presente nella struttura di archiviazione disponibile online presso il sito web del CentroMS. A ciascun punto di misura è stato associato il valore f<sub>0</sub> del picco significativo nell’intervallo 0.2÷20 Hz, corrispondente alla frequenza di risonanza fondamentale, e il valore della relativa ampiezza. Entrambi i parametri sono stati utilizzati per la rappresentazione grafica dei vari punti, il cui colore è funzione della frequenza e la dimensione è dipendente dall’ampiezza.

– **Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica** (scala 1:5.000):

A differenza delle altre cartografie, la Carta delle MOPS non è estesa all’intero territorio comunale ma interessa unicamente le aree urbanizzate concordate con l’Amministrazione Comunale, vale a dire il capoluogo Pianello Val Tidone e altre 12 località (Arcello, Case Gramonti, Campasso, Case Vaie, Gabbiano Poggiolo, Gadignano, Case Rebuffi, Chiarone, Bilegno, Casanova, Pradaglia, Case Gazzoli). Le microzone omogenee in prospettiva sismica rappresentano la sintesi dei seguenti dati:

- caratteristiche geologico-strutturali e litostratigrafiche derivate da varie fonti (cartografia geologica nazionale e regionale);
- parametri geotecnici/geofisici ricostruiti a partire da indagini pregresse e di nuova esecuzione;
- informazioni in merito alla passibilità del territorio comunale a fenomeni di amplificazione sismica derivate dalla “*Carta delle aree suscettibili di effetti sismici locali*” (scala 1:25.000) del vigente PTCP di Piacenza, approvato con atto C.P. n. 69 del 2 luglio 2010 e adottato con atto C.P. n. 17 del 16 febbraio 2009.

Questa carta rappresenta dunque il prodotto finale del Livello 1 dello Studio di MS e in essa sono individuate:

- ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI in cui le sollecitazioni sismiche subiscono delle variazioni, rispetto a quelle attese, a causa delle caratteristiche litostratigrafiche e/o morfologiche locali del terreno. Esse sono archiviate nello shapefile Stab;
- ZONE DI ATTENZIONE PER INSTABILITÀ in cui il verificarsi di un sisma può determinare modificazioni permanenti della superficie topografica, nel caso specifico consistenti in frane e smottamenti. Esse sono archiviate nello shapefile Instab.

Non sono state riconosciute “zone stabili”, in cui il moto sismico non subisce variazioni rispetto agli scuotimenti calcolati e determinati dagli studi di pericolosità sismica di base (la componente della pericolosità sismica dovuta puramente alle caratteristiche sismologiche di un’area: tipo, dimensioni e profondità delle sorgenti sismiche, energia e frequenza dei terremoti).

## 2 LIVELLO

Il Livello 2 dello Studio di MS ha mirato a dettagliare le analisi in corrispondenza delle aree urbanizzate concordate con l'Amministrazione Comunale, al fine di ovviare a eventuali lacune ed incertezze del Livello 1 mediante approfondimenti conoscitivi e, soprattutto, è consistito nella quantificazione numerica delle amplificazioni del moto sismico in superficie attraverso l'utilizzo di metodi semplificati (abachi e leggi empiriche).

A partire dal quadro delineato mediante la Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica, nelle località individuate si è proceduto ad eseguire gli approfondimenti di Livello 2, che hanno riguardato sia le aree stabili ma suscettibili di amplificazione locale sia quelle instabili in quanto interessate da dissesti franosi.

Sono stati calcolati, mediante l'utilizzo delle procedure semplificate (tabelle, abachi e formule), indicate nell'Allegato A2 della DGR 476/21 e negli ICMS2008, differenti fattori di amplificazione (FA): litologici e topografici. I primi sono stati raccolti in specifiche carte di Microzonazione Sismica, che costituiscono gli elaborati principali di questo livello di approfondimento, mentre i secondi trovano rappresentazione nelle immagini riportate nel Capitolo 8 "Elaborati cartografici" (2 Livello - Carta di Microzonazione sismica).

Come definito dalla versione 2.0 delle *Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da amplificazioni*, redatta dalla Commissione tecnica per la microzonazione sismica (Roma, 2022), "i valori di FA forniscono indicazioni di tipo "relativo", nel senso che valutano l'eventuale aggravio indotto dalle condizioni locali al moto sismico atteso nelle singole microzone omogenee, ma non danno indicazioni riguardo il livello "assoluto" di pericolosità sismica nelle aree analizzate".

Alla luce di tali considerazioni è stato introdotto a livello nazionale il nuovo parametro sintetico  $H_{SM}$  (H=Hazard, SM Seismic Microzonation) che rappresenta lo scuotimento atteso al sito in valore assoluto (accelerazione in  $cm/s^2$ ). Tale parametro è stato calcolato in questa sede per le aree del territorio comunale di Pianello Val Tidone sottoposte allo Studio di MS e trova rappresentazione in uno specifico elaborato cartografico (**Carta di microzonazione sismica – distribuzione dei valori di  $H_{SM}$** ).

I risultati delle analisi condotte in questa fase di lavoro hanno, inoltre, permesso di dettagliare le delimitazioni delle MOPS individuate al Livello 1; dunque, la Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica è stata opportunamente aggiornata sulla base degli esiti degli approfondimenti condotti.

In questa fase di studio è stata prodotta anche la **Carta delle velocità delle onde di taglio S ( $V_s$ )**, in cui sono ubicati tutti i punti ove sono state svolte indagini che hanno permesso di definire un valore di velocità  $V_s$ , necessario per il calcolo dei FA litologici.

Le elaborazioni prodotte al termine degli approfondimenti del Livello 2 sono le seguenti:

- Carta della velocità delle onde di taglio S ( $V_s$ ) (scala 1:10.000)
- Carta di microzonazione sismica FA SA1 ( $0,1s \leq T \leq 0,5s$ ) (scala 1:5.000)
- Carta di microzonazione sismica FA SA2 ( $0,4s \leq T \leq 0,8s$ ) (scala 1:5.000)
- Carta di microzonazione sismica FA SA3 ( $0,7s \leq T \leq 1,1s$ ) (scala 1:5.000)
- Carta di microzonazione sismica FH SI1 ( $0,1s \leq T \leq 0,5s$ ) (scala 1:5.000)
- Carta di microzonazione sismica FH SI2 ( $0,5s \leq T \leq 1,0s$ ) (scala 1:5.000)
- Carta di microzonazione sismica FPGA (scala 1:5.000)
- Carta di microzonazione sismica - distribuzione dei valori di  $H_{SM}$  (scala 1:5.000)

### FATTORI DI AMPLIFICAZIONE LITOLOGICA

Ad ogni singola MOPS ricadente all'interno del perimetro delle località indagate sono stati associati valori di fattori di amplificazione litologica calcolati sulla base delle indagini svolte in quella MOPS o in una adiacente (in caso di mancanza di indagini in quella considerata).

Per il calcolo è stato utilizzato il metodo semplificato illustrato nell'Allegato A2 della DGR 476/21, per il quale è necessario disporre dei seguenti dati: spessore dei depositi di copertura (o profondità del substrato rigido, corrispondente al bedrock sismico) e velocità equivalente delle onde di taglio  $V_s$  per lo spessore considerato del deposito di copertura.

I FA litologici rappresentano il rapporto fra lo scuotimento sismico, espresso con i parametri indicati di seguito, valutato per la condizione geolitologica specifica e il corrispondente scuotimento relativo alla categoria di sottosuolo A. Quest'ultimo è definito nella tabella 3.2.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni, NTC (2018), come segue:

*“Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.”*

I FA riportati nelle tabelle della Figura 19 e Figura 20 sono stati calcolati per un tempo di ritorno  $T_R=475$  anni, con smorzamento  $\zeta=5\%$ , e sono relativi ai seguenti parametri rappresentativi dello scuotimento sismico:

- accelerazione di picco orizzontale (PGA);

- intensità spettrale  $SA = \int_{T_1}^{T_2} A(T, \zeta) dT$

A = spettro di risposta in accelerazione

T = periodo proprio

$\zeta$  = smorzamento

Sono stati considerati quattro intervalli di periodo proprio T ottenendo quattro valori di intensità spettrale:

	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>
<b>SA1</b>	0,1 s	0,5 s
<b>SA2</b>	0,4 s	0,8 s
<b>SA3</b>	0,7 s	1,1 s
<b>SA4*</b>	0,5 s	1,5 s

- intensità spettrale  $SI = \int_{T_1}^{T_2} V(T, \zeta) dT$  **V** = spettro di risposta in velocità  
**T** = periodo proprio  
**ζ** = smorzamento

Sono stati considerati tre intervalli di periodo proprio T ottenendo tre valori di intensità spettrale:

	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>
<b>SI1</b>	0,1 s	0,5 s
<b>SI2</b>	0,5 s	1,0 s
<b>SI3*</b>	0,5 s	1,5 s

\*I fattori di amplificazione SA4 e SI3 sono richiesti per studi in aree di pianura e di costa; dunque, non sono stati considerati ai fini del presente lavoro.

La normativa fornisce pertanto varie tabelle che permettono, in funzione del settore in cui ricade l'area in esame (Appennino o Pianura Padana e Costa Adriatica), di calcolare i seguenti valori dei fattori di amplificazione litologici:

- FA SA1 (0,1s ≤ T ≤ 0,5s) corrispondente a FA0105 degli SRAI 4.2
- FA SA2 (0,4s ≤ T ≤ 0,8s) corrispondente a FA0408 degli SRAI 4.2
- FA SA3 (0,7s ≤ T ≤ 1,1s) corrispondente a FA0711 degli SRAI 4.2
- FH SI1 (0,1s ≤ T ≤ 0,5s) corrispondente a FH0105 degli SRAI 4.2
- FH SI2 (0,5s ≤ T ≤ 1,0s) corrispondente a FH0510 degli SRAI 4.2
- FPGA

Per il presente lavoro sono state utilizzate le tabelle relative al settore Appennino, per il quale esistono le seguenti possibilità:

- 1) Coperture direttamente poggianti su substrato rigido (bedrock con Vs > 800 m/s) – Figura 19
- 2) Coperture direttamente poggianti su substrato non rigido (bedrock con Vs << 800 m/s) – Figura 20
- 3) Substrato marino non rigido, cioè caratterizzato da Vs << 800 m/s, affiorante o subaffiorante (copertura di spessore inferiore a 3 m) – Figura 21

APPENNINO, coperture su substrato rigido Vs > 800 m/s

V <sub>SH</sub> (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	1,8	1,7	1,4	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
10	2,0	2,0	1,9	1,7	1,5	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0
15	2,0	2,0	2,0	1,9	1,8	1,6	1,4	1,3	1,2	1,0
20	2,0	2,0	2,0	2,0	1,9	1,7	1,6	1,4	1,3	1,0
25	2,0	2,0	2,0	1,9	1,8	1,8	1,6	1,5	1,3	1,0
30		1,9	1,9	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,2
35		1,9	1,9	1,9	1,9	1,7	1,6	1,4	1,4	1,2
40		1,9	1,9	1,9	1,9	1,7	1,6	1,4	1,4	1,2
50		1,9	1,9	1,9	1,9	1,8	1,6	1,4	1,4	1,2

Fattore di Amplificazione **PGA**

V <sub>SH</sub> (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	1,7	1,4	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
10	2,1	2,0	1,7	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0
15	2,2	2,2	2,0	1,8	1,5	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0
20	2,2	2,2	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,3	1,1	1,1
25	2,2	2,2	2,2	2,1	1,9	1,7	1,6	1,4	1,3	1,1
30		2,2	2,2	2,1	2,0	1,8	1,6	1,5	1,3	1,2
35		2,1	2,1	2,1	2,1	1,9	1,7	1,5	1,4	1,2
40		2,1	2,1	2,1	2,0	1,9	1,7	1,6	1,4	1,2
50		2,0	2,0	2,0	2,0	1,9	1,7	1,6	1,5	1,2

Fattore di Amplificazione **SA1** (0,1s ≤ T ≤ 0,5s)

V <sub>SH</sub> (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
10	1,5	1,3	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
15	2,2	1,8	1,4	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
20	2,8	2,5	1,9	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0
25	2,9	2,8	2,4	1,7	1,4	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0
30		3,0	2,7	2,0	1,7	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0
35		3,1	2,9	2,4	1,9	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1
40		3,1	3,0	2,6	2,2	1,9	1,6	1,4	1,2	1,1
50		2,9	2,9	2,7	2,5	2,2	1,9	1,6	1,4	1,2

Fattore di Amplificazione **SA2** (0,4s ≤ T ≤ 0,8s)

V <sub>SH</sub> (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
10	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
15	1,4	1,3	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
20	2,0	1,5	1,3	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
25	2,7	1,9	1,5	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0
30		2,5	1,8	1,4	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0
35		3,1	2,3	1,5	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0
40		3,4	2,9	1,9	1,5	1,3	1,2	1,2	1,1	1,0
50		3,5	3,3	2,8	1,8	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1

Fattore di Amplificazione **SA3** (0,7s ≤ T ≤ 1,1s)

V <sub>SH</sub> (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	1,5	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
10	2,1	2,0	1,6	1,3	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
15	2,4	2,3	2,1	1,7	1,4	1,3	1,1	1,0	1,0	1,0
20	2,4	2,4	2,3	2,0	1,7	1,5	1,3	1,2	1,1	1,0
25	2,4	2,4	2,4	2,2	1,9	1,7	1,5	1,3	1,2	1,0
30		2,4	2,4	2,3	2,1	1,8	1,6	1,5	1,3	1,1
35		2,3	2,3	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

Fattore di Amplificazione **SI1** (0,1s ≤ T ≤ 0,5s)

V <sub>SH</sub> (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
10	1,3	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
15	1,6	1,4	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
20	2,6	1,9	1,5	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
25	2,9	2,5	1,9	1,4	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0
30		2,9	2,3	1,6	1,4	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0
35		3,2	2,8	1,9	1,5	1,4	1,2	1,1	1,1	1,0
40		3,4	3,1	2,4	1,8	1,5	1,4	1,2	1,1	1,0
50		3,2	3,2	2,9	2,2	1,9	1,6	1,4	1,3	1,1

Fattore di Amplificazione **SI2** (0,5s ≤ T ≤ 1,0s)

Figura 19 – Abachi relativi al settore *Appennino - coperture su substrato rigido* utilizzati per la stima dei fattori di amplificazione litologica.

APPENNINO, coperture su substrato non rigido  $V_s \ll 800$  m/s

$V_{SH}$ (m/s) → H (m) ↓	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

Fattore di Amplificazione **PGA**

$V_{SH}$ (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	2,2	1,8	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2	
10	2,5	2,3	1,9	1,7	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	
15	2,5	2,5	2,2	1,9	1,7	1,5	1,4	1,3	1,2	
20	2,4	2,4	2,3	2,1	1,8	1,6	1,5	1,3	1,3	
25	2,4	2,4	2,3	2,2	2,0	1,7	1,6	1,4	1,3	
30		2,3	2,3	2,2	2,0	1,8	1,6	1,5	1,3	
35		2,2	2,2	2,2	2,1	1,9	1,7	1,5	1,4	1,2
40		2,1	2,1	2,1	2,1	1,9	1,7	1,5	1,4	1,2
50		2,0	2,0	2,0	2,0	1,9	1,7	1,5	1,4	1,2

Fattore di Amplificazione **SA1** ( $0,1s \leq T \leq 0,5s$ )

$V_{SH}$ (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	1,6	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,3	
10	2,3	1,8	1,5	1,4	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	
15	2,8	2,3	1,9	1,5	1,4	1,4	1,4	1,4	1,3	
20	3,2	2,9	2,3	1,8	1,5	1,5	1,4	1,4	1,3	
25	3,4	3,2	2,7	2,0	1,7	1,5	1,5	1,4	1,3	
30		3,3	2,9	2,3	1,9	1,6	1,5	1,4	1,4	
35		3,3	3,0	2,5	2,1	1,8	1,6	1,5	1,4	1,2
40		3,2	3,1	2,7	2,3	2,0	1,7	1,5	1,4	1,2
50		3,0	3,0	2,8	2,5	2,2	1,9	1,7	1,5	1,3

Fattore di Amplificazione **SA2** ( $0,4s \leq T \leq 0,8s$ )

$V_{SH}$ (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	
10	1,6	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	
15	1,9	1,7	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	
20	2,4	2,1	1,6	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	
25	3,4	2,5	1,9	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	
30		3,0	2,3	1,7	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3	
35		3,3	2,7	1,9	1,6	1,5	1,4	1,3	1,3	1,1
40		3,6	3,1	2,2	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2
50		3,6	3,4	2,9	2,1	1,8	1,6	1,5	1,4	1,2

Fattore di Amplificazione **SA3** ( $0,7s \leq T \leq 1,1s$ )

$V_{SH}$ (m/s) → H (m) ↓	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

Fattore di Amplificazione **SI1** ( $0,1s \leq T \leq 0,5s$ )

$V_{SH}$ (m/s) → H (m) ↓	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

Fattore di Amplificazione **SI2** ( $0,5s \leq T \leq 1,0s$ )

Figura 20 – Abachi relativi al settore *Appennino - coperture su substrato non rigido* utilizzati per la stima dei fattori di amplificazione litologica.

V <sub>S30</sub> (m/s) →	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
PGA					1,9	1,8	1,6	1,4	1,2	1,1

Fattore di Amplificazione **PGA**

V <sub>S30</sub> (m/s) →	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
SA1					1,9	1,7	1,6	1,4	1,2	1,1
SA2					1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,3
SA3					1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,2

Fattori di Amplificazione **SA1** (0,1s≤T≤0,5s), **SA2** (0,4s≤T≤0,8s), **SA3** (0,7s≤T≤1,1s)

V <sub>S30</sub> (m/s) →	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
SI1					1,9	1,7	1,6	1,4	1,3	1,2
SI2					1,5	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3

Fattori di Amplificazione **SI1** (0,1s≤T≤0,5s), **SI2** (0,5s≤T≤1,0s)

**Figura 21** – Abachi relativi al settore *Appennino – substrato marino non rigido*, cioè caratterizzato da  $V_s \ll 800$  m/s, affiorante o subaffiorante (copertura di spessore inferiore a 3 m).

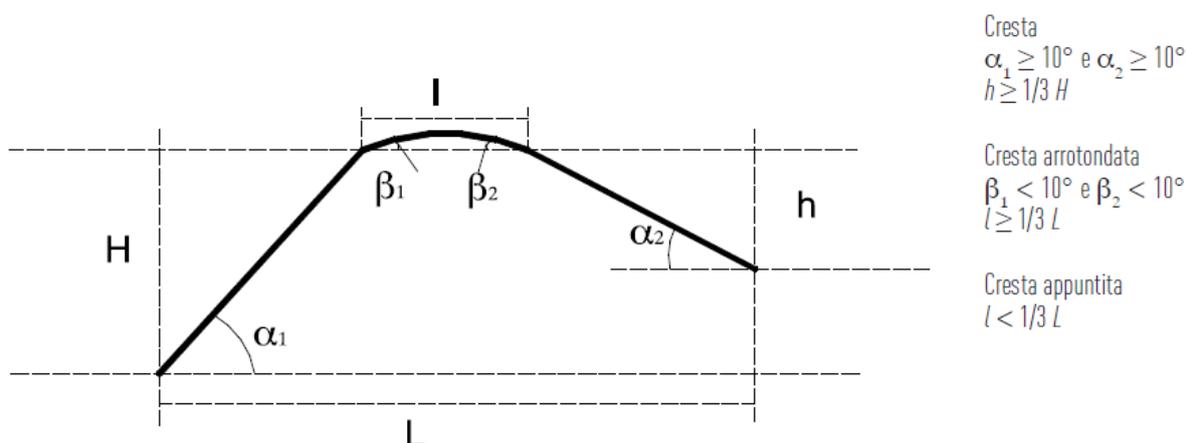
## FATTORI DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA

In corrispondenza delle “aree con inclinazione critica (pendenza  $> 15^\circ$  e dislivello  $\geq 30$  m)” indicate dal PTCP di Piacenza (*Carta delle aree suscettibili di effetti sismici locali*), e ricadenti all’interno dei confini delle località considerate per gli studi di MS, sono state condotte verifiche dell’amplificazione topografica.

Gli scenari individuati comprendono sia scarpate (con inclinazione maggiore di  $15^\circ$ ) sia creste rocciose caratterizzate da pendii con inclinazione maggiore o uguale ai  $10^\circ$  (Figura 22).

Nel caso delle creste rocciose, il calcolo è stato effettuato secondo quanto definito dagli ICMS2008 (Tabella 8). Il valore del fattore di amplificazione determinato è stato assegnato all’area corrispondente alla larghezza in cresta ( $l$ ) ed è stato scalato lungo i versanti fino al raggiungimento del valore unitario.

Per il calcolo del fattore di amplificazione in corrispondenza delle scarpate è stata seguita la procedura indicata nell’Allegato A2 della DGR 476/21 e riportata in Figura 23.



**Figura 22** – Schema di riferimento per le creste rocciose e criteri di riconoscimento delle creste arrotondate e appuntite.  $L$  = larghezza alla base del rilievo,  $l$  = larghezza in cresta,  $H$  e  $h$  = dislivello altimetrico massimo e minimo dei versanti (ICMS 2008).

Creste appuntite $L > 350$	Creste appuntite $250 < L < 350$	Creste appuntite $150 < L < 250$	Creste appuntite $L < 150$	Creste arrotondate
$F_{a_{0.1-0.5}} = e^{\frac{1.11H}{L}}$	$F_{a_{0.1-0.5}} = e^{\frac{0.93H}{L}}$	$F_{a_{0.1-0.5}} = e^{\frac{0.73H}{L}}$	$F_{a_{0.1-0.5}} = e^{\frac{0.40H}{L}}$	$F_{a_{0.1-0.5}} = e^{\frac{0.47H}{L}}$

**Tabella 8** – Formule per il calcolo del fattore di amplificazione in corrispondenza delle varie tipologie di creste rocciose.

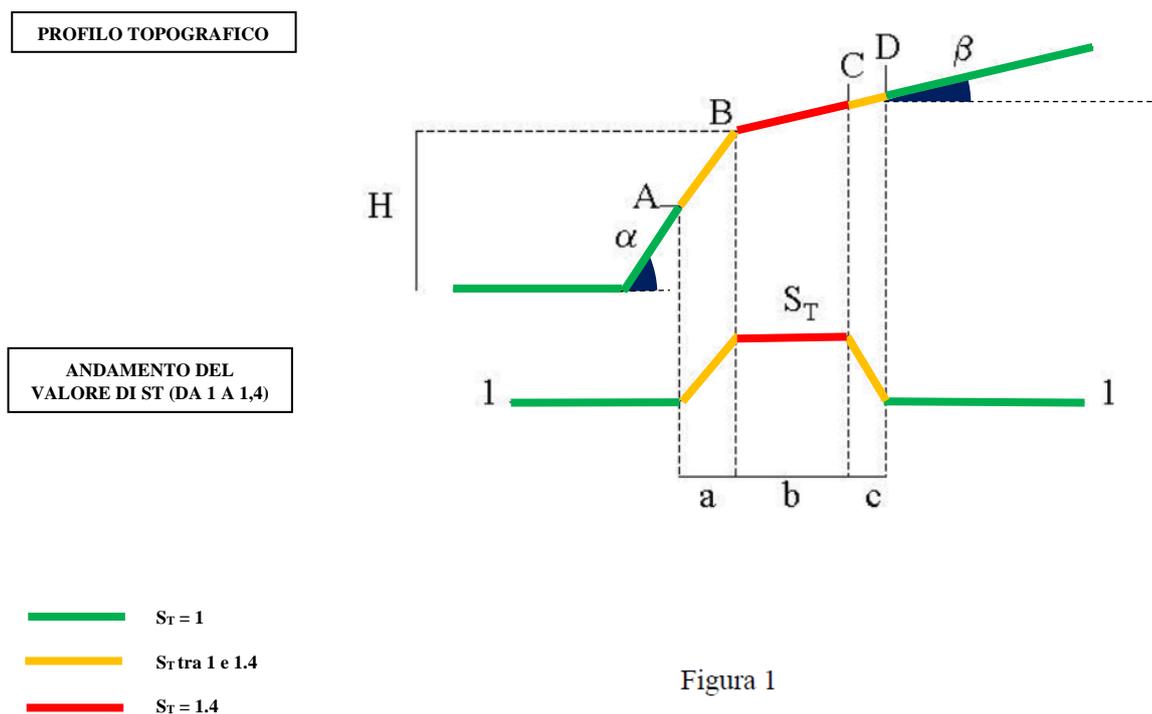


Figura 1

$$S_T = 1 + 0.8(\alpha - \beta - 0.4) \text{ sul segmento BC}$$

$$b: \text{valore minimo tra } 20\alpha \text{ e } \frac{H+10}{4}$$

$\alpha$  e  $\beta$  sono i gradienti della parte più ripida e meno ripida, rispettivamente:

$$S_T = 1 \text{ in A (} a = H/3 \text{) e } S_T = 1 \text{ in D (} c = H/4 \text{)}$$

$S_T$ : si impone comunque un valore compreso tra 1 e 1.4.

**Figura 23** – Metodo di calcolo del fattore di amplificazione topografica in caso di scarpate (Allegato 2 della DGR 476/21).

## HSM

A partire dal valore del fattore di amplificazione FA SA1 ( $0,1s \leq T \leq 0,5s$ ) è stato stimato il valore del parametro  $H_{SM}$ . Si tratta di un coefficiente che, a differenza dei fattori di amplificazione, calcolati in modo diverso dalle varie Regioni, consente di effettuare un confronto fino alla scala nazionale della pericolosità sismica di base integrata con l'amplificazione locale.

$H_{SM}$  è definito dal seguente prodotto:

$$H_{SM} = \frac{ASI_{UHS}}{\Delta T} \times FA$$

Con:

**ASl<sub>UHS</sub>**: Acceleration Spectrum Intensity, ovvero il valore integrale dello Spettro a Probabilità Uniforme (UHS, Uniform Hazard Spectrum), che deriva dagli studi della pericolosità sismica di base, per TR=475 anni, nell'intervallo di periodo  $T = 0.1-0.5s$ ;

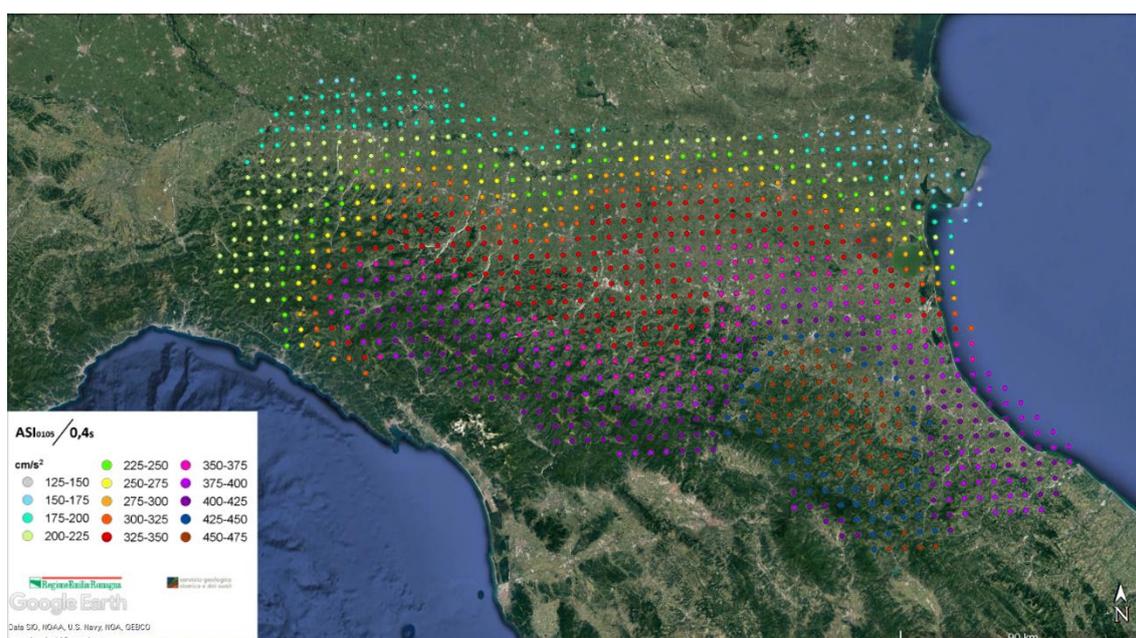
**FA**: Fattore di Amplificazione, calcolato con metodi semplificati o avanzati, nell'intervallo di periodo  $T = 0.1-0.5s$ ;

**$\Delta T$** : ampiezza dell'intervallo di integrazione (0.4 s);

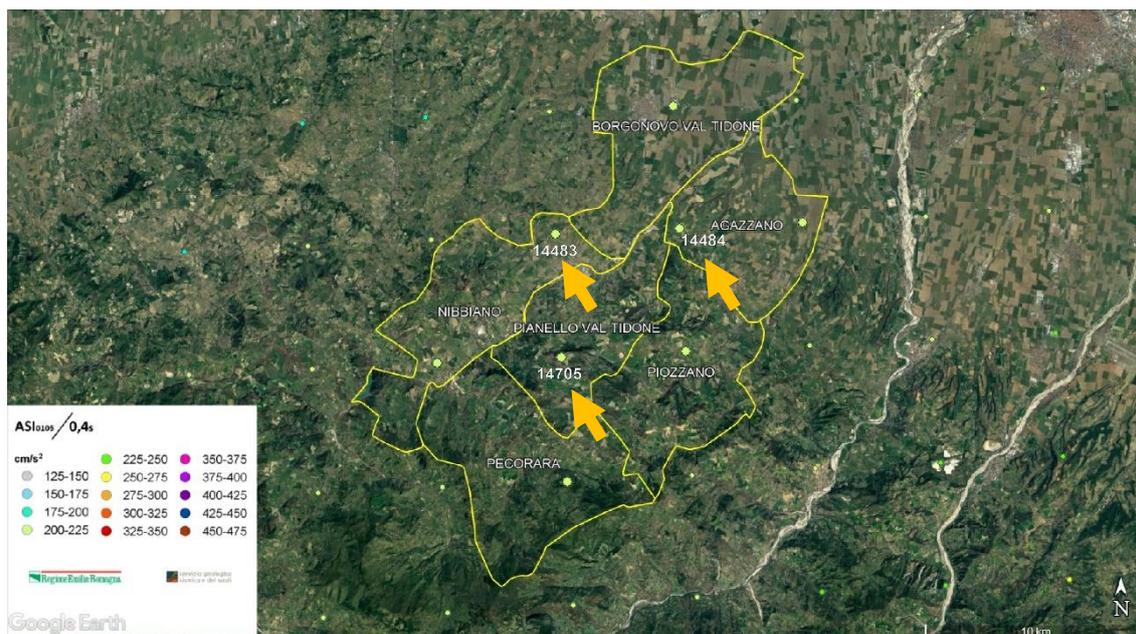
I valori del rapporto  $ASl_{UHS}/\Delta T$  (per l'intervallo di periodo 0.1–0.5s e con  $\Delta T = 0.4s$ ) con tempo di ritorno  $T_R$  uguale a 475 anni sono contenuti nel file PSbaseRER.kmz, disponibile nella pagina web dedicata agli indirizzi per gli studi di microzonazione sismica a cura del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia–Romagna. Tali valori sono relativi ai punti di una griglia con passo 0,05 gradi elaborata da INGV (Figura 24).

Una volta scaricato, il file PSbaseRER.kmz è stato importato nel software Google Earth (Figura 24) in modo da poter visualizzare i nodi, rappresentativi del rapporto  $ASl_{UHS}/\Delta T$  (con  $T = 0,4s$ ), più prossimi alle aree oggetto dello Studio di MS (Figura 25).

Infine, per ottenere i valori di  $H_{SM}$  di ciascun poligono corrispondente alle varie MOPS è stato moltiplicato il valore di FA SA1 ( $0,1s \leq T \leq 0,5s$ ) per il valore  $ASl_{UHS}/\Delta T$  del nodo più vicino. Nel presente studio sono stati considerati n. 3 nodi situati in altrettanti Comuni: Alta Val Tidone, Pianello Val Tidone e Agazzano Figura 25.



**Figura 24** – Visualizzazione in Google Earth della griglia dei nodi relativi al rapporto  $ASl_{UHS}/\Delta T$  ( $\Delta T = 0,4 s$ ). I colori dei nodi si riferiscono alle classi di  $ASl_{UHS}/\Delta T$ .



200-225

200-225	
ID	14483
Lon	9.3939
Lat	44.9648
SA_010	0.2103
SA_015	0.2597
SA_020	0.2503
SA_030	0.232
SA_040	0.1789
SA_050	0.1279
SA_075	0.0811
SA_100	0.0551
SA_150	0.0316
SA_200	0.0212
ASI0105/0,4s	207.23625
Classi(ASI0105/0,4s) 200-225	
ag	0.0972
F16perc	0.0773
F84perc	0.1084

200-225

200-225	
ID	14484
Lon	9.4645
Lat	44.9672
SA_010	0.2114
SA_015	0.2624
SA_020	0.253
SA_030	0.2346
SA_040	0.1817
SA_050	0.1302
SA_075	0.0836
SA_100	0.0562
SA_150	0.0325
SA_200	0.0217
ASI0105/0,4s	209.7378
Classi(ASI0105/0,4s) 200-225	
ag	0.0976
F16perc	0.0773
F84perc	0.1087

200-225

200-225	
ID	14705
Lon	9.3973
Lat	44.9149
SA_010	0.213
SA_015	0.2641
SA_020	0.2553
SA_030	0.2362
SA_040	0.1827
SA_050	0.1308
SA_075	0.0838
SA_100	0.0564
SA_150	0.0323
SA_200	0.0217
ASI0105/0,4s	211.178644
Classi(ASI0105/0,4s) 200-225	
ag	0.0983
F16perc	0.0779
F84perc	0.1096

**Figura 25** – L'immagine virtuale ripresa da Google Earth mostra i Comuni confinanti con Pianello Val Tidone e i nodi che ricadono all'interno dei relativi limiti amministrativi. Con le frecce arancioni sono indicati i nodi utilizzati per il calcolo del parametro  $H_{SM}$ , mentre nelle tre colonne sono evidenziati con il riquadro rosso i valori di  $ASI_{UH5}/\Delta T$  dei n. 3 nodi considerati. I limiti comunali riportati sono precedenti al 2018, anno in cui è stata effettuata la fusione dei Comuni di Nibbiano, Pecorara e Caminata nel Comune di Alta Val Tidone.

## 8. ELABORATI CARTOGRAFICI

### 8.1 – 1 LIVELLO

#### CARTA DELLE INDAGINI

La carta delle indagini del Comune di Pianello Val Tidone è stata realizzata in scala 1:10.000. In essa è stata riportata l'ubicazione di tutte le indagini e prove eseguite sul territorio comunale messe a disposizione dall'Ufficio Tecnico Comunale e, in aggiunta, quelle realizzate ex-novo appositamente per il presente lavoro di microzonazione sismica (20).

Secondo quanto definito dagli “*Standard di rappresentazione e archiviazione informatica. Microzonazione sismica. Versione 4.2*” (dicembre 2020) a cura della Commissione tecnica per la microzonazione sismica, in carta sono stati indicati i siti di indagine, distinti tra “puntuali” e “lineari” sulla base della tipologia di prova eseguita in loro corrispondenza.

Sono stati individuati in totale 65 siti puntuali, indicati con la lettera P e il numero identificativo progressivo (es: P27) e 22 siti lineari, contrassegnati in questo caso con la lettera L e il numero identificativo progressivo (es: L15).

Dei 65 siti puntuali di cui sopra si specifica che 27 di questi sono relativi ad indagini non reali bensì “fittizie”, ovvero alle stratigrafie “tipo” delle singole zone omogenee (MOPS) indicate in legenda con la sigla SMS.

Tramite la compilazione di un Database delle indagini (Cdi\_Tabelle\_033033 in formato MDB) con il Software SoftMS (Versione 4.1.1), a ciascun sito, sia puntuale che lineare, sono state associate differenti indagini con i rispettivi parametri.

Nella tabella che segue si fornisce un prospetto riassuntivo delle indagini (indicate con le medesime sigle della Figura 26), pregresse e di nuova esecuzione, svolte sul territorio comunale di Pianello Val Tidone.

Con il simbolo \* sono state contrassegnate le campagne di indagini integrative svolte appositamente per il presente Studio di MS.

Codice sito puntuale	Codice sito lineare	Indagini puntuali	Indagini lineari	Data
P2	/	1 S	/	26/03/2010
P3	L2	1 SPT	1 MASW	18/06/2011
P4	L3	1 SPT	1 MASW	12/05/2013
P5	L4	2 SPT	1 MASW	1/05/2015
P6	L5	1 SPT	1 MASW	5/01/2015
P7	/	3 SPT	/	26/09/2015
P8	L15	3 SPT 2 HVSR	1 REMI	4/04/2018
P9	/	2 T 1 HVSR	/	19/11/2019
P10	L6	2 SPT 1 HVSR	1 MASW	19/12/2019
P11	L8	1 T	1 MASW	1/12/2019
P12	L9	1 SPT 1 HVSR	1 MASW	10/02/2020
P13	/	1 SPT 1 HVSR	/	25/02/2020
P14	L10	1 SPT 1 HVSR	1 MASW	12/03/2020
P15	/	2 CPT 1 HVSR	/	14/12/2020
P16	L11	1 SPT	1 MASW	14/04/2021
P17	/	1 SPT 1 HVSR	/	1/04/2021
P18	L1	1 SPT 1 HVSR	1 MASW	17/06/2021
P19	/	1 HVSR	/	23/06/2022*
P20	/	1 HVSR	/	23/06/2022*
P21	L20	1 HVSR	1 MASW	23/06/2022*
P22	/	1 HVSR	/	23/06/2022*
P24	/	1 HVSR	/	23/06/2022*

Codice sito puntuale	Codice sito lineare	Indagini puntuali	Indagini lineari	Data
P25	L19	1 HVSR	1 MASW	23/06/2022*
P26	/	1 HVSR	/	23/06/2022*
P28	/	1 HVSR	/	23/06/2022*
P29	L13	1 HVSR 1 SD 1 S	1 MASW	22/05/2020
P30	L12	2 SPT 1 HVSR	1 MASW	20/02/2020
P31	L14	5 T	1 ERT	1/03/2020
P32	/	SMS	/	
P33	/	SMS	/	
P34	/	SMS	/	
P35	/	SMS	/	
P36	/	SMS	/	
P37	/	SMS	/	
P38	/	SMS	/	
P39	/	SMS	/	
P41	/	SMS	/	
P42	/	SMS	/	
P43	/	SMS	/	
P44	/	SMS	/	
P45	/	SMS	/	
P46	/	SMS	/	
P47	/	SMS	/	
P48	/	SMS	/	

Codice sito puntuale	Codice sito lineare	Indagini puntuali	Indagini lineari	Data
P50	/	SMS	/	
P51	/	SMS	/	
P52	/	SMS	/	
P53	/	SMS	/	
P54	/	SMS	/	
P55	/	SMS	/	
P56	/	SMS	/	
P57	/	SMS	/	
P58	/	SMS	/	
P59	/	SMS	/	
P60	/	SMS	/	
P61	/	SMS	/	
P62	/	SMS	/	
P63	/	1 CPT	/	14/12/2022*
P64	/	1 CPT	/	14/12/2022*
P65	/	1 CPT	/	14/12/2022*
P66	/	1 CPT	/	22/12/2022*
P67	/	1 CPT	/	14/12/2022*
P68	/	1 CPT	/	22/12/2022*
P69	/	1 CPT	/	22/12/2022*
P73	L23	1 S 3 SPT 2 HVSR	1 MASW	27/10/2022
/	L16	/	1 MASW	23/09/2022*

Codice sito puntuale	Codice sito lineare	Indagini puntuali	Indagini lineari	Data
/	L17	/	1 MASW	23/09/2022*
/	L18	/	1 MASW	23/09/2022*
/	L21	/	SEZIONE GEOLOGICA 1-1'	
/	L22	/	SEZIONE GEOLOGICA 2-2'	

**Tabella 9** – Elenco di tutte le indagini puntuali e lineari svolte nel territorio comunale di Pianello Val Tidone.

La rappresentazione in cartografia dei siti di indagine è stata effettuata in modo tale da permettere di risalire alla tipologia e al numero di prove eseguite in ciascun sito. Dunque, ad ogni sito di indagine, puntuale e lineare, sono associati i simboli e i numeri relativi alle prove ivi eseguite. Queste sono state distinte utilizzando la libreria dei simboli MS\_CLE\_40.style messa a disposizione online dal *Centro per la Microzonazione Sismica e le sue applicazioni* (CentroMS).

Indagini e prove sono state distinte in base alla tipologia come illustrato nella figura seguente.



**Figura 26** – Legenda della Carta delle indagini.

## CARTA GEOLOGICO-TECNICA

### Elementi geologici e tettonico-strutturali

La carta geologico-tecnica è stata realizzata in scala 1:10.000. Tale elaborato cartografico è esteso all'intero territorio comunale ed è rappresentativo di tutte le informazioni, quali geologia, geomorfologia e caratteristiche litotecniche, necessarie alla definizione del modello geologico del sottosuolo e all'individuazione, in termini qualitativi, di zone del territorio caratterizzate da un comportamento sismico omogeneo (microzone omogenee).

I dati rappresentati sono stati recepiti dalle seguenti carte ed elementi vettoriali esistenti:

- Shapefiles reperibili dal Geoportale della Regione Emilia-Romagna relativi a:
  - unità geologiche cartografabili in forma poligonale del territorio appenninico regionale, rilevati alla scala di acquisizione 1:10.000;
  - coperture quaternarie, costituite da depositi di frana, di versante e alluvionali in forma poligonale, rilevate alla scala di acquisizione 1:10.000;

- Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 (Foglio 179 Ponte dell'Olio). Progetto CARG. APAT - Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici, Dipartimento Difesa del Suolo - Servizio Geologico d'Italia. S.E.L.C.A. Srl - Firenze (2005);
- Carta Geologica dell'Appennino emiliano-romagnolo. Pianello Val Tidone, sezione 179050. Scala 1:10.000. Edizione 1989. S.E.L.C.A. Srl - Firenze.

Seguendo le indicazioni degli SRAI 4.2, le varie formazioni geologiche che definiscono l'assetto litostratigrafico del territorio comunale sono state differenziate nelle seguenti due macrocategorie: "terreni di copertura" e "substrato geologico".

Per quanto concerne il substrato geologico sono state definite delle classi di unità geologiche comprendenti formazioni differenti ma che, sulla base di caratteristiche geologiche e litotecniche comuni (stratificazione / presenza di fratturazione / alterazione / ecc.), possono essere raggruppate.

Le tipologie di substrato geologico individuate sul territorio comunale di Pianello Val Tidone sono le seguenti:

**CO** - substrato coesivo sovraconsolidato, non stratificato.

**GR** - substrato granulare, cementato.

**IS** - substrato incoerente o poco consolidato, non stratificato, localmente cementato.

**LPS** - substrato lapideo stratificato.

**SFALS** - substrato lapideo costituito da un'alternanza di litotipi, stratificato, fratturato/alterato.

**SFCO** - substrato lapideo coesivo sovraconsolidato, fratturato/alterato.

**SFCOS** - substrato lapideo coesivo sovraconsolidato, stratificato, fratturato/alterato.

**SFGRS** - substrato lapideo granulare cementato, stratificato, fratturato/alterato.

Nella Tabella 10 è riportata la corrispondenza tra le formazioni geologiche individuate sul territorio comunale, così come definite dal Catalogo delle Formazioni Geologiche Italiane, e le classi di substrato definite dagli SRAI 4.2.

SUBSTRATO GEOLOGICO	
SIGLA	FORMAZIONI
<b>CO</b>	Marne di Monte Piano (MMP)
<b>GR</b>	Conglomerati dei Salti del Diavolo (CSD)
<b>IS</b>	Sintema di Costamezzana (CMZ)
<b>LPS</b>	Calcari a Calpionelle (CCL) Maiolica (MAI)
<b>SFALS</b>	Formazione di Val Luretta, membro di Poviago, litofacies arenaceo-pelitica (VLU1a)

SUBSTRATO GEOLOGICO	
SIGLA	FORMAZIONI
	Formazione di Val Luretta, membro di Poviago, litofacies marnosa (VLU1b) Formazione di Val Luretta, membro di Monteventano (VLU2) Formazione di Val Luretta, membro di Genepreto (VLU3) Flysch di Monte Cassio (MCS) Arenarie di Scabiazza (SCB)
SFCO	Argille a Palombini (APA) Argille varicolori di Cassio (AVV)
SFCOS	Formazione del Termina (TER)
SFGRS	Formazione di Ranzano - membro di Pizzo d'Oca (RAN1) Formazione di Ranzano - membro di Pizzo d'Oca - litofacies arenaceo pelitica (RAN1a) Formazione di Ranzano - membro della Val Pessola (RAN2) Formazione di Ranzano - membro della Val Pessola - litofacies caotica (RAN2sl) Arenarie di Scabiazza - litofacies conglomeratica (SCBd)

**Tabella 10** – Corrispondenza tra le formazioni geologiche costituenti il substrato del territorio comunale di Pianello Val Tidone e le categorie definite dagli SRAI 4.2.

I terreni di copertura, invece, sono stati classificati sulla base della taglia granulometrica e della relativa tipologia di ambiente genetico-deposizionale. Essi sono illustrati ed elencati nella Tabella 11.

TERRENI DI COPERTURA		
SIGLA	TAGLIA GRANULOMETRICA	AMBIENTE GENETICO-DEPOSIZIONALE
GP	GHIAIE PULITE con granulometria poco assortita, miscela di ghiaia e sabbia	Terrazzo fluviale
GM	GHIAIE LIMOSE, miscela di ghiaia, sabbia e limo	Terrazzo fluviale
GC	GHIAIE ARGILLOSE, miscela di ghiaia, sabbia e argilla	Terrazzo fluviale, falda detritica
CL	ARGILLE INORGANICHE di medio-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre	Eluvi/colluvi

**Tabella 11** – Classificazione delle litologie costituenti i terreni di copertura nell'area in esame.

In merito agli elementi tettonico-strutturali si segnala che i lineamenti presenti corrispondono a faglie inverse, sovrascorrimenti (si ricorda il sovrascorrimento dell'Unità Cassio sull'Unità Bettola/Luretta) e faglie con cinematismo non definito, in stato inattivo.

## **Instabilità di versante**

I movimenti franosi che caratterizzano il territorio comunale si presentano con dimensioni e cinematismi differenti da luogo a luogo, in funzione delle interferenze tra cause e fattori locali (elementi strutturali, tettonici, litologici, idrogeologici).

Quelli di maggiori dimensioni, come la frana di Roccapulzana, appaiono come “guidati” dalle discontinuità tettoniche (faglie, sovrascorrimenti) che contraddistinguono l’area in esame. I movimenti superficiali, sviluppati all’interno delle coperture eluvio-colluviali, sembrerebbero invece risentire in maggiore misura delle condizioni morfologiche (acclività dei pendii), litologiche (natura dei terreni) e idrogeologiche.

Le tipologie di dissesto riconosciute nell’ambito del territorio comunale di Pianello Val Tidone sono le seguenti:

1. *crollò/ribaltamento*
2. *scorrimento*
3. *colata*
4. *complessa*
5. *non definita*

**Frane da crollo o ribaltamento** – si tratta di dissesti caratterizzati da estrema velocità del movimento, che avvengono per distacco da pendii acclivi di rocce litoidi. Queste, dopo un processo iniziale di caduta libera dalla parete, possono essere soggette a fenomeni di rimbalzo e rotolamento. L’accumulo detritico che ne deriva è costituito da materiale eterogeneo ed eterometrico, con frammenti litoidi di dimensioni variabili dai ciottoli ai massi. Questi, inoltre, possono essere improvvisamente riattivati in concomitanza di precipitazioni particolarmente intense, dando origine a colate di detrito. Tale tipologia di dissesto, che non è la più diffusa in corrispondenza del territorio in esame, è stata individuata presso il rilievo di Monte Aldone in stato attivo, e nei pressi della località Poggio-Prada e Casa Ronchi in stato quiescente.

**Frane da scorrimento** – questa tipologia di dissesto si verifica tipicamente laddove si ha la presenza di materiali stratificati, specialmente se a litofacies diversificata. La situazione tipica per l’innesco di tali frane è, infatti, la sovrapposizione di strati lapidei permeabili al di sopra di altri pseudocoerenti e impermeabili. Ciò in quanto le acque che circolano nelle porzioni permeabili, giungendo a contatto con i sottostanti pacchi di strati impermeabili, ne determinano una riduzione della resistenza di attrito lungo le superfici di contatto. Dunque, il movimento avviene lungo una superficie di rottura o, per meglio dire, lungo una fascia relativamente sottile di intensa deformazione di taglio in prossimità della quale il materiale possiede scadenti caratteristiche fisico-meccaniche. L’espulsione di acqua lungo il contatto tra strati permeabili e impermeabili determina l’alterazione delle caratteristiche geotecniche dei materiali in movimento e, nel caso siano coinvolti nello scorrimento litotipi prevalentemente argillosi, si assiste frequentemente all’evoluzione del movimento in

colamento lento. Movimenti riconducibili a questa tipologia sono molto diffusi su tutto il territorio in esame.

**Frane da colata** – le frane di questa categoria sono di tipo superficiale, interessando essenzialmente la coltre terrosa di alterazione. Si manifestano, infatti, in materiali coesivi argillosi. In genere i depositi più frequenti sono costituiti da una matrice pelitica in cui sono immersi clasti di dimensioni variabili. I corpi di frana di questo tipo si presentano con asse molto allungato rispetto alla sezione trasversale. Nel territorio comunale di Pianello Val Tidone le colate prevalgono laddove affiorano estesamente terreni ad elevata componente marnoso–argillosa, quali le Argille Varicolori di Cassio e le Argille a Palombini, poiché possiedono le caratteristiche geotecniche predisponenti allo sviluppo di tale tipo di dissesti (un esempio è la frana di Roccapulzana, dove le acque “fuoriuscenti” dalle rocce serbatoio del Flysch di Monte Cassio vanno ad ammolare le sottostanti litologie argillose). Oltre alle sollecitazioni sismiche, le cause innescanti sono da attribuire soprattutto alla saturazione dei materiali argillosi per impregnazione d’acqua, che provoca la diminuzione della coesione e della resistenza al taglio. Da rilevare che la zona terminale di accumulo manifesta sempre spessori decisamente elevati, molto maggiori anche di 30 m.

**Frane complesse** – quando i depositi di frana presentano caratteristiche che li avvicinano contemporaneamente a differenti tipi di frane si parla di “frane complesse”; queste derivano dalla combinazione nello spazio e nel tempo di due o più tipi di cinematismi differenti (nell’area esaminata si tratta, generalmente, dei meccanismi di scorrimento e colata). Tale espressione sta ad indicare che l’innescò del movimento può essere stato dovuto a più cause, ma anche che il materiale prodotto da un originario movimento diventa premessa per un ulteriore sviluppo del movimento secondo modalità nettamente differenti rispetto alle precedenti. Un esempio emblematico è presente presso la località Fravica.

**Frane non definite** – si tratta di movimenti gravitativi di cui non è chiaro il cinematismo e, dunque, non possono essere classificati in una delle categorie precedentemente illustrate. I depositi individuati sul terreno non permettono di determinare con certezza la tipologia di dissesto che li ha originati. Essi consistono essenzialmente in accumuli costituiti da litotipi più o meno caotici, la cui tessitura è condizionata dalla litologia del substrato e dal tipo di movimento prevalente (che, come già detto, nel caso di questi dissesti è indeterminato). La tessitura prevalente risulta costituita da clasti eterometrici, litologicamente monogenici o eterogenei, immersi in un’abbondante matrice pelitica e/o sabbiosa.

## CARTA DELLE SEZIONI

L'assetto giaciturale e strutturale delle formazioni geologiche che costituiscono il substrato e i terreni di copertura del territorio comunale di Pianello Val Tidone, ampiamente descritte nel Capitolo 3, è rappresentato dalle sezioni geologiche riportate nella "Carta delle sezioni".

Il contesto geomorfologico in cui è inserito il Comune in esame riflette l'assetto geologico e, pertanto, è molto variabile: da sud verso nord si ha il passaggio da ambienti tipicamente collinari, caratterizzati dalla presenza di substrato lapideo sub affiorante e/o sormontato da depositi di copertura eluvio/colluviale o di frana, ad ambienti alluvionali, contraddistinti dalla presenza di depositi incoerenti e morfologie tipiche dei sistemi terrazzati.

Per la rappresentazione di quest'ultimo contesto sono state realizzate due sezioni trasversali (1-1' in senso SO-NE e 2-2' in senso NO-SE) in corrispondenza del capoluogo comunale.

In particolare, la sezione 1-1' permette di osservare come questa porzione del territorio comunale sia inserita in un sistema di terrazzi fluviali impostati all'interno dei depositi fluvioglaciali governati dall'azione del Torrente Tidone e dei suoi affluenti e appartenenti alle varie fasi glaciali e interglaciali che si sono susseguite durante il Quaternario.

Si assiste, dunque, alla presenza, al di sopra del bedrock, di depositi consistenti prevalentemente in ghiaie e miscele di ghiaia e sabbia modellate a terrazzo: superfici circa pianeggianti, corrispondenti ai residui dei vecchi alvei fluviali, sono raccordate mediante un "orlo" alle scarpate di terrazzo, rappresentative delle fasi di incisione ed erosione operate dal Torrente Tidone e dai suoi affluenti.

Tali depositi, messi in posto in tempi geologicamente recenti, non sono stati sottoposti a particolari stress tettonici, dunque, come visibile nella sezione 2-2', si presentano con una geometria pressoché tabulare. L'analisi dei depositi alluvionali nei vari settori esaminati non ha consentito il riscontro di ciottoli verticalizzati e/o oggetto di particolari deformazioni, come visibili in altre analoghe zone pedecollinari dell'Appennino.

I rapporti stratigrafico-tettonici delle formazioni affioranti nel settore collinare sono indicati, invece, all'interno di una sezione geologica ad andamento SE-NNE ripresa da BARONI et alii (1989) - "*Carta geologica dell'Appennino emiliano-romagnolo*" (Pianello Val Tidone, sezione 179050).

Tale sezione geologica prende avvio nei pressi del M. Aldone, al margine sudoccidentale del territorio comunale, e termina in prossimità della località Case Vaie.

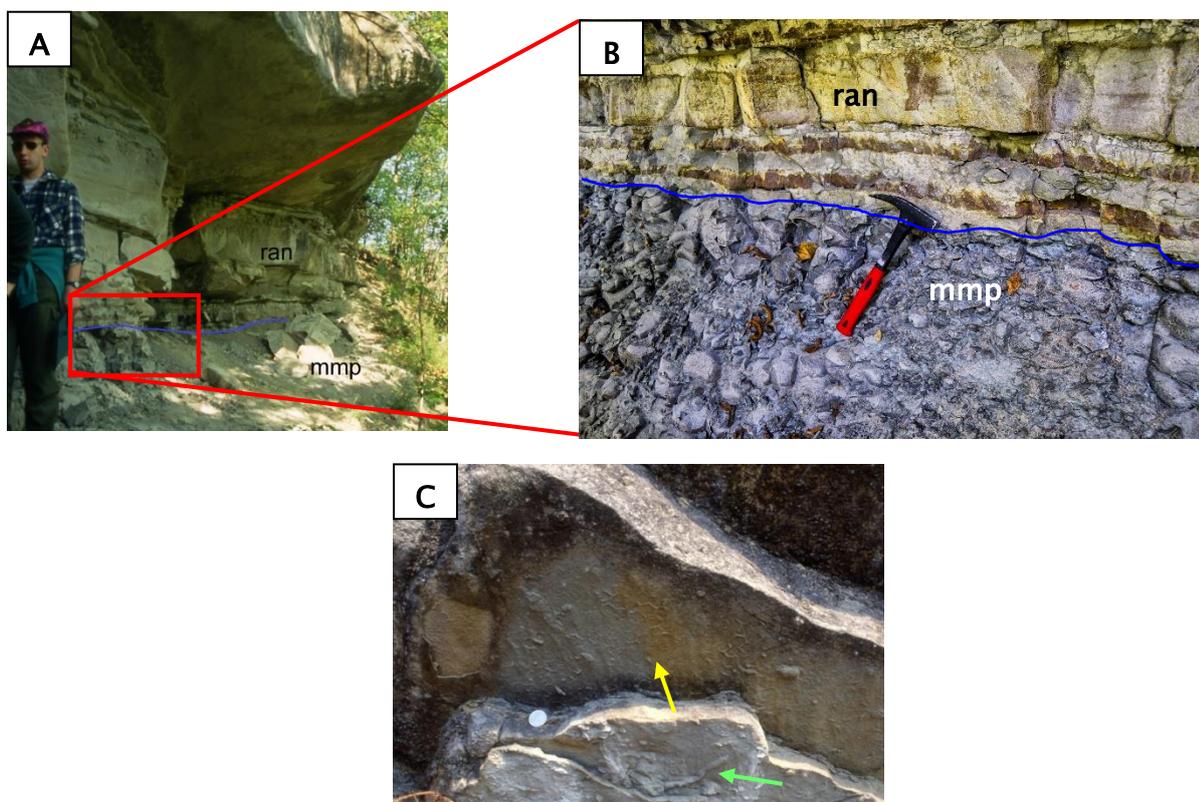
Il principale elemento tettonico intercettato dalla traccia della sezione è il sovrascorrimento dell'Unità Cassio (*Flysch di Monte Cassio - Argille varicolori di Cassio - Arenarie di*

Scabiazza - Argille a Palombini) al di sopra dell'Unità Bettola/Val Luretta (*Flysch di Bettola - Formazione di Val Luretta*), sulla quale poggia in discordanza stratigrafica la Successione Epiligure (*Formazione di Ranzano - Marne di Montepiano*).

Nell'ambito dell'Unità Cassio è piuttosto evidente la disarmonia deformativa tra le Arenarie di Scabiazza e il Flysch di Monte Cassio: la prima formazione è caratterizzata da una deformazione polifasica, mentre la seconda da una sola fase plicativa.

Oltre il sovrascorrimento tra le due unità tettoniche si ha l'elemento sicuramente più lampante della sezione, ovvero la deformazione plicativa che interessa le unità Epiliguri e dà origine alla "sinclinale del Chiarone": le Marne di Montepiano affiorano lungo due ristrette fasce che corrispondono ai fianchi (Sud e Nord) della struttura, mentre la Formazione di Ranzano ne occupa il nucleo.

Per quel che concerne le unità Epiliguri, la sezione geologica mostra inoltre come le Marne di Montepiano siano caratterizzate da un passaggio netto con la soprastante Formazione di Ranzano (vedi Figura 27), mentre il contatto di base con la Formazione di Val Luretta non è affiorante in superficie.



**Figura 27** - **A)** Affioramento che testimonia il contatto stratigrafico regolare e netto tra le Marne di Monte Piano e la Formazione di Ranzano. **B)** Dettaglio del passaggio tra le due formazioni. **C)** Tracce fossili alla base della Formazione di Ranzano (Paleodichthyon - freccia gialla, piste di limivori - freccia verde).

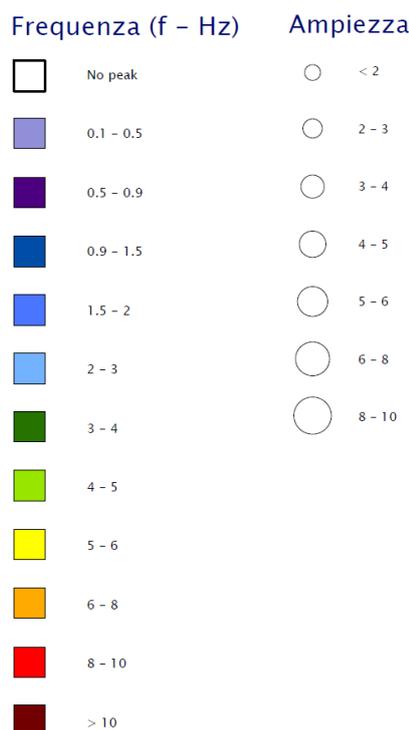
## CARTA DELLE FREQUENZE NATURALI DEI TERRENI ( $f_0$ )

Seguendo quando richiesto dall'Allegato 2 della DGR 566/21 è stata realizzata anche la Carta delle frequenze naturali dei terreni ( $f_0$ ), in scala 1:10.000, al fine di verificare la possibilità che, in corrispondenza dei siti considerati, si verificano fenomeni di risonanza.

In tale elaborato cartografico sono stati riportati tutti i punti in cui sono state condotte misure del rumore sismico ambientale (microtremore sismico) mediante indagini speditive di sismica passiva HVSR.

A ciascuno di tali punti è stato associato il risultato della prova, ovvero il valore  $f_0$  del picco significativo nell'intervallo 0.2÷20 Hz, corrispondente alla frequenza di risonanza fondamentale (frequenza principale).

Per la rappresentazione grafica sono stati utilizzati colori e dimensioni differenti in funzione, rispettivamente, del valore di frequenza e ampiezza misurati, come visibile dalla legenda della carta che si riporta nella figura seguente.



**Figura 28** – Legenda della Carta delle frequenze naturali dei terreni ( $f_0$ ).

Tra tutti quelli analizzati, solo i picchi individuati presso i siti **P19** (Bilegno), **P21** (Case Rebuffi), **P25** (Pianello Val Tidone – Via Carella) e **P26** (Pradaglia) sono stati considerati significativi per quanto concerne fenomeni di risonanza nei confronti di eventuali eventi sismici.

## CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA

Lo Studio di Microzonazione Sismica è stato effettuato per le aree urbanizzate indicate dall'Amministrazione Comunale di Pianello Val Tidone.

In particolare, lo Studio di MS si è concentrato sulle seguenti località:

- |                                     |                                |
|-------------------------------------|--------------------------------|
| a) Pianello Val Tidone (capoluogo); | b) frazione Arcello;           |
| c) frazione Case Gramonti;          | d) frazione Chiarone;          |
| e) località Campasso;               | f) frazione Casanova;          |
| g) frazione Bilegno;                | h) frazione Case Gazzoli;      |
| i) frazione Pradaglia;              | l) frazione Case Rebuffi;      |
| m) frazione Gadignano;              | n) frazione Gabbiano Poggiolo; |
| o) frazione Case Vaie.              |                                |

Per la definizione delle microzone omogenee in prospettiva sismica sono state considerate le seguenti caratteristiche:

- |                                        |                                                               |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| - Presenza di depositi di copertura    | - Profondità del bedrock sismico                              |
| - Spessore della coltre di alterazione | - Presenza di dissesti franosi                                |
| - Litologia del substrato              | - Suscettibilità ad amplificazione topografica e/o litologica |

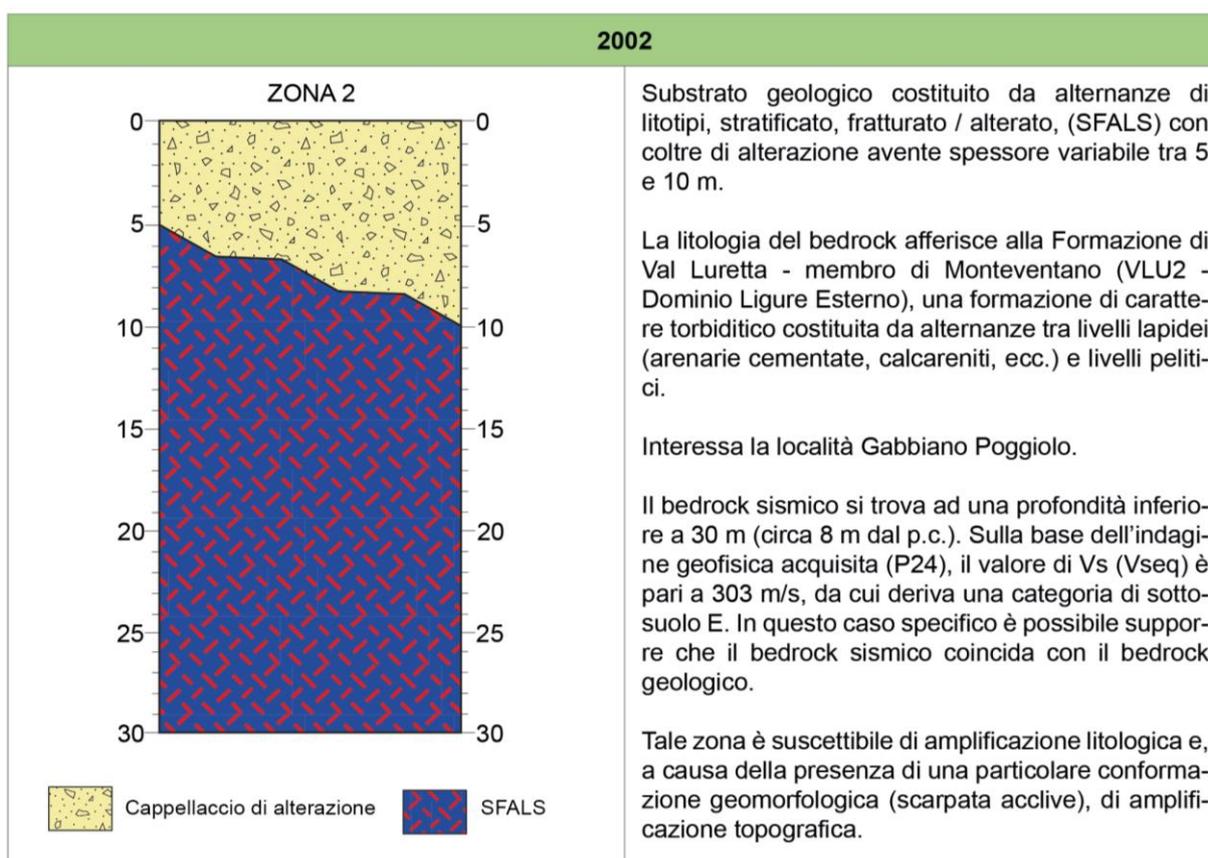
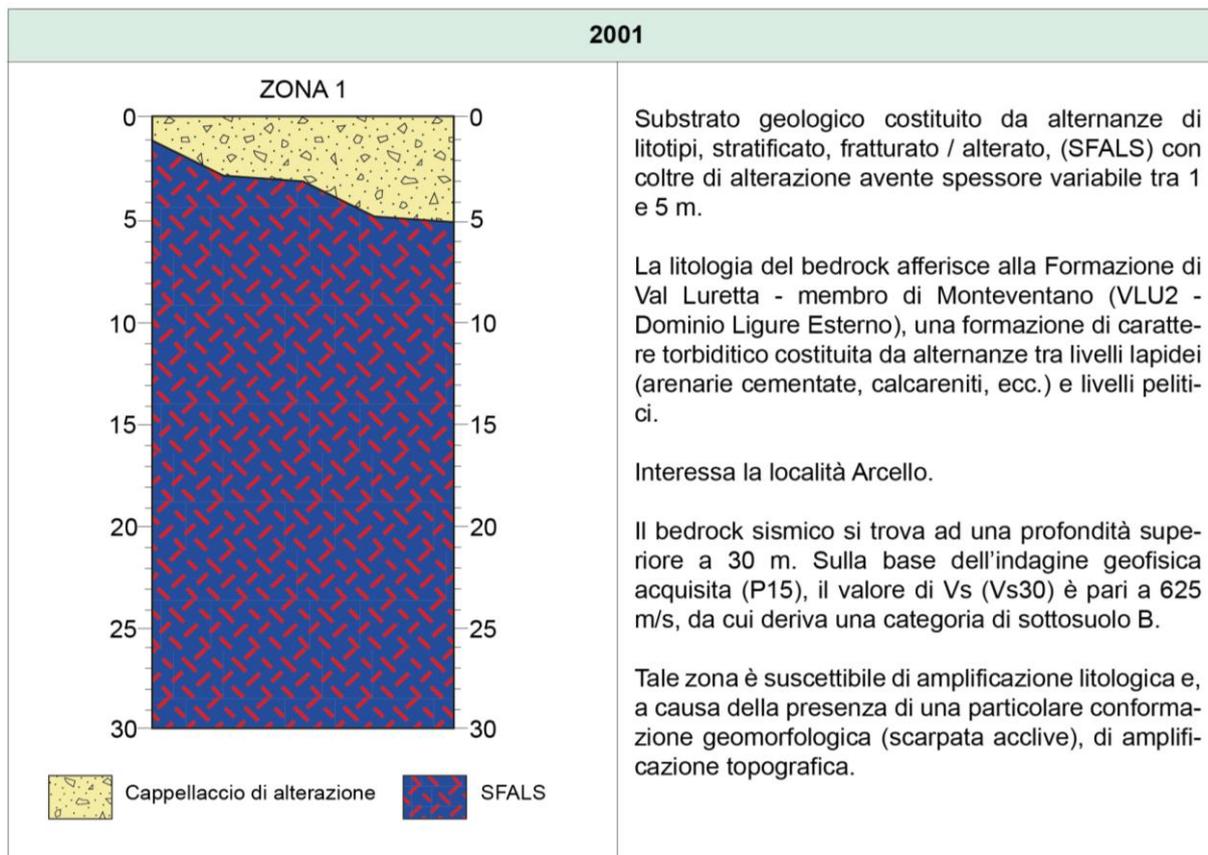
In totale sono state individuate 15 microzone omogenee, di cui si riporta nelle pagine seguenti il "profilo stratigrafico tipo" riferito ai primi 30 metri di sottosuolo e la relativa descrizione.

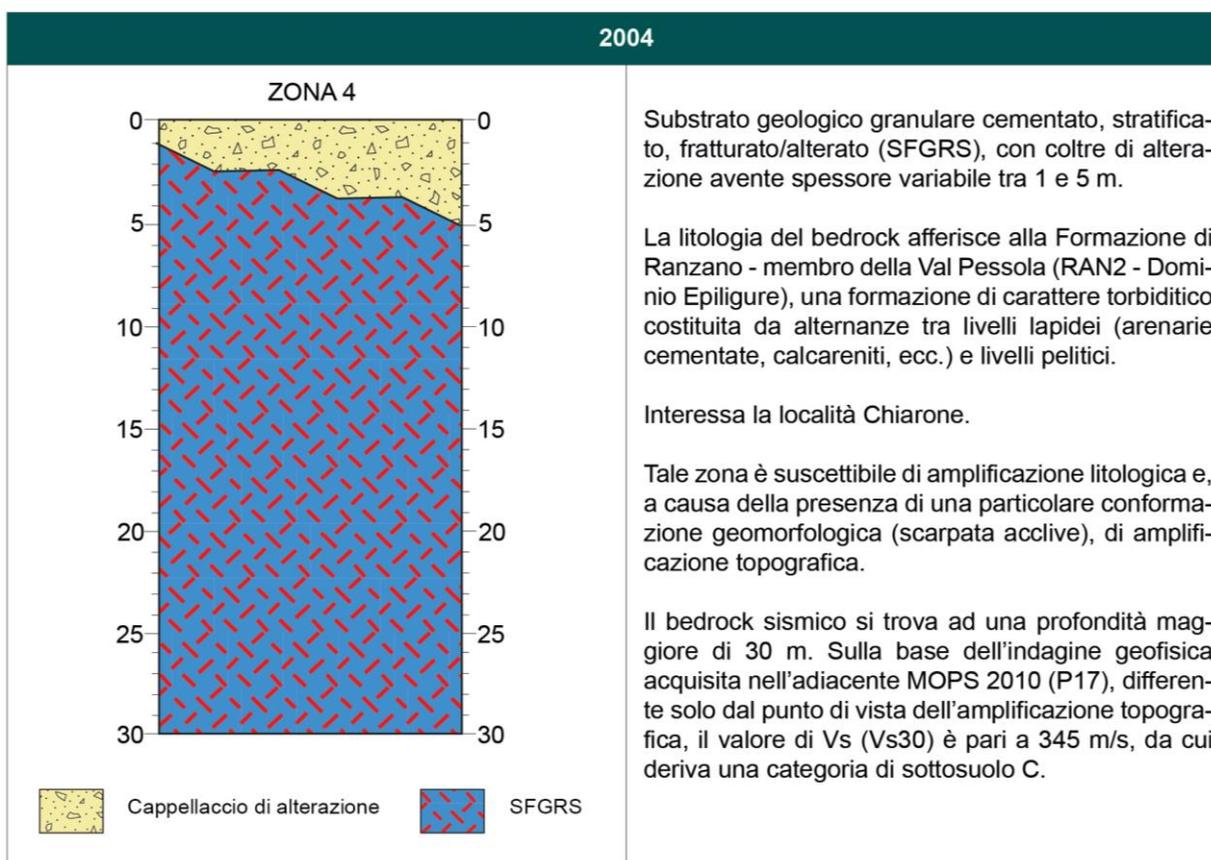
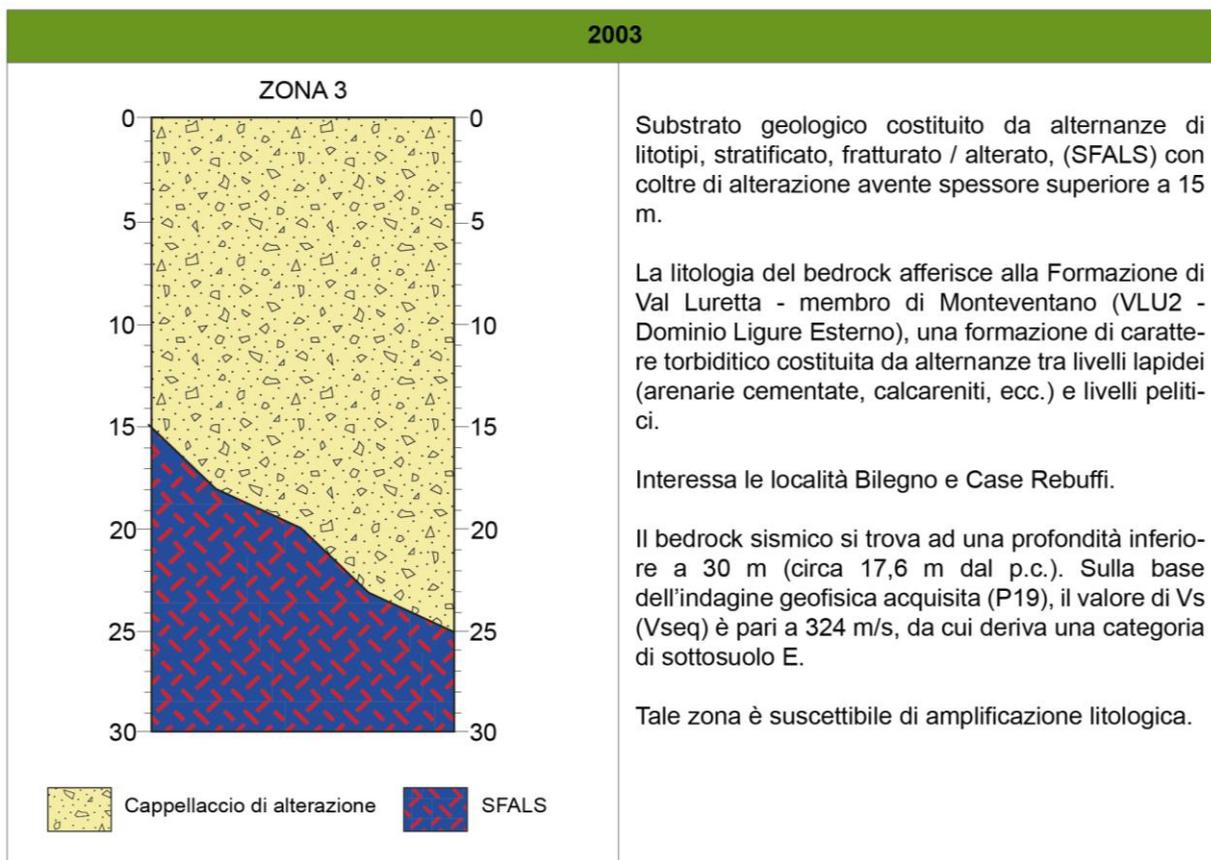
Non sono state individuate zone stabili, con substrato lapideo affiorante/subaffiorante. Sono state definite, invece, zone caratterizzate da substrato fratturato o alterato (2099).

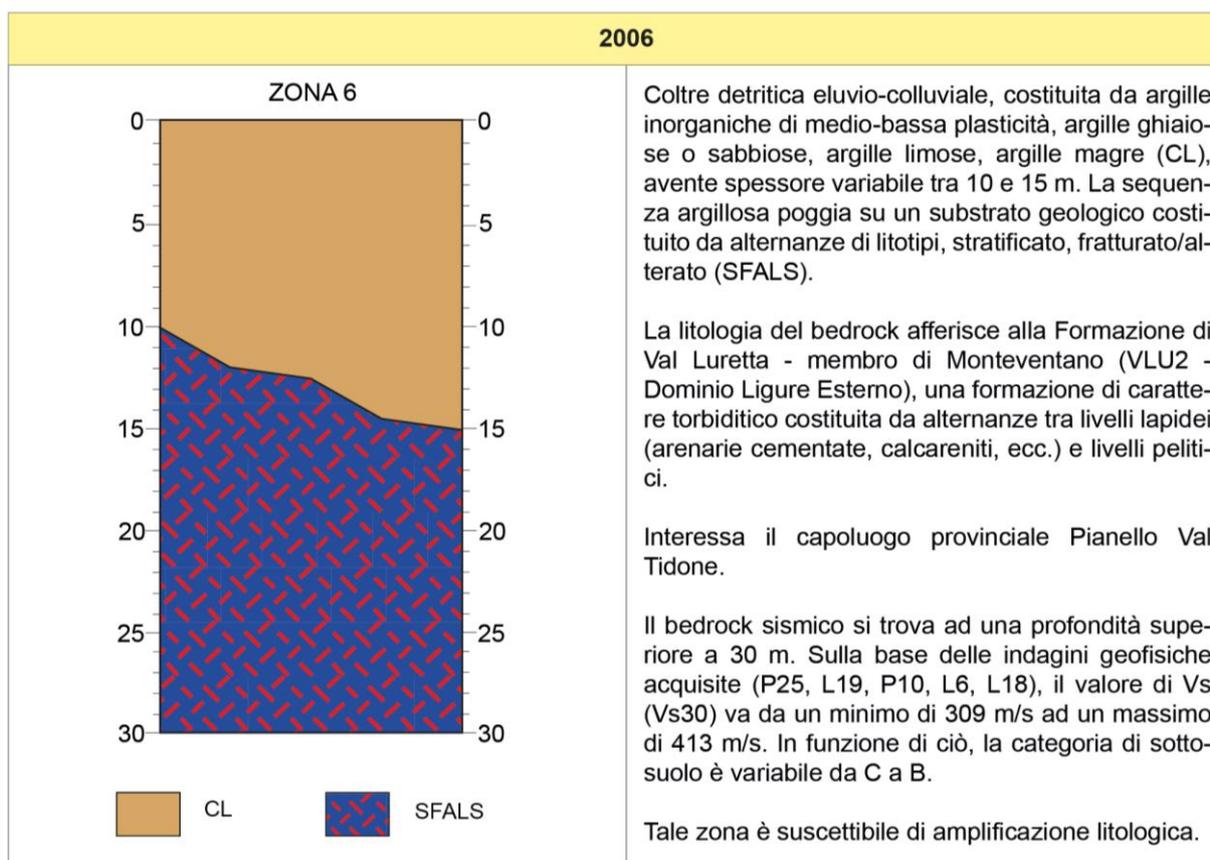
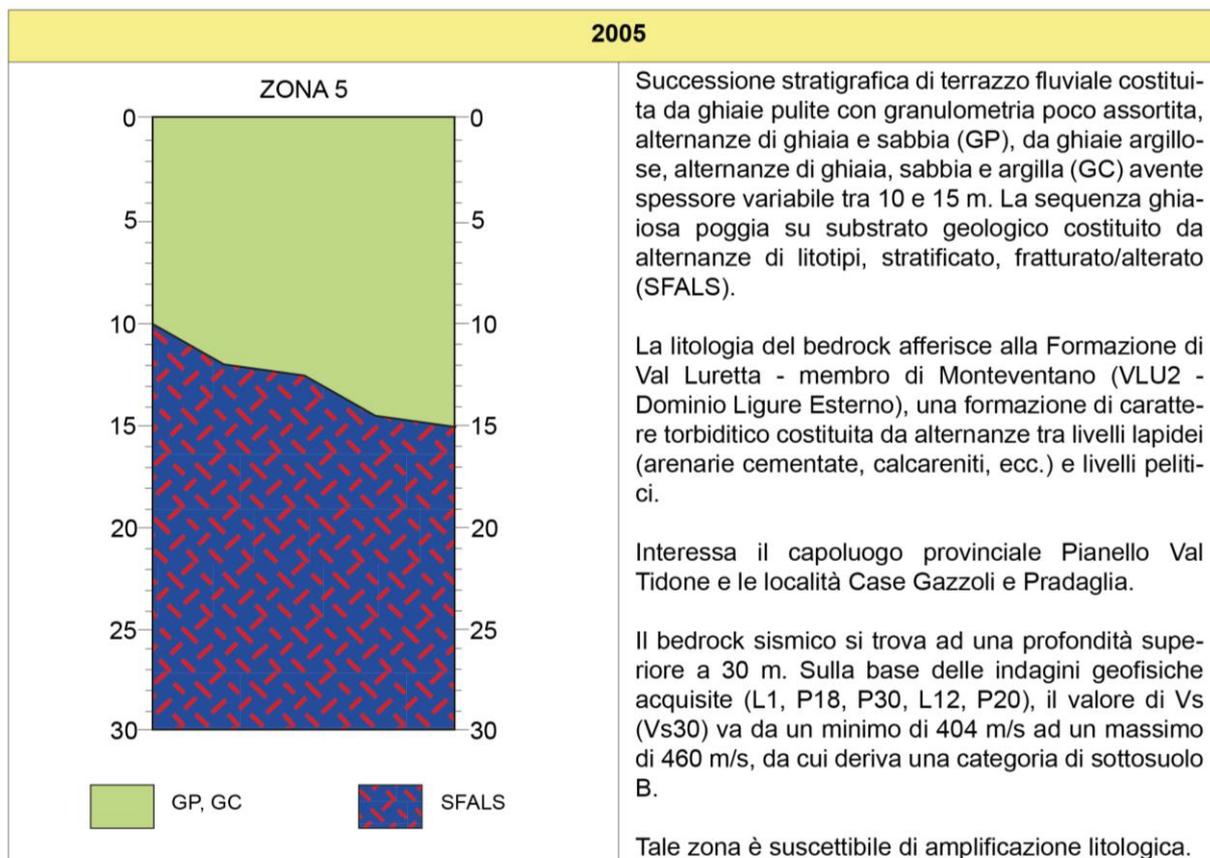
Le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali sono state distinte in 11 microzone omogenee, di cui 3 suscettibili sia di amplificazione litologica che di amplificazione topografica (2001, 2002 e 2004) e 8 suscettibili solo di amplificazione litologica (2003, 2005, 2006, 2007, 2010, 2011, 2012, 2013).

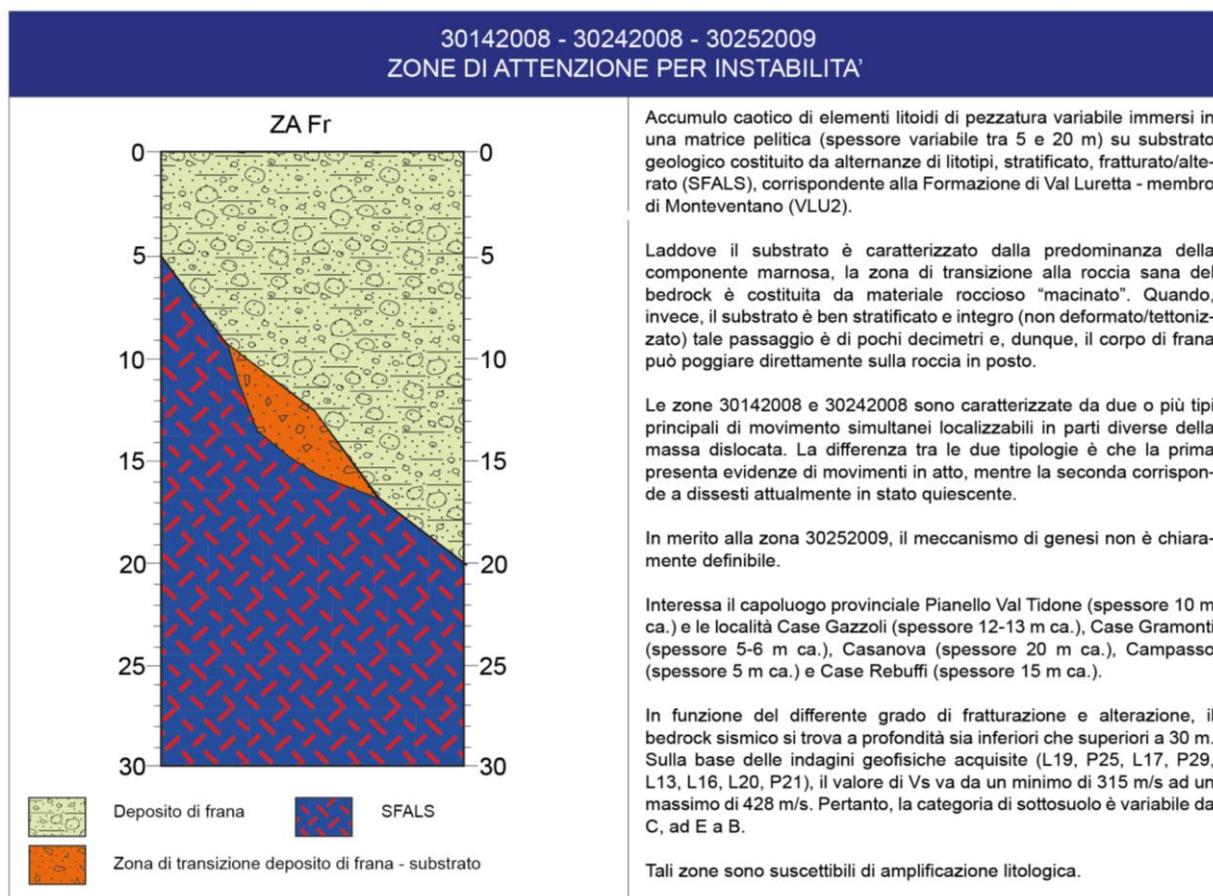
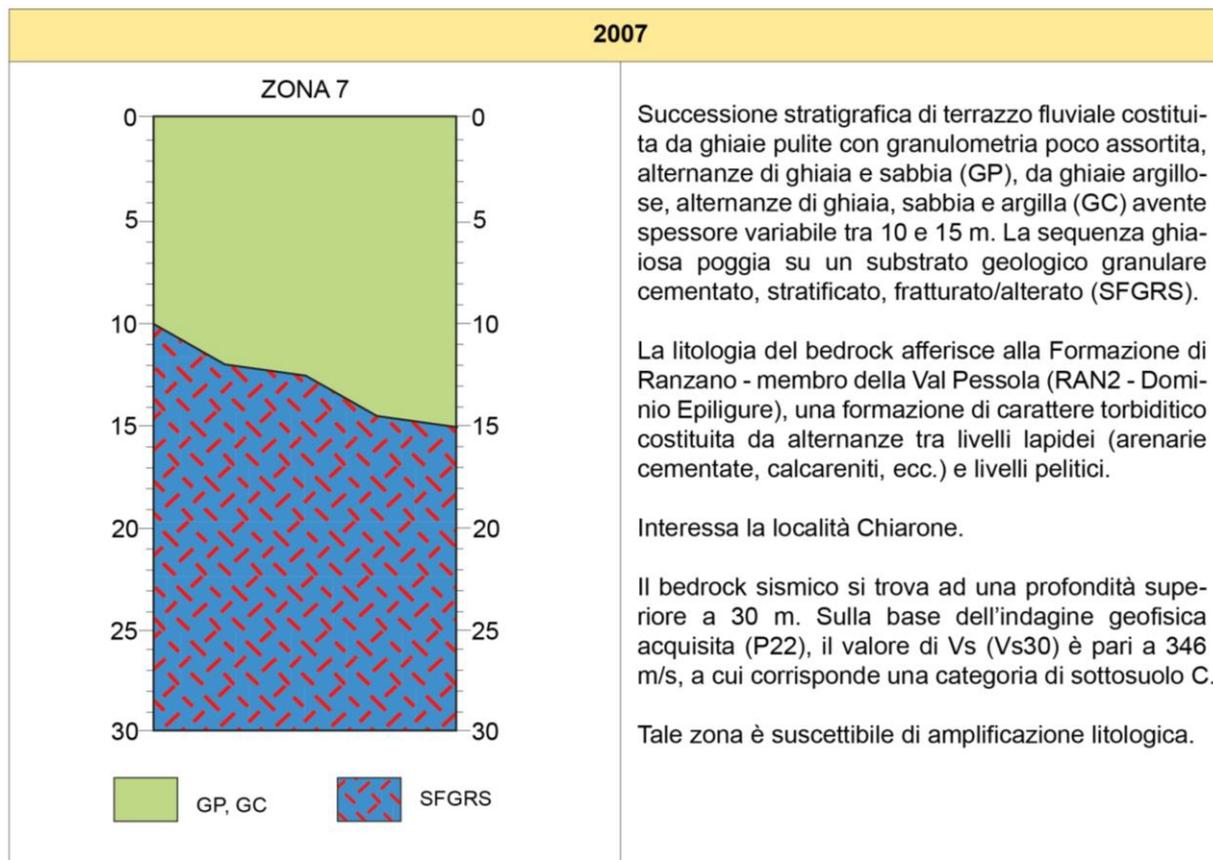
Le zone contraddistinte da amplificazioni topografiche sono state derivate dalle elaborazioni che hanno portato alla redazione della "*Carta delle aree suscettibili di effetti sismici locali*" (scala 1:25.000) del vigente PTCP di Piacenza, in quanto corrispondono a porzioni di aree più estese individuate come zone dotate di inclinazione critica (pendenza maggiore di 15° e dislivello maggiore o uguale a 30 m).

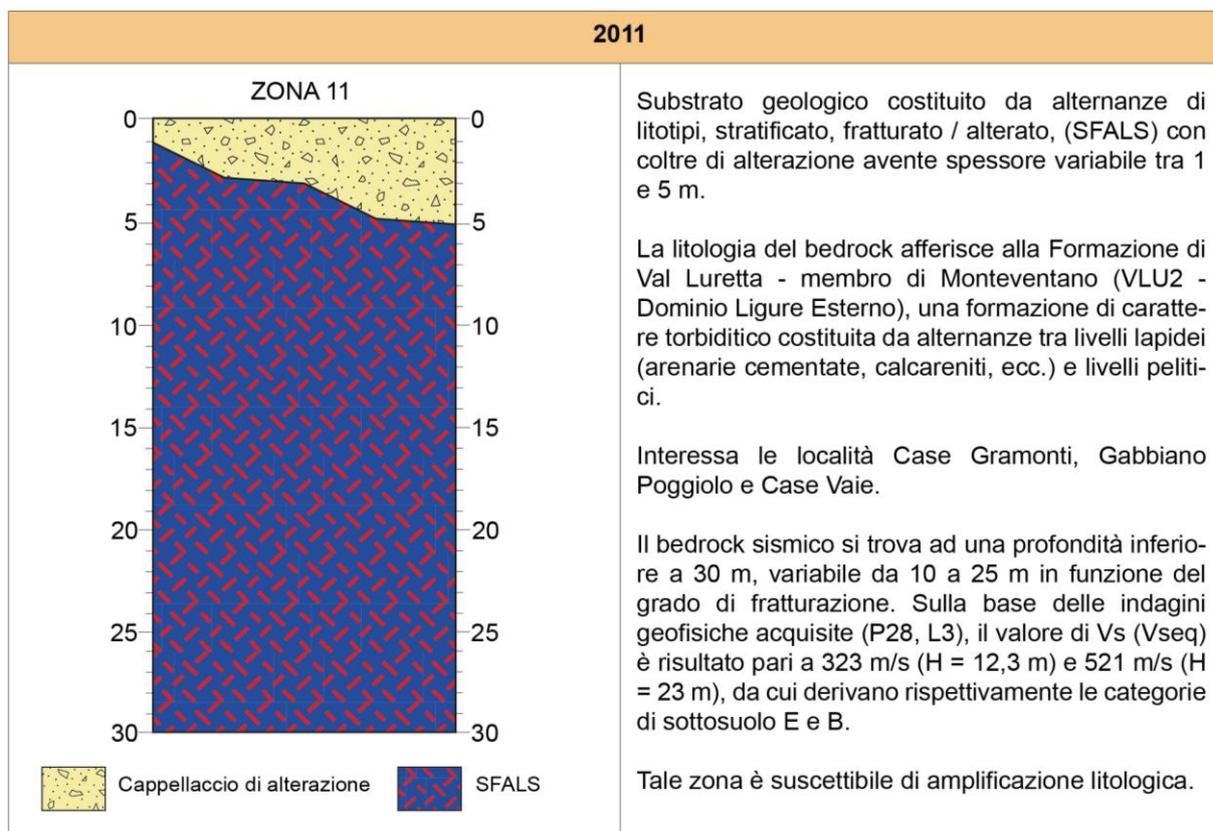
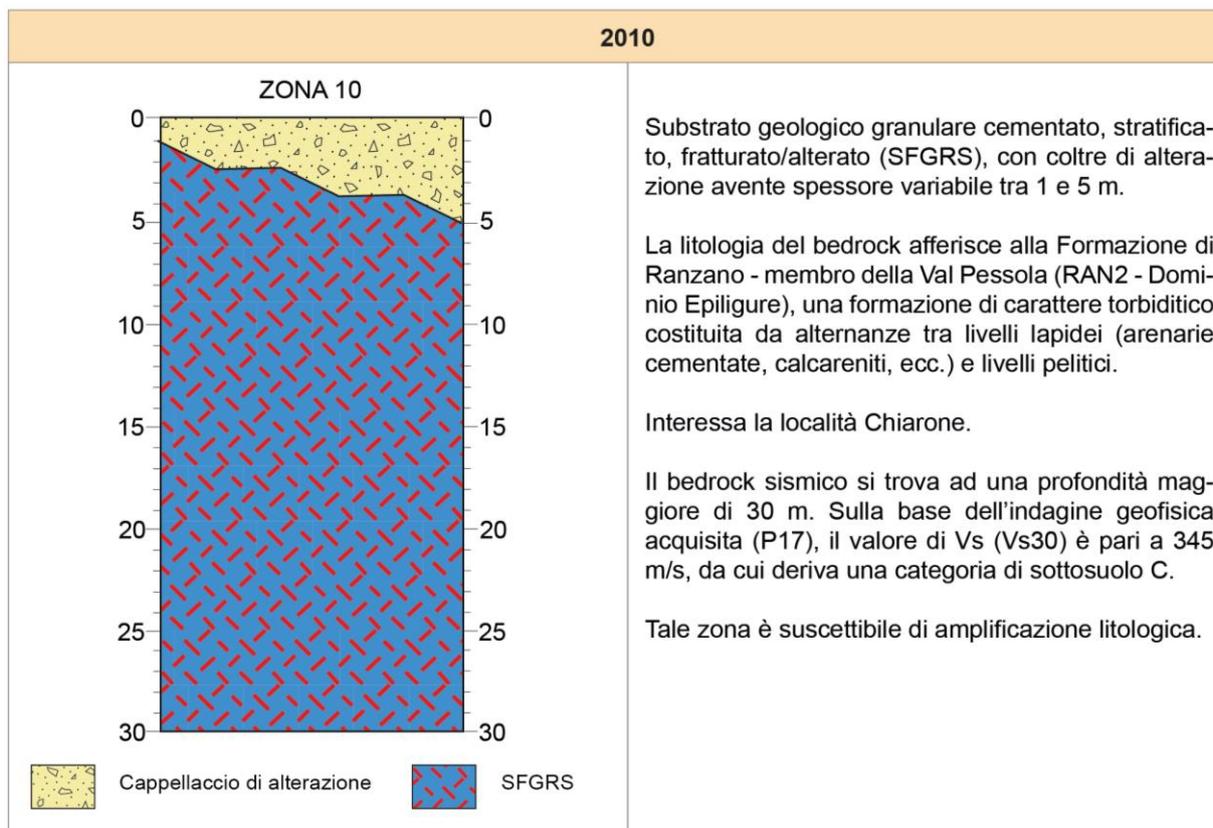
Sulla base dello stato di attività e del cinematismo, le zone di attenzione per instabilità sono state raggruppate in 3 microzone omogenee (30142008, 30242008 e 30252009).

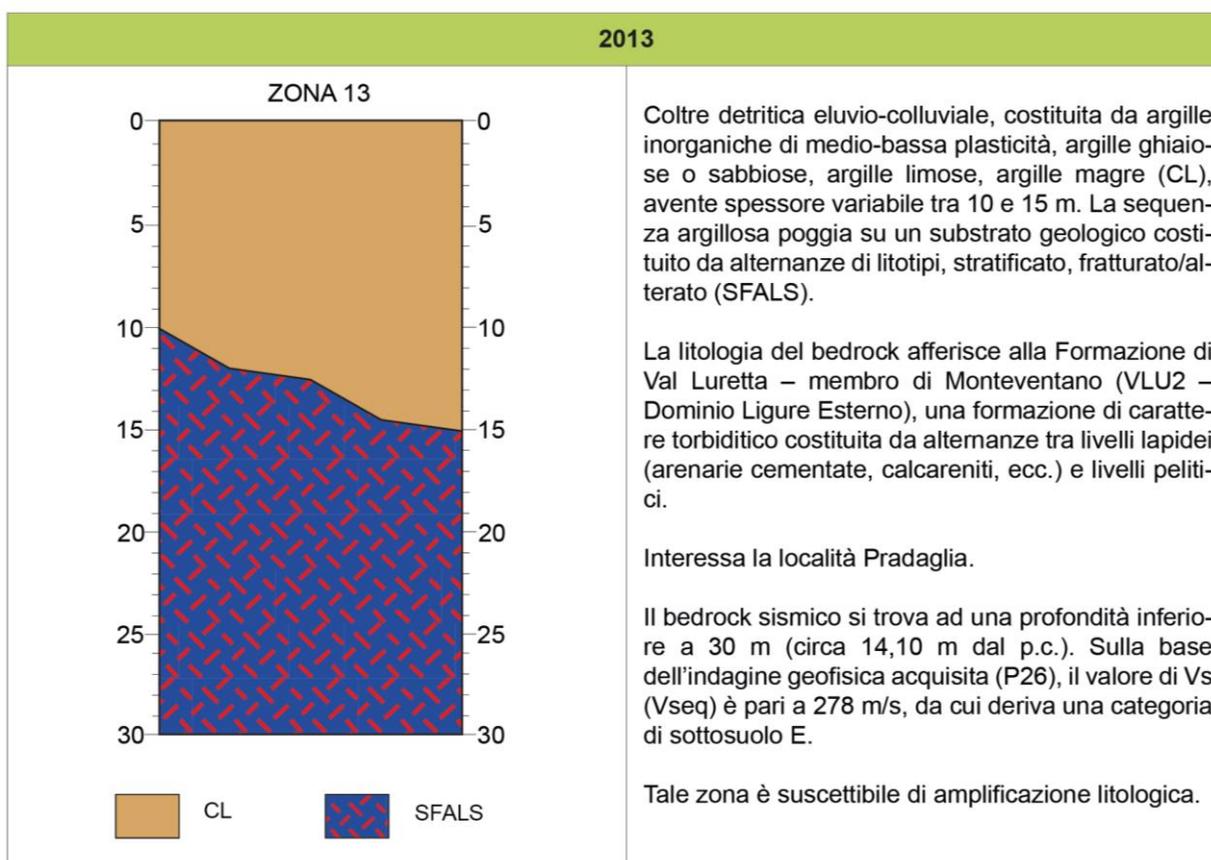
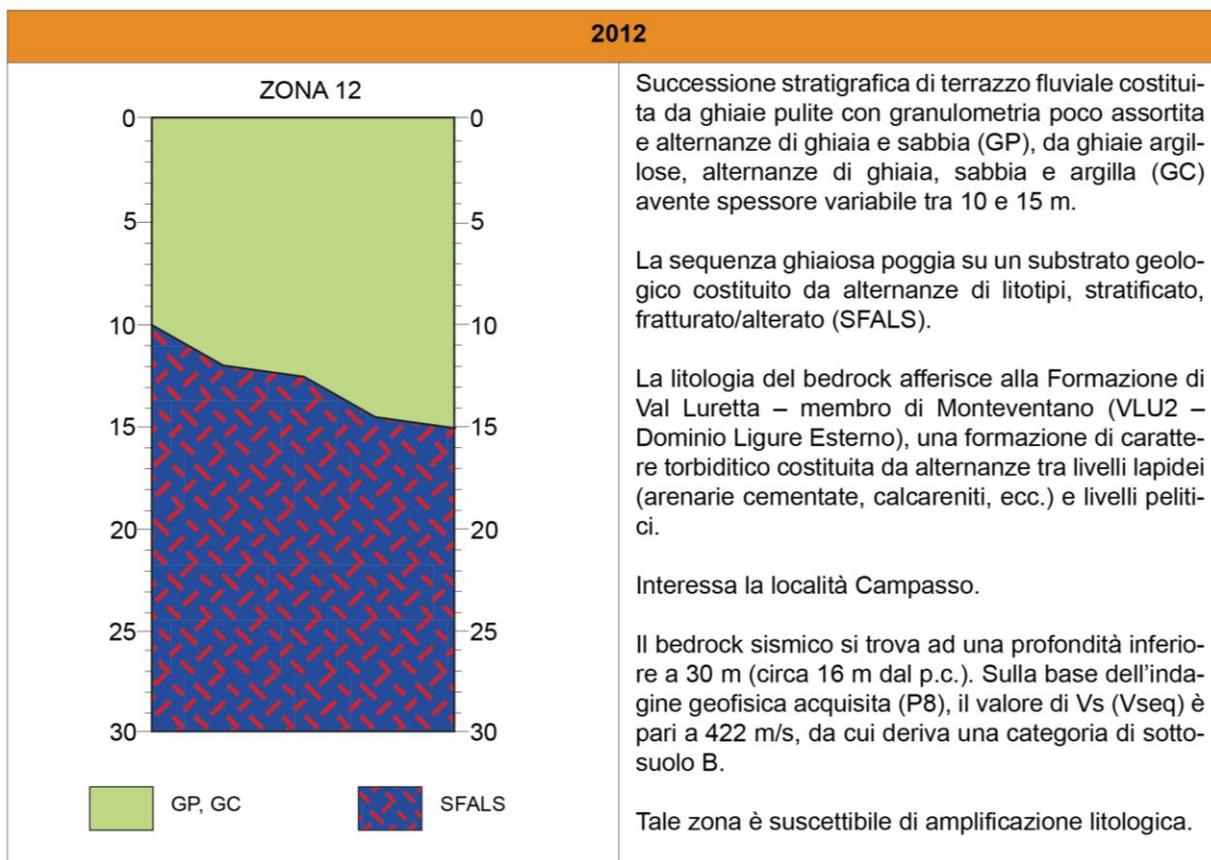


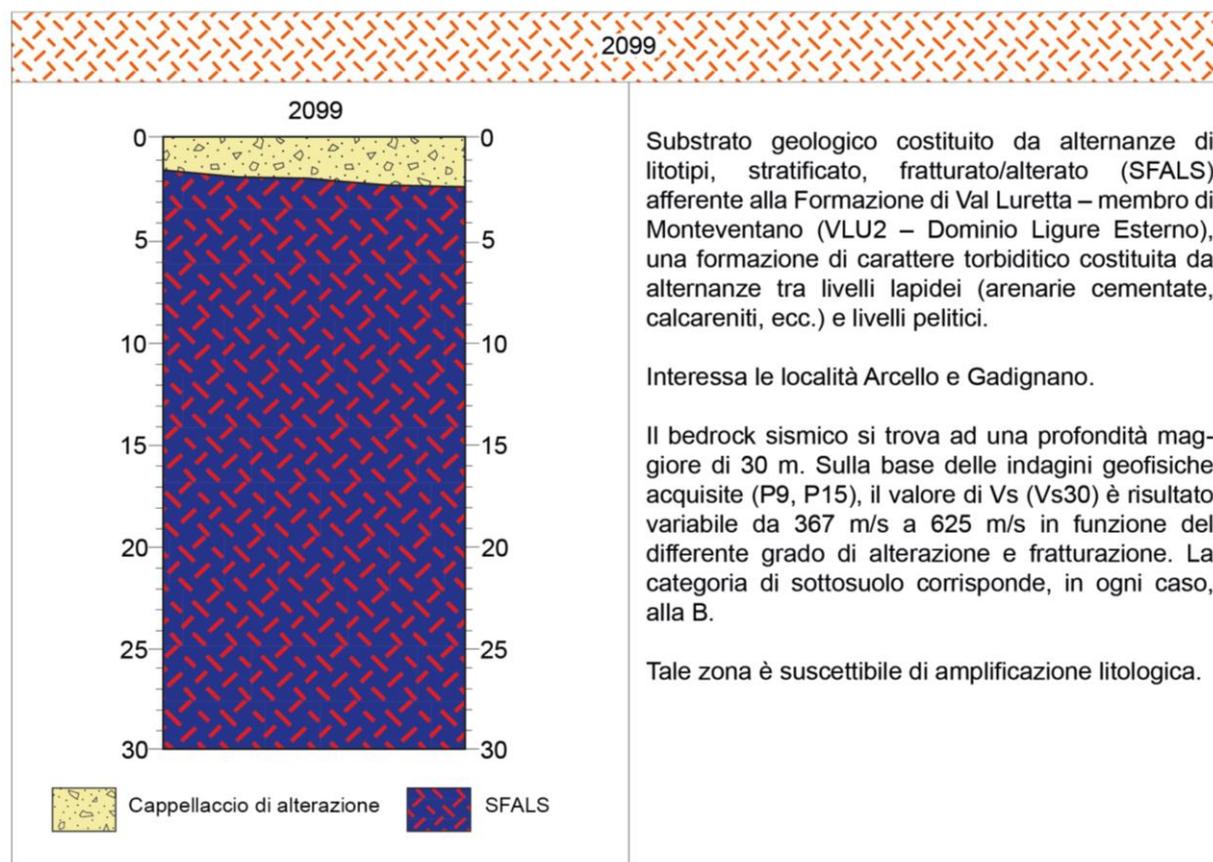












A partire dai valori delle velocità  $V_{s_{eq}}$  è stato possibile definire per le varie MOPS la categoria di sottosuolo così come stabilita dalla normativa antisismica vigente (NTC 2018 – Norme Tecniche per le Costruzioni – DM 17 gennaio 2018. G.U. n. 42 del 20 febbraio 2018, suppl. ord. n. 8).

Nella definizione della categoria di sottosuolo si è tenuto conto prioritariamente dei risultati delle indagini MASW, ritenuti più affidabili rispetto a quelli delle indagini HVSR.

In quei casi in cui sono state eseguite solo indagini tipo HVSR si è fatto riferimento ai relativi risultati.

Le categorie di sottosuolo individuate sono riportate nella Tabella 12. Laddove non sono state eseguite indagini che abbiano permesso di risalire alla velocità equivalente delle onde di taglio  $V_s$  non è stata specificata la categoria di sottosuolo.

PIANELLO VT CAPOLUOGO			
Zona	Sito d'indagine	V <sub>seq</sub> m/s	Categoria sottosuolo
2005	L1	404 (Vs30)	B
	L12	460 (Vs30)	
2006	L6	309 (Vs30)	C
	L18	413,47 (Vs30)	B
30252009	L19	379,2 (Vs30)	B

ARCELLO			
Zona	Sito d'indagine	V <sub>seq</sub> m/s	Categoria sottosuolo
2001	-	-	-
2099	P15	625 (Vs30)	B

CASE GRAMONTI			
Zona	Sito d'indagine	V <sub>seq</sub> m/s	Categoria sottosuolo
2011	P28	323 (VsH; H = 12,3 m)	E
30252009	-	-	-

CHIARONE			
Zona	Sito d'indagine	V <sub>seq</sub> m/s	Categoria sottosuolo
2004	-	-	-
2007	P22	346 (Vs30)	C
2010	P17	345 (Vs30)	C

CAMPASSO			
Zona	Sito d'indagine	V <sub>seq</sub> m/s	Categoria sottosuolo
2005	L15	422 (VsH; H = 16 m)	B
30142008	-	-	-

CASANOVA			
Zona	Sito d'indagine	V <sub>seq</sub> m/s	Categoria sottosuolo
30242008	P29	315 (Vs30)	B
	L16	358,31 (VsH; H = 23,77 m)	E
30142008	-	-	-

BILEGNO			
Zona	Sito d'indagine	V <sub>seq</sub> m/s	Categoria sottosuolo
2003	P19	324 (VsH; H = 17,6 m)	E

CASE GAZZOLI			
Zona	Sito d'indagine	V <sub>seq</sub> m/s	Categoria sottosuolo
2005	P20	419 (Vs30)	B
30142008	-	-	-

PRADAGLIA			
Zona	Sito d'indagine	V <sub>seq</sub> m/s	Categoria sottosuolo
2005	-	-	-
2006	P26	278 (VsH; H = 14,1 m)	E

CASE REBUFFI			
Zona	Sito d'indagine	V <sub>seq</sub> m/s	Categoria sottosuolo
30142008	L20	361,6 (VsH; H = 25,02 m)	B
30242008	-	-	-
2003	-	-	-

GADIGNANO			
Zona	Sito d'indagine	V <sub>seq</sub> m/s	Categoria sottosuolo
2099	-	-	-

GABBIANO POGGIOLO			
Zona	Sito d'indagine	V <sub>seq</sub> m/s	Categoria sottosuolo
2002	P24	303 (VsH; H = 8,10 m)	E
2011	-	-	-

CASE VAIE			
Zona	Sito d'indagine	V <sub>seq</sub> m/s	Categoria sottosuolo
2011	-	-	-

**Tabella 12** – Categorie di sottosuolo individuate in corrispondenza delle varie microzone omogenee in prospettiva sismica.

## 8.2 – 2 LIVELLO

## CARTA DELLA VELOCITA' DELLE ONDE DI TAGLIO S (Vs)

La carta della velocità delle onde di taglio è stata realizzata in scala 1:10.000 ed è estesa a tutto il territorio comunale. Questo elaborato cartografico mostra la localizzazione di tutti i punti di misura delle velocità equivalenti di propagazione delle onde di taglio  $V_{S,eq}$  distinte tra  $V_{SH}$  e  $V_{S30}$ , che sono definite dalle seguenti formule in funzione della profondità del bedrock sismico:

$$V_{SH} = \frac{H}{\sum \frac{h_i}{V_{S_i}}}$$

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum \frac{h_i}{V_{S_i}}}$$

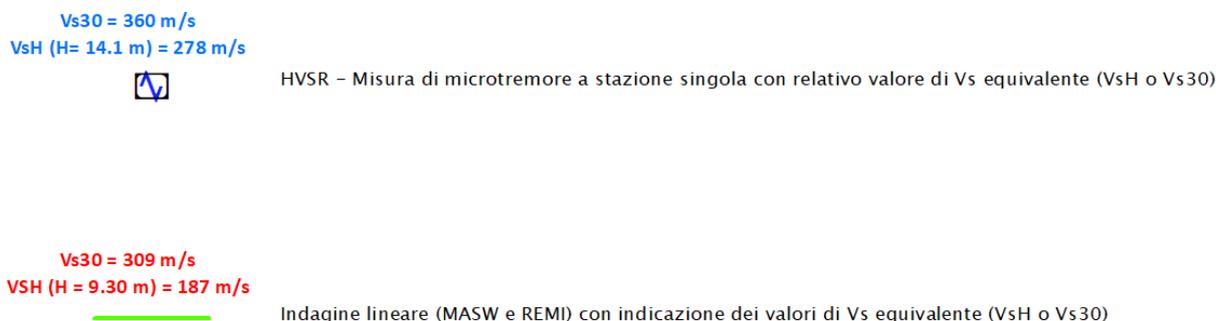
$H$  = spessore totale (in metri) dei terreni di copertura o profondità del *bedrock*  
 $h_i$  = spessore (in metri) dello strato i-esimo (fino al *bedrock*)  
 $V_{S_i}$  = velocità (in m/s) dello strato i-esimo (fino al *bedrock*);

$h_i$  = spessore (in metri) dello strato i-esimo (fino alla profondità di 30 m);  
 $V_{S_i}$  = velocità (in m/s) dello strato i-esimo (fino alla profondità di 30 m).

Ovvero, nel caso della  $V_{SH}$  il bedrock sismico si trova a profondità inferiori a 30 m mentre nel caso delle  $V_{S30}$  la profondità del bedrock sismico supera i 30 m.

La velocità  $V_{S,eq}$  è di fondamentale importanza in uno studio di Microzonazione Sismica, in quanto si tratta del parametro che consente di definire la categoria sismica di sottosuolo e, inoltre, concorre insieme ad altri fattori alla definizione delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica.

Come visibile dalla Figura 29, rappresentativa di uno stralcio della legenda della Carta della velocità delle onde di taglio S ( $V_s$ ), i punti di misura sono stati distinti in base al tipo di misurazione condotta: HVSR, MASW e REMI.



**Figura 29** – Stralcio della legenda della Carta delle velocità delle onde di taglio  $V_s$ .

## CARTE DI MICROZONAZIONE SISMICA

Nelle Carte di Microzonazione Sismica sono rappresentate le amplificazioni litologiche stimate per le aree urbanizzate del territorio comunale di Pianello Val Tidone oggetto dello Studio di MS.

Come già ampiamente descritto nel Capitolo 7, il calcolo dell'amplificazione litologica è stato effettuato tramite procedure semplificate (abachi dell'Allegato 2 della DGR 476/21) attraverso le quali sono stati definiti i seguenti fattori di amplificazione litologica:

- FA SA1 ( $0,1s \leq T \leq 0,5s$ )
- FA SA2 ( $0,4s \leq T \leq 0,8s$ )
- FA SA3 ( $0,7s \leq T \leq 1,1s$ )
- FH SI1 ( $0,1s \leq T \leq 0,5s$ )
- FH SI2 ( $0,5s \leq T \leq 1,0s$ )
- FPGA

La scelta dell'abaco per la stima dei FA si è basata sulla verifica delle caratteristiche sismo-stratigrafiche del sottosuolo ( $V_s$  del substrato sismico e spessore H dei depositi di copertura sovrastanti il substrato sismico).

Si è scelto di utilizzare le tabelle "*Appennino con bedrock avente  $V_s \ll 800$  m/s*" (Figura 20) per il capoluogo Pianello Val Tidone e per gli abitati Chiarone e Case Gazzoli. Per gli abitati di Case Gramonti, Casanova, Bilegno, Pradaglia, Case Rebuffi, Gabbiano Poggiolo, Case Vaie e Campasso è stata utilizzata la tabella "*Appennino con bedrock avente  $V_s > 800$  m/s*" (Figura 19). Per le frazioni Gadignano e Arcello si è fatto riferimento alla tabella "*Appennino - substrato marino non rigido*" (Figura 21).

Laddove le elaborazioni che hanno portato alla redazione della "*Carta delle aree suscettibili di effetti sismici locali*" (scala 1:25.000) del vigente PTCP di Piacenza hanno individuato contesti morfologici caratterizzati da inclinazione critica (pendii con altezza  $> 30$  m e con inclinazione media  $> 15^\circ$ ), che nella Carta delle MOPS sono stati classificati come zone omogenee stabili ma suscettibili di amplificazione topografica, sono state eseguite verifiche dei fattori di amplificazione topografica (St).

Questi sono stati riportati in Figura 30, Figura 34, Figura 37, Figura 41 e Figura 44 mentre nelle Carte di Microzonazione Sismica compaiono i fattori di amplificazione litologica calcolati per i vari periodi moltiplicati per l'eventuale fattore di amplificazione topografica St.

Per ciascuna località oggetto di analisi viene infine fornita, in forma tabellare, una sintesi dei risultati dei calcoli eseguiti per valutare l'amplificazione dell'impulso sismico generata dalle condizioni litologiche e topografiche.

## PIANELLO VAL TIDONE

## PIANELLO VT CAPOLUOGO

Zona	Indagine	H (in m)	V <sub>seq</sub> (in m/s)	valori all.2 DGR 476/21	Fa0105 SA1	Fa0408 SA2	Fa0711 SA3	FPGA	FH0105 SI1	FH0510 SI2	St
2005	L12	30	404	30/400	1.7 (1.8 - 1.6)	1.55 (1.6 - 1.5)	1.4 (1.4 - 1.4)	1.7 (1.8 - 1.6)	1.7 (1.8 - 1.6)	1.45 (1.5 - 1.4)	-
	L1	30	460	30/450							
2006	L6	30	309	30/300	2 (2.2 - 1.8)	1.95 (2.3 - 1.6)	1.55 (1.7 - 1.4)	2 (2.0 - 1.8)	2.05 (2.3 - 1.8)	1.7 (1.9 - 1.5)	-
	L18	30	413,47	30/400							
30252009	P25	30	388,95	30/400	1,8	1,6	1,4	1,8	1,8	1,5	-
	L19	30	379,2	30/400							

Tabella 13 – Fattori di amplificazione relativi al capoluogo comunale Pianello Val Tidone.

Per il calcolo dei FA litologici sono stati utilizzati gli abachi relativi al settore Appennino con bedrock avente  $V_s \ll 800$  m/s.

## ARCELLO

## ARCELLO

Zona	Indagine	H (in m)	V <sub>seq</sub> (in m/s)	valori all.2 DGR 476/21	Fa0105 SA1	Fa0408 SA2	Fa0711 SA3	FPGA	FH0105 SI1	FH0510 SI2	St
2001	P15	30	625	V <sub>s30</sub> 600	1,2	1,3	1,3	1,2	1,3	1,3	1,26
2099	P15	30	625	V <sub>s30</sub> 600	1,2	1,3	1,3	1,2	1,3	1,3	-

Tabella 14 – Fattori di amplificazione relativi alla frazione Arcello.

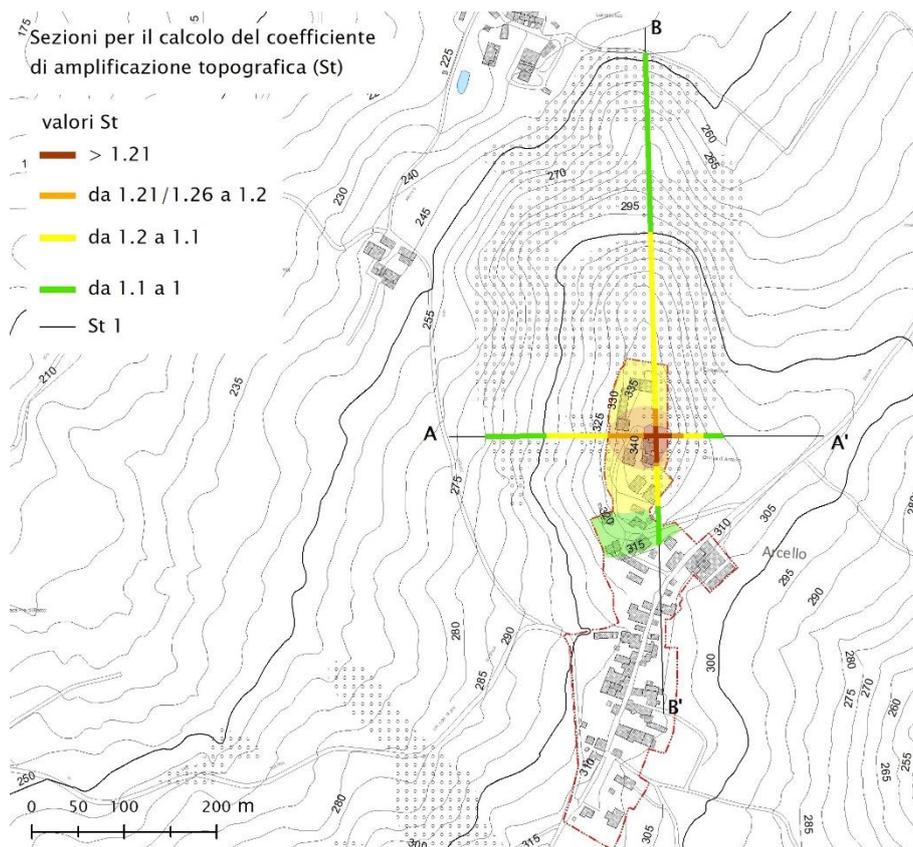
Per il calcolo dei FA litologici sono stati utilizzati gli abachi relativi al settore *Appennino – substrato marino non rigido*, cioè caratterizzato da  $V_s \ll 800$  m/s, affiorante o subaffiorante.

Lungo due sezioni topografiche, A–A' e B–B', è stato investigato il fattore di amplificazione St. In Figura 30 sono indicate le rispettive tracce, i relativi parametri geometrici e i fattori di amplificazione risultanti dal calcolo; i grafici delle sezioni sono riportati di seguito in Figura 32 e Figura 33.

La configurazione del terreno rappresentata dalla sezione A–A' corrisponde ad una cresta appuntita con  $250 < L < 350$ . La morfologia della sezione B–B', invece, non soddisferebbe tutti i criteri di riconoscimento delle creste (Figura 22), in quanto h è minore di  $1/3 H$ .

Ciononostante, per definire in modo più preciso l'andamento dei fattori di amplificazione topografica è stata ugualmente condotta la verifica, approssimando la morfologia del terreno ad una cresta appuntita con  $L > 350$ .

L'espedito adottato ha consentito, inoltre, di effettuare una ridelimitazione più accurata della MOPS 2001 (Figura 31), il cui perimetro iniziale di fatto coincideva con quello di un'area acclive con inclinazione critica individuata dal DTM utilizzato nelle elaborazioni a supporto della "*Carta delle aree suscettibili di effetti sismici locali*" del PTCP di Piacenza.



sez A-A'	$\alpha 1$	$\alpha 2$	$\beta 1$	$\beta 2$	H	h	L	l	St
	29	17	12	29	65	25	258,29	29,91	1,26

sez B-B'	$\alpha 1$	$\alpha 2$	$\beta 1$	$\beta 2$	H	h	L	l	St
	17	16	0	0	95	25	534	40	1,21

Figura 30 – Individuazione, mediante vari colori, delle porzioni della frazione Arcello caratterizzate da un fattore di amplificazione topografica maggiore di 1. I calcoli sono stati condotti lungo le due sezioni A-A' e B-B'.

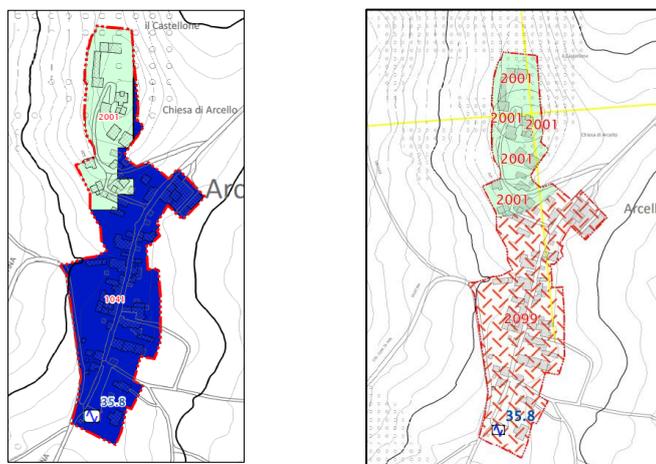


Figura 31 – Confronto tra la delimitazione della zona 2001 nella prima versione della Carta delle MOPS (sx) e nella versione definitiva (dx).

ARCELLO  
SEZIONE A-A'

— ambito interessato dallo studio di microzonazione sismica

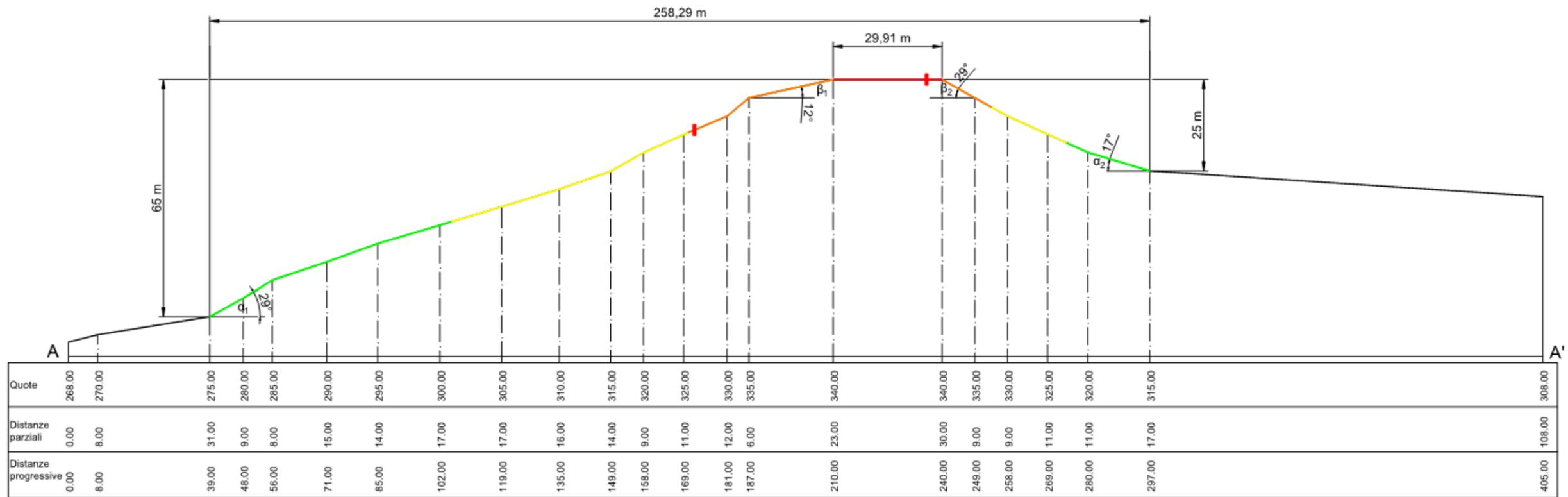


Figura 32 – Sezione topografica A-A' tracciata ad Arcello. I colori si riferiscono ai valori del fattore St indicati in Figura 30.

SEZIONE B-B'

■ limite dell'ambito interessato dallo studio di microzonazione sismica

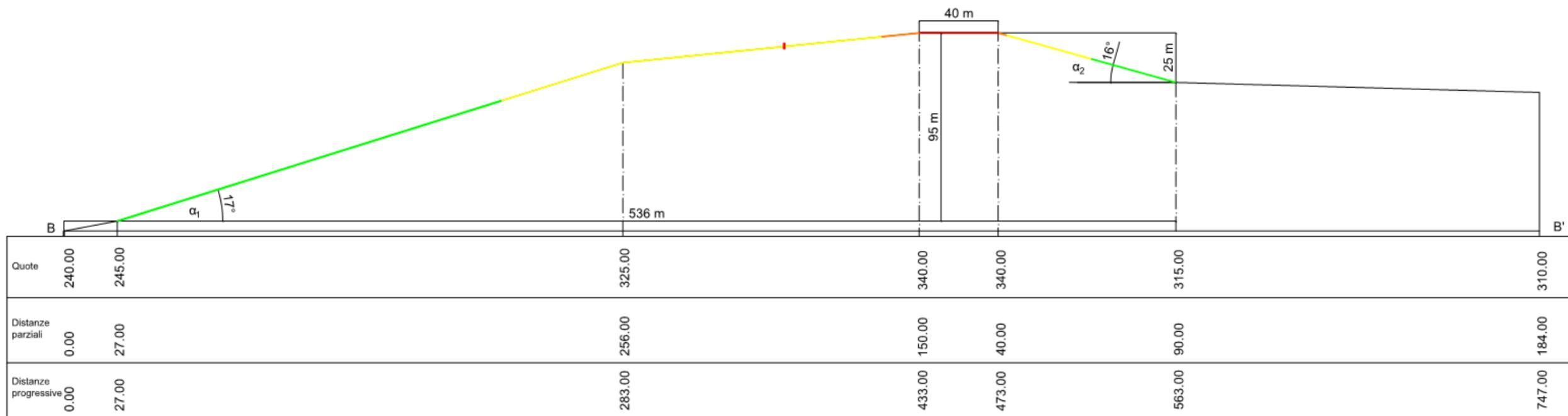


Figura 33 – Sezione topografica B-B' tracciata ad Arcello. I colori si riferiscono ai valori del fattore St indicati in Figura 30.

## CASE GRAMONTI

CASE GRAMONTI											
Zona	Indagine	H (in m)	V <sub>seq</sub> (in m/s)	valori all.2 DGR 476/21	Fa0105 SA1	Fa0408 SA2	Fa0711 SA3	FPGA	FH0105 SI1	FH0510 SI2	St
2011	L3	23	521	25/500	<b>1,4</b> (1.4 - 1.4)	<b>1,05</b> (1.1 - 1.0)	<b>1,0</b> (1.0 - 1.0)	<b>1,6</b> (1.5 - 1.7)	<b>1,3</b> (1.3 - 1.3)	<b>1,0</b> (1.0 - 1.0)	<b>1</b>
	P28	12,3	323	10/300							
30252009	-	-	-	-	<i>1,4</i>	<i>1,05</i>	<i>1</i>	<i>1,6</i>	<i>1,3</i>	<i>1</i>	-

Tabella 15 – Fattori di amplificazione relativi alla frazione Case Gramonti.

Per il calcolo dei FA litologici sono stati utilizzati gli abachi relativi al settore Appennino con bedrock avente  $V_s > 800$  m/s.

I valori relativi alla zona 30252009 sono indicati in corsivo per segnalare il fatto che i parametri H e  $V_{seq}$  utilizzati per i calcoli si riferiscono all'indagine eseguita presso i siti P28 e L3, che sono ubicati nell'adiacente zona 2011.

Nell'iniziale elaborazione della Carta delle MOPS due limitati settori della località Case Gramonti erano definiti come suscettibili di amplificazione topografica (Figura 35). Anche in questo caso si tratta di porzioni di zone più estese identificate dalla "*Carta delle aree suscettibili di effetti sismici locali*" del PTCP di Piacenza come aree con inclinazione critica.

Il calcolo del coefficiente di amplificazione St è stato effettuato lungo la scarpata rappresentata dalla sezione A-A' (Figura 34, Figura 36) mediante la formula indicata nell'Allegato 2 della DGR 476/21.

Il coefficiente di amplificazione topografica è risultato pari a 1 (0,74). Tale valore ha condotto ad una nuova classificazione della località Case Gramonti in termini di MOPS: le precedenti zone 2001 e 1041 sono state accorpate nella zona 2011, caratterizzata unicamente da amplificazione litologica ma non topografica (Figura 35).

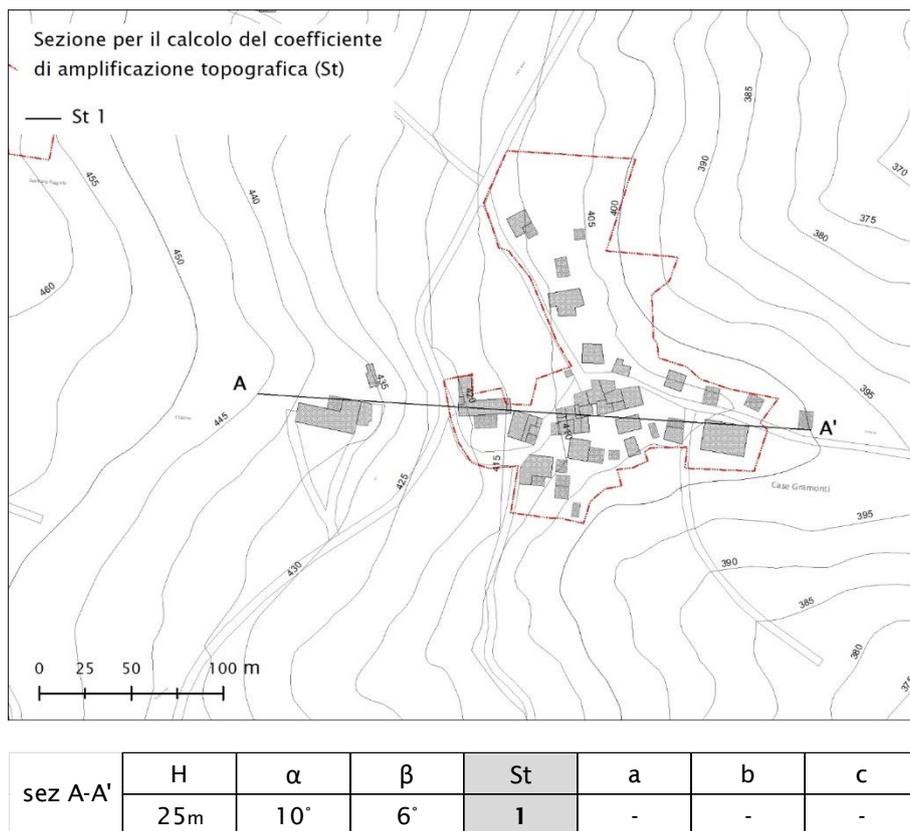


Figura 34 – Traccia della sezione topografica lungo la quale è stato calcolato il fattore di amplificazione St, risultato pari a 1.

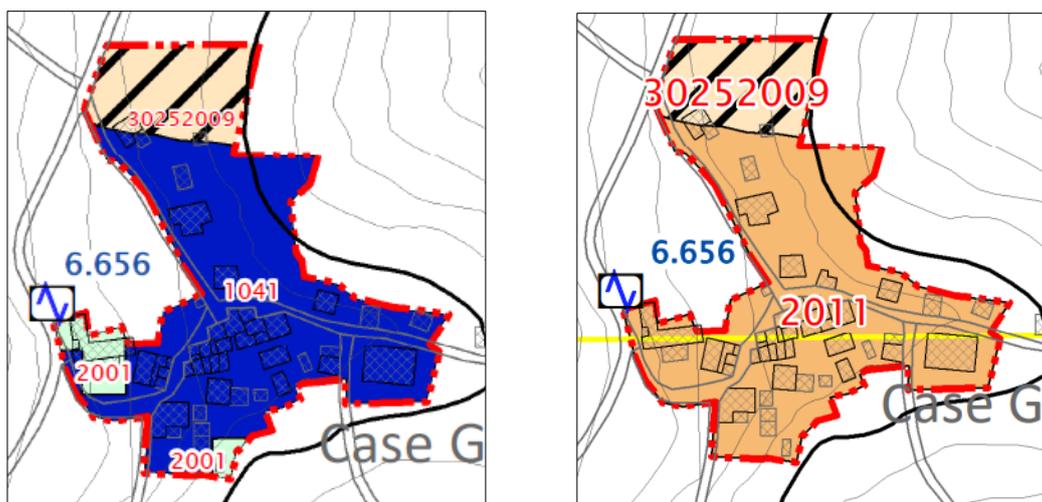


Figura 35 – Confronto tra le microzone omogenee individuate, in corrispondenza della frazione Case Gramonti, nella precedente Carta delle MOPS (sx) e nella versione definitiva (dx).

## CASE GRAMONTI SEZIONE A-A'

— ambito interessato dallo studio di microzonazione sismica

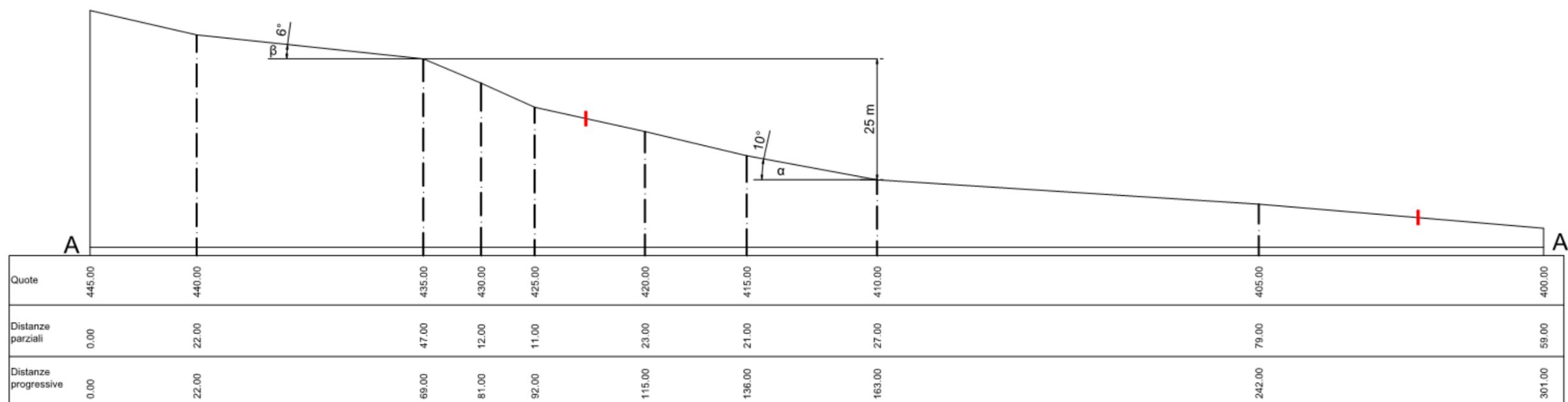


Figura 36 – Sezione topografica A-A' tracciata a Case Gramonti.

CHIARONE

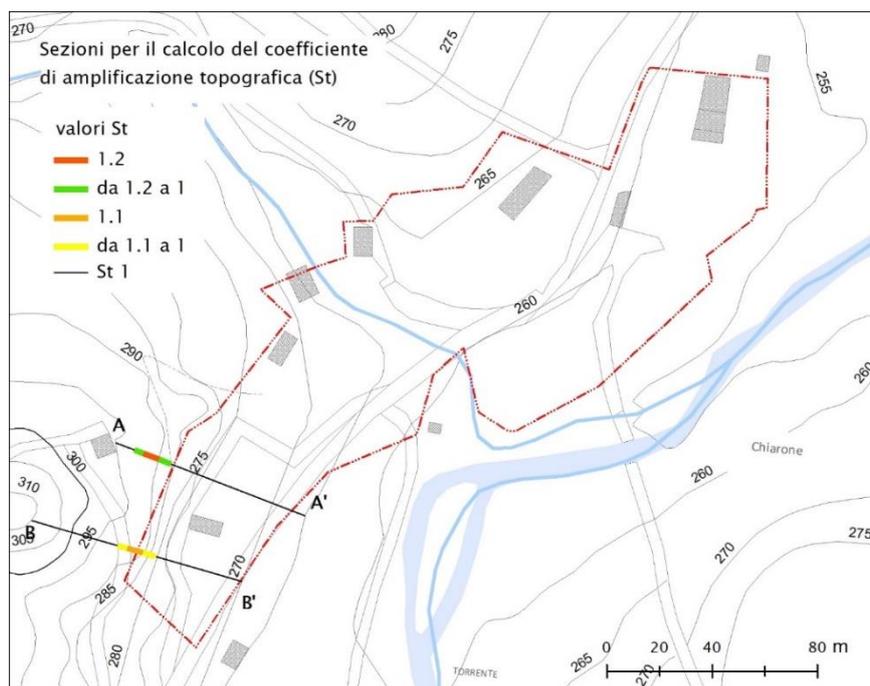
CHIARONE											
Zona	Indagine	H (in m)	V <sub>seq</sub> (in m/s)	valori all.2 DGR 476/21	Fa0105 SA1	Fa0408 SA2	Fa0711 SA3	FPGA	FH0105 SI1	FH0510 SI2	St
2004	P17	30	345	30/450	1,6	1,5	1,4	1,6	1,6	1,4	1,1
2010											-
2007	P22	30	346	30/450	1,6	1,5	1,4	1,6	1,6	1,4	-

Tabella 16 – Fattori di amplificazione relativi alla frazione Chiarone.

Per il calcolo dei FA litologici sono stati utilizzati gli abachi relativi al settore Appennino con bedrock avente Vs << 800 m/s.

Anche nel caso della località Chiarone gli approfondimenti di Livello 2 hanno portato ad una revisione delle MOPS.

Rispetto alla versione originaria è stata ristretta la zona 2004, l'unica suscettibile di amplificazione topografica, come risulta dai calcoli eseguiti lungo le sezioni B-B' e A-A' (Figura 37, Figura 39 e Figura 40) mediante la formula indicata nell'Allegato 2 della DGR 476/21 (Figura 23).

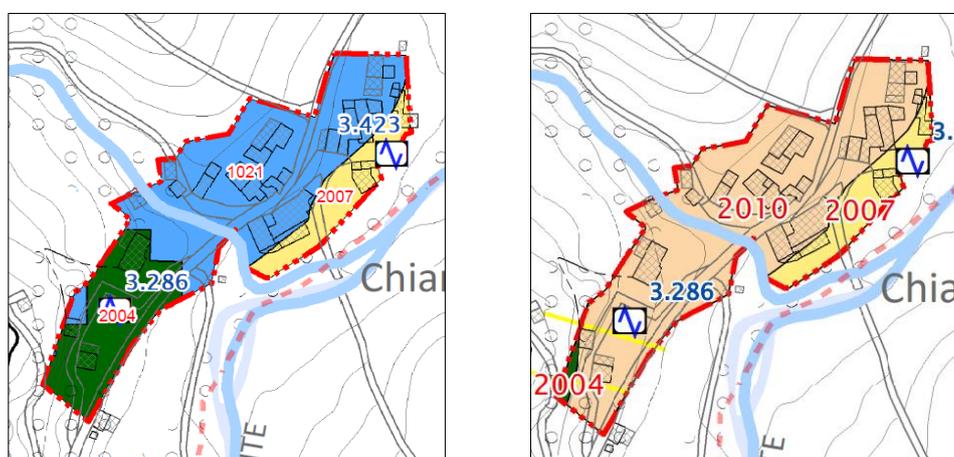


sez A-A'	H	$\alpha$	$\beta$	St	a	b	c
	15m	54°	16°	1,2	5m	6.25m	3.75m
sez B-B'	H	$\alpha$	$\beta$	St	a	b	c
	15m	51°	16°	1,1	5m	6.25m	3.75m

Figura 37 – Tracce delle sezioni topografiche utilizzate per il calcolo del fattore di amplificazione St. I risultanti valori sono individuati con colori diversi lungo le due tracce A-A' e B-B'.

La sezione A-A' è stata realizzata in corrispondenza di un settore precedentemente incluso nella zona 2004, che è stata opportunamente modificata a seguito della verifica condotta, avendo messo in evidenza come all'interno del perimetro della località Chiarone il fattore  $S_t$  sia pari ad 1.

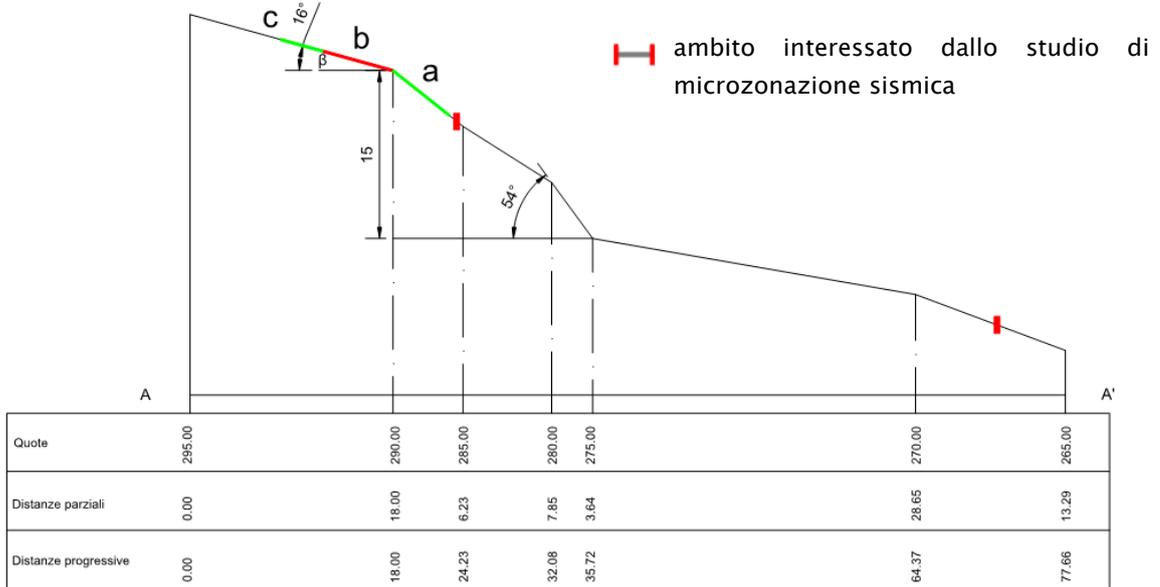
L'ulteriore modifica è consistita nel raggruppamento di parte della precedente zona 2004 con la zona 1021 (in precedenza definita stabile in accordo con la "Carta delle aree suscettibili di effetti sismici locali" del PTCP di Piacenza) per analogia di condizioni litologiche e morfologiche. La nuova zona individuata è la 2010, caratterizzata solo da amplificazione litologica (Figura 38).



**Figura 38** – Confronto tra le microzone omogenee individuate, in corrispondenza della frazione Chiarone, nella prima versione della Carta delle MOPS (sx) e in quella definitiva (dx).

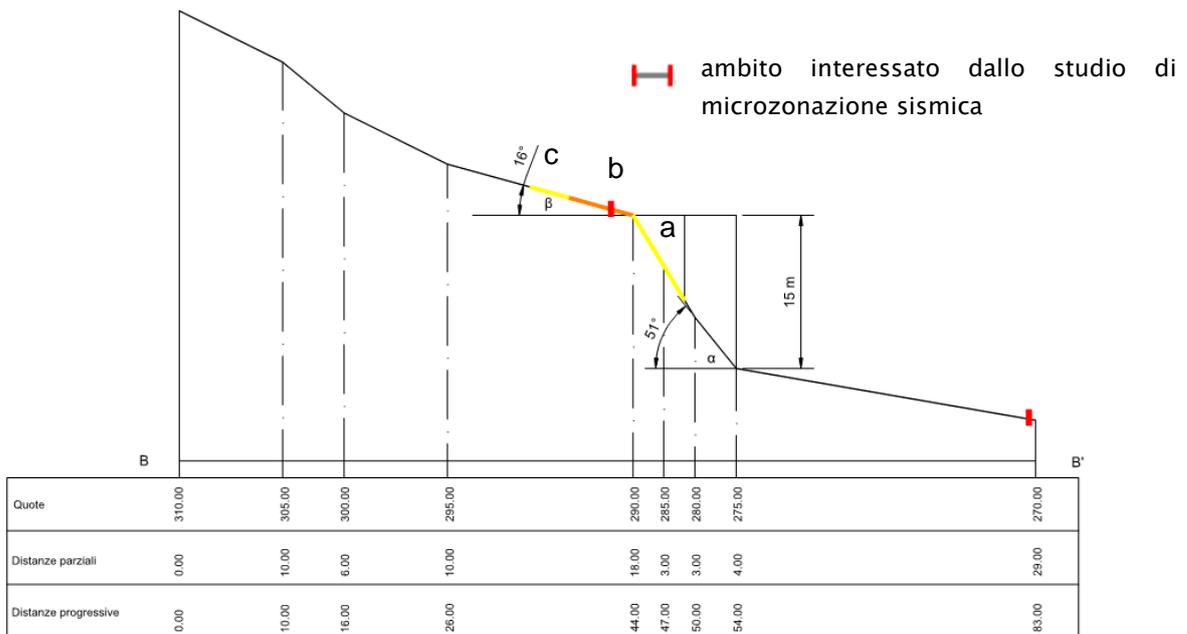
## CHIARONE

### SEZIONE A-A'



**Figura 39** – Sezione topografica A-A' tracciata a Chiarone. I colori si riferiscono ai valori del fattore St indicati in Figura 37.

### SEZIONE B-B'



**Figura 40** – Sezione topografica B-B' tracciata a Chiarone. I colori si riferiscono ai valori del fattore St indicati in Figura 37.

## CASANOVA

CASANOVA											
Zona	Indagine	H (in m)	V <sub>seq</sub> (in m/s)	valori all.2 DGR 476/21	Fa0105 SA1	Fa0408 SA2	Fa0711 SA3	FPGA	FH0105 SI1	FH0510 SI2	St
30242008	L13	16,7	389,31	15/400	1,7 (1,4 - 1,4 - 1,9 - 2,1)	1,35 (1 - 1 - 1,4 - 2)	1,125 (1 - 1 - 1,1 - 1,4)	1,75 (1,6 - 1,7 - 1,8 - 1,9)	1,7 (1,3 - 1,3 - 1,9 - 2,3)	1,2 (1 - 1 - 1,2 - 1,6)	-
		10,4	314,82	10/300							-
	L16	23,77	358,31	25/350							-
	P29	30	315	30/300*							-
30142008	-	-	-	-	1,7	1,35	1,125	1,75	1,7	1,2	-

Tabella 17 – Fattori di amplificazione relativi alla frazione Casanova.

Per il calcolo dei FA litologici relativi ai siti di indagine L13 e L16 sono stati utilizzati gli abachi relativi al settore Appennino con bedrock avente  $V_s > 800$  m/s. Per quanto riguarda il sito di indagine P29, sono stati utilizzati gli abachi relativi al settore Appennino con bedrock avente  $V_s \ll 800$  m/s.

I valori relativi alla zona 30142008 sono indicati in corsivo per segnalare il fatto che i parametri H e  $V_{seq}$  utilizzati per i calcoli si riferiscono alle indagini eseguite presso i siti P29, L16 e L13, che sono ubicati nell'adiacente zona 30242008.

## BILEGNO

BILEGNO											
Zona	Indagine	H (in m)	V <sub>seq</sub> (in m/s)	valori all.2 DGR 476/21	Fa0105 SA1	Fa0408 SA2	Fa0711 SA3	FPGA	FH0105 SI1	FH0510 SI2	St
2003	P19	17,6	324	15/300	1,8	1,1	1	1,9	1,7	1	1

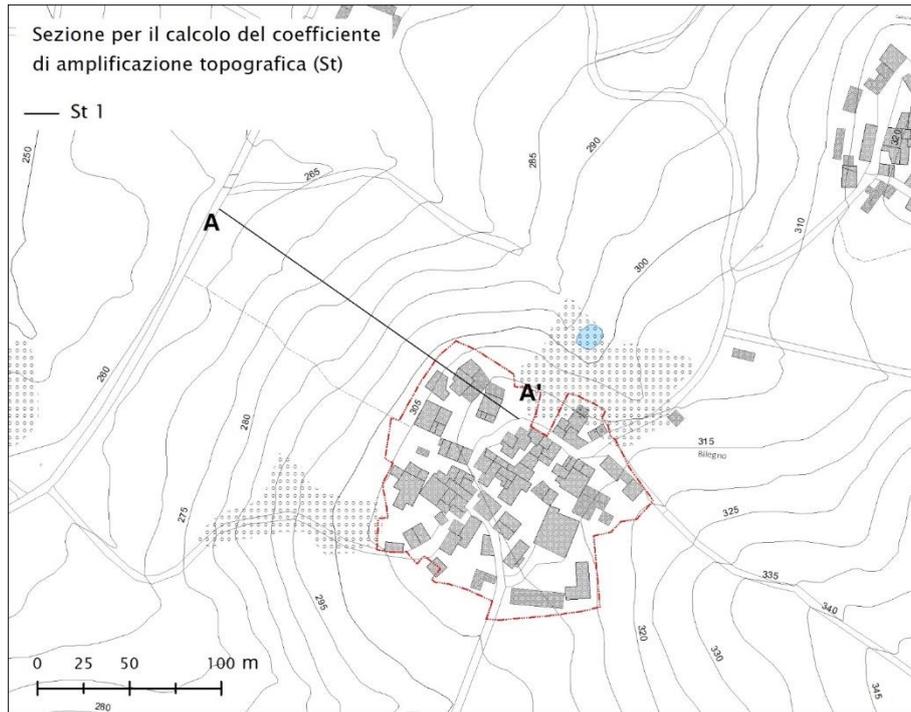
Tabella 18 – Fattori di amplificazione relativi alla frazione Bilegno.

Per il calcolo dei FA litologici sono stati utilizzati gli abachi relativi al settore Appennino con bedrock avente  $V_s > 800$  m/s.

Nella prima versione della Carta delle MOPS in località Bilegno erano individuate le zone 2003 (stabile ma suscettibile di amplificazione topografica) e 1041 (stabile).

La verifica di amplificazione topografica condotta lungo la scarpata rappresentata nella sezione A-A' (Figura 41 e Figura 43) ha messo in evidenza l'assenza di inclinazione critica in questo settore, essendo il fattore St calcolato pari a 1.

Date le caratteristiche litostratigrafiche generali dell'area, le zone 2003 e 1041 sono state accorpate nella nuova zona 2003, che rispetto alla precedente è interessata da amplificazione litologica ma non topografica (Figura 42).



sez A-A'	H	$\alpha$	$\beta$	St	a	b	c
	25	24°	0°	1	-	-	-

Figura 41 – Traccia della sezione topografica lungo la quale è stato calcolato il fattore di amplificazione St, risultato pari a 1.

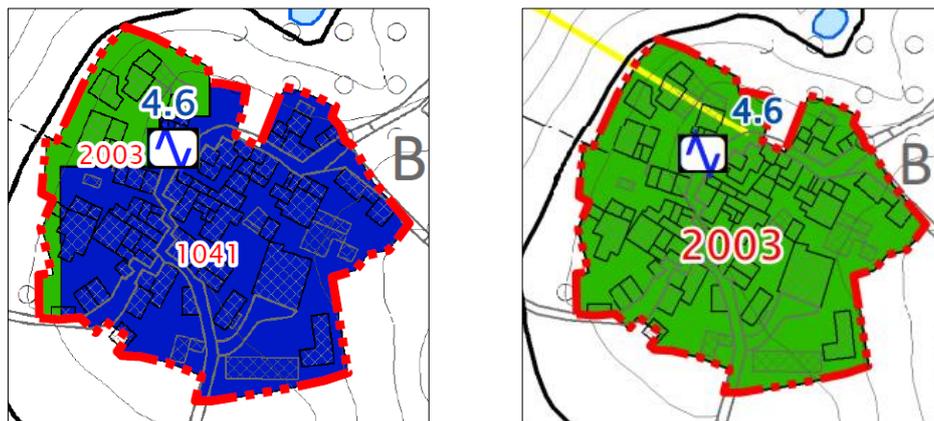


Figura 42 – Confronto tra le microzone omogenee individuate, in corrispondenza della frazione Bilegno, nella prima versione della Carta delle MOPS (sx) e nella versione definitiva (dx).

BILEGNO  
SEZIONE A-A'

—■— ambito interessato dallo studio di microzonazione sismica

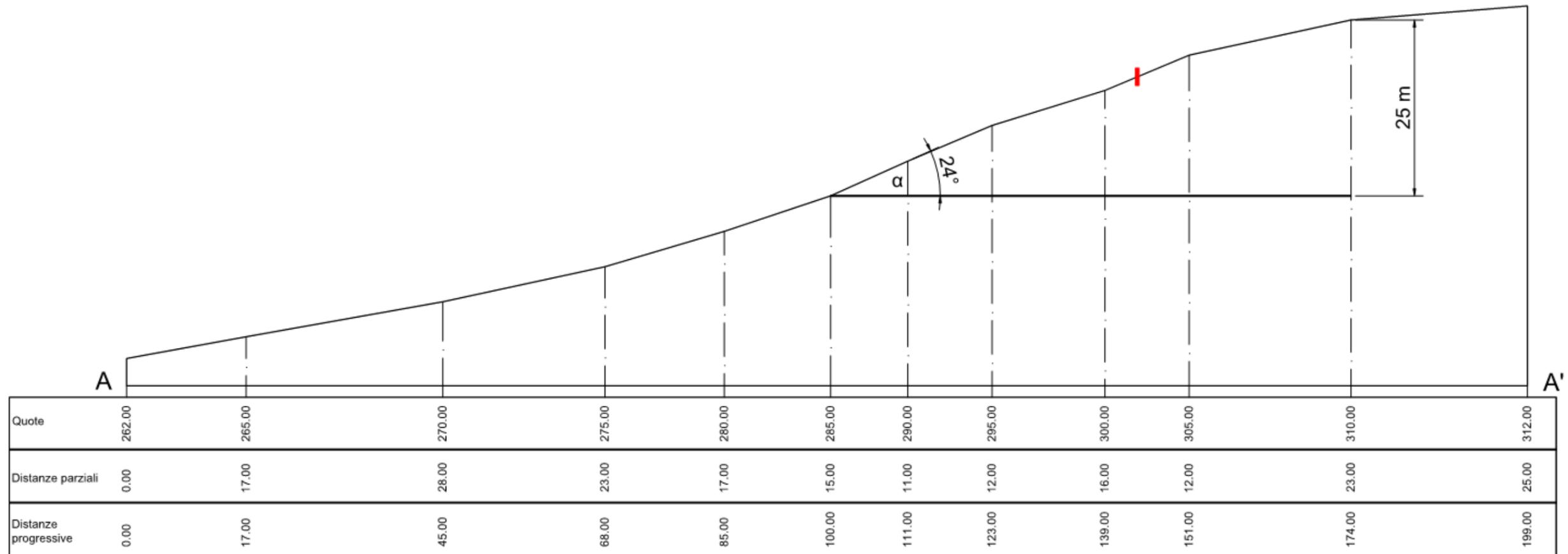


Figura 43 – Sezione topografica A-A' tracciata a Bilegno.

## CASE GAZZOLI

CASE GAZZOLI

Zona	Indagine	H (in m)	V <sub>seq</sub> (in m/s)	valori all.2 DGR 476/21	Fa0105 SA1	Fa0408 SA2	Fa0711 SA3	FPGA	FH0105 SI1	FH0510 SI2	St
2005	P20	30	419	30/400	1,8	1,6	1,4	1,8	1,8	1,5	-
30242008	L17	30	428,26	30/450	1,6	1,5	1,4	1,6	1,6	1,4	-

Tabella 19 – Fattori di amplificazione relativi alla frazione Case Gazzoli.

Per il calcolo dei FA litologici sono stati utilizzati gli abachi relativi al settore Appennino con bedrock avente  $V_s \ll 800$  m/s.

## PRADAGLIA

PRADAGLIA

Zona	Indagine	H (in m)	V <sub>seq</sub> (in m/s)	valori all.2 DGR 476/21	Fa0105 SA1	Fa0408 SA2	Fa0711 SA3	FPGA	FH0105 SI1	FH0510 SI2	St
2013	P26	14,1	278	15/300	1,8	1,1	1	1,9	1,7	1	-
2005	P26	14,1	278	15/300	1,8	1,1	1	1,9	1,7	1	-

Tabella 20 – Fattori di amplificazione relativi alla frazione Pradaglia.

Per il calcolo dei FA litologici sono stati utilizzati gli abachi relativi al settore Appennino con bedrock avente  $V_s > 800$  m/s.

I valori relativi alla zona 2005 sono indicati in corsivo per segnalare il fatto che i parametri H e  $V_{seq}$  utilizzati per i calcoli si riferiscono all'indagine eseguita presso il sito P26, che è ubicato nell'adiacente zona 2013.

## CASE REBUFFI

CASE REBUFFI

Zona	Indagine	H (in m)	V <sub>seq</sub> (in m/s)	valori all.2 DGR 476/21	Fa0105 SA1	Fa0408 SA2	Fa0711 SA3	FPGA	FH0105 SI1	FH0510 SI2	St
30242008	P21	24,6	365,76	25/350	1,9	1,4	1,1	1,8	1,9	1,2	-
	L20	25,02	361	25/350							
30142008	-	-	-	-	1,9	1,4	1,1	1,8	1,9	1,2	-
2003	-	-	-	-	1,9	1,4	1,1	1,8	1,9	1,2	-

Tabella 21 – Fattori di amplificazione relativi alla frazione Case Rebuffi.

Per il calcolo dei FA litologici sono stati utilizzati gli abachi relativi al settore Appennino con bedrock avente  $V_s > 800$  m/s.

I valori relativi alle zone 30142008 e 2003 sono indicati in corsivo per segnalare il fatto che i parametri H e  $V_{seq}$  utilizzati per i calcoli si riferiscono alle indagini eseguiti presso i siti P21 e L20, che sono ubicati nell'adiacente zona 30242008.

## GADIGNANO

GADIGNANO											
Zona	Indagine	H (in m)	V <sub>seq</sub> (in m/s)	valori all.2 DGR 476/21	Fa0105 SA1	Fa0408 SA2	Fa0711 SA3	FPGA	FH0105 SI1	FH0510 SI2	St
2099	P9	30	367	V <sub>s30</sub> 350	1,9	1,7	1,4	1,9	1,9	1,5	-

Tabella 22 – Fattori di amplificazione relativi alla frazione Gadignano.

Per il calcolo dei FA litologici sono stati utilizzati gli abachi relativi al settore *Appennino – substrato marino non rigido*, cioè caratterizzato da  $V_s \ll 800$  m/s, affiorante o subaffiorante.

## GABBIANO POGGIOLO

GABBIANO POGGIOLO											
Zona	Indagine	H (in m)	V <sub>seq</sub> (in m/s)	valori all.2 DGR 476/21	Fa0105 SA1	Fa0408 SA2	Fa0711 SA3	FPGA	FH0105 SI1	FH0510 SI2	St
2002	P24	8,1	303	10/300	1,4	1,0	1,0	1,7	1,3	1,0	1,2
2011	P24	8,1	303	10/300	1,4	1,0	1,0	1,7	1,3	1,0	-

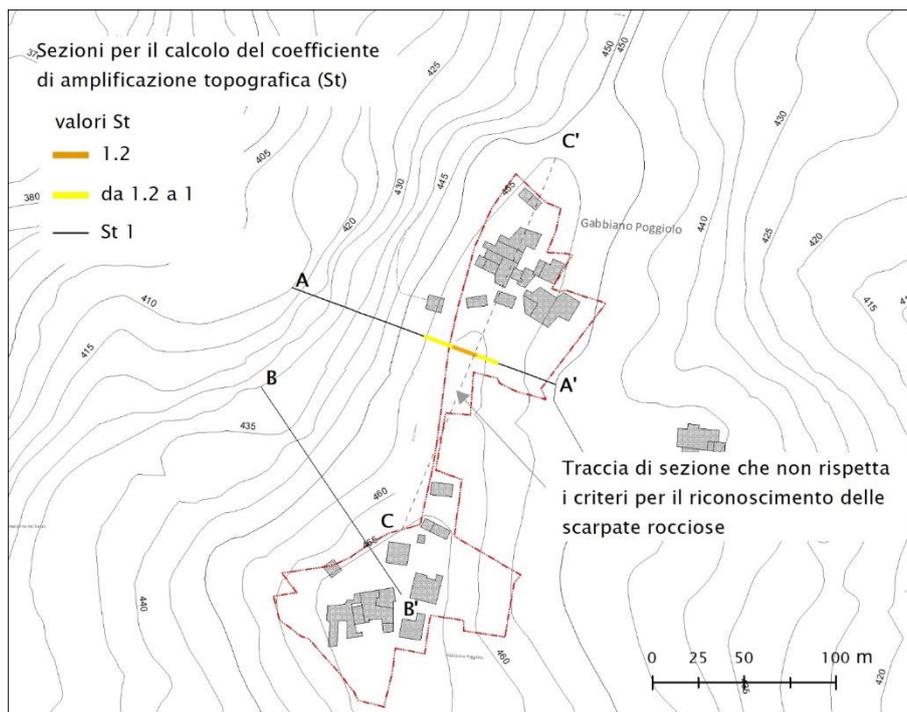
Tabella 23 – Fattori di amplificazione relativi alla frazione Gabbiano Poggiolo.

Per il calcolo dei FA litologici sono stati utilizzati gli abachi relativi al settore Appennino con bedrock avente  $V_s > 800$  m/s.

Sono stati effettuati due calcoli del fattore di amplificazione topografica St lungo due sezioni, B–B' e A–A', tracciate nei due settori precedentemente classificati come MOPS 2002. Trattandosi di scarpate rocciose, il metodo di calcolo seguito è quello indicato dall'Allegato 2 della DGR 476/21.

Il fattore St è risultato pari a 1 nel settore sud e a 1.2 nel settore nord (Figura 44, Figura 46 e Figura 47). Pertanto, rispetto alla prima versione della carta delle MOPS, sulla base delle verifiche condotte nell'ambito del secondo livello di approfondimento dello Studio di MS, la zona 2002 è stata ridelimitata e ristretta come visibile dal confronto illustrato in Figura 45.

La sezione C–C' è stata tracciata per verificare l'andamento del fattore St trasversalmente alla sezione A–A', ma come visibile dalla Figura 48 essa non rispecchia i criteri per poter effettuare il calcolo dell'amplificazione topografica.



sez A-A'	H	$\alpha$	$\beta$	St	a	b	c
	50m	40°	0°	1,2	16.6m	14m	12.5m

sez B-B'	H	$\alpha$	$\beta$	St	a	b	c
	30m	34°	4°	1	-	-	-

Figura 44 – Tracce delle sezioni topografiche utilizzate per il calcolo del fattore di amplificazione St. I risultanti valori sono individuati con colori diversi lungo le due tracce A-A' e B-B'.

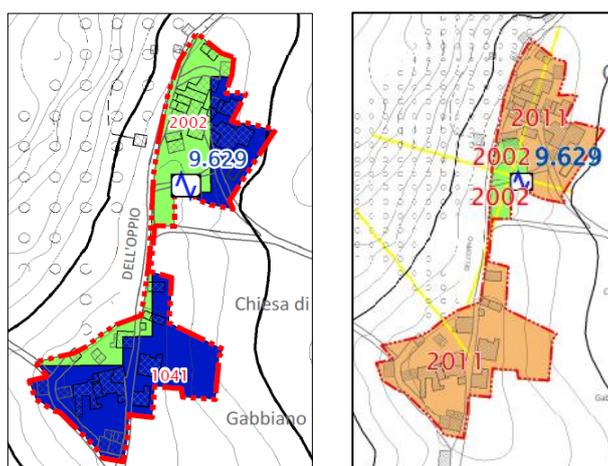


Figura 45 – Confronto tra le microzone omogenee individuate, in corrispondenza della frazione Gabbiano Poggio, nella precedente Carta delle MOPS (sx) e nella versione definitiva (dx).

## GABBIANO POGGIOLO

### SEZIONE A-A'

—|— ambito interessato dallo studio di microzonazione sismica

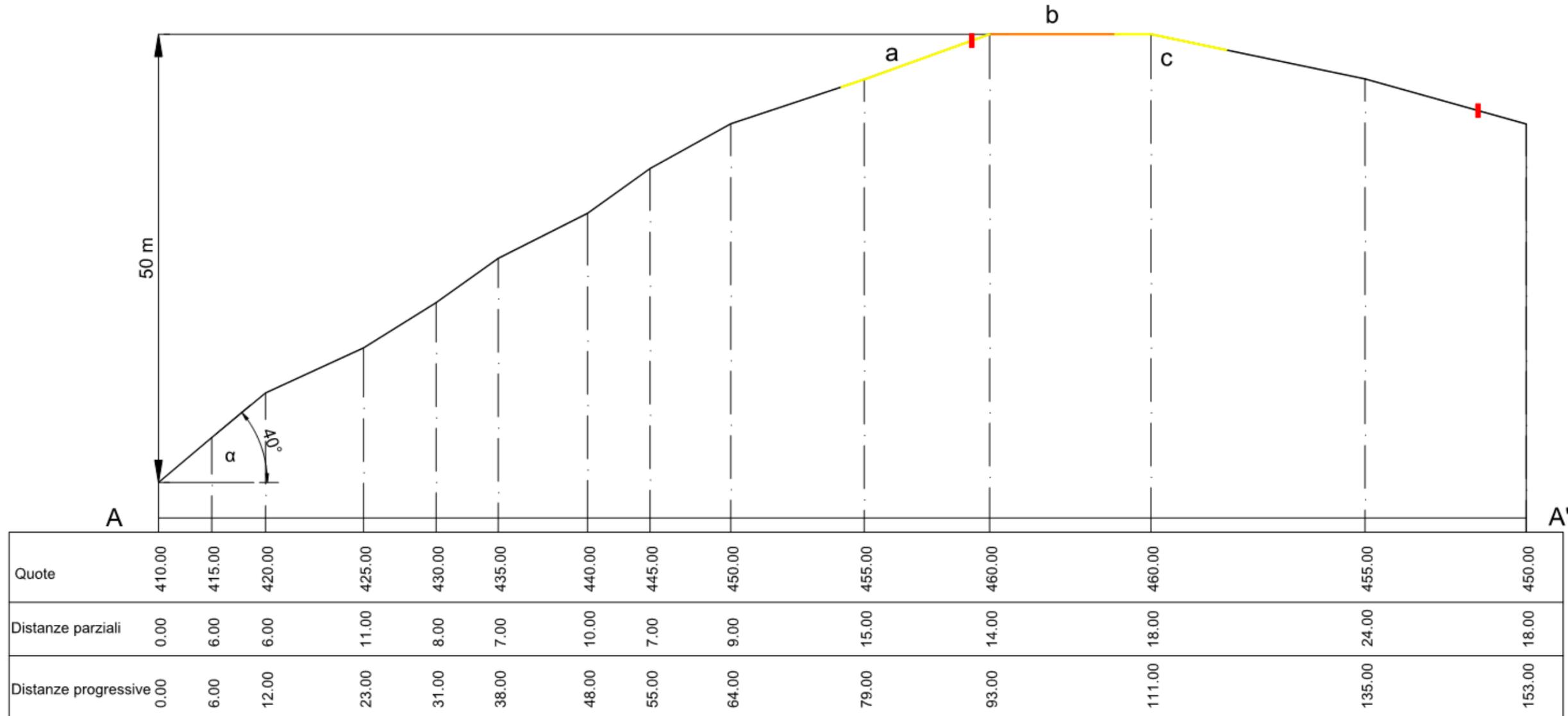


Figura 46 – Sezione topografica A-A' tracciata a Gabbiano Poggiolo. I colori si riferiscono ai valori del fattore St indicati in Figura 44.

### SEZIONE B-B'

▮ limite dell'ambito interessato dallo studio di microzonazione sismica

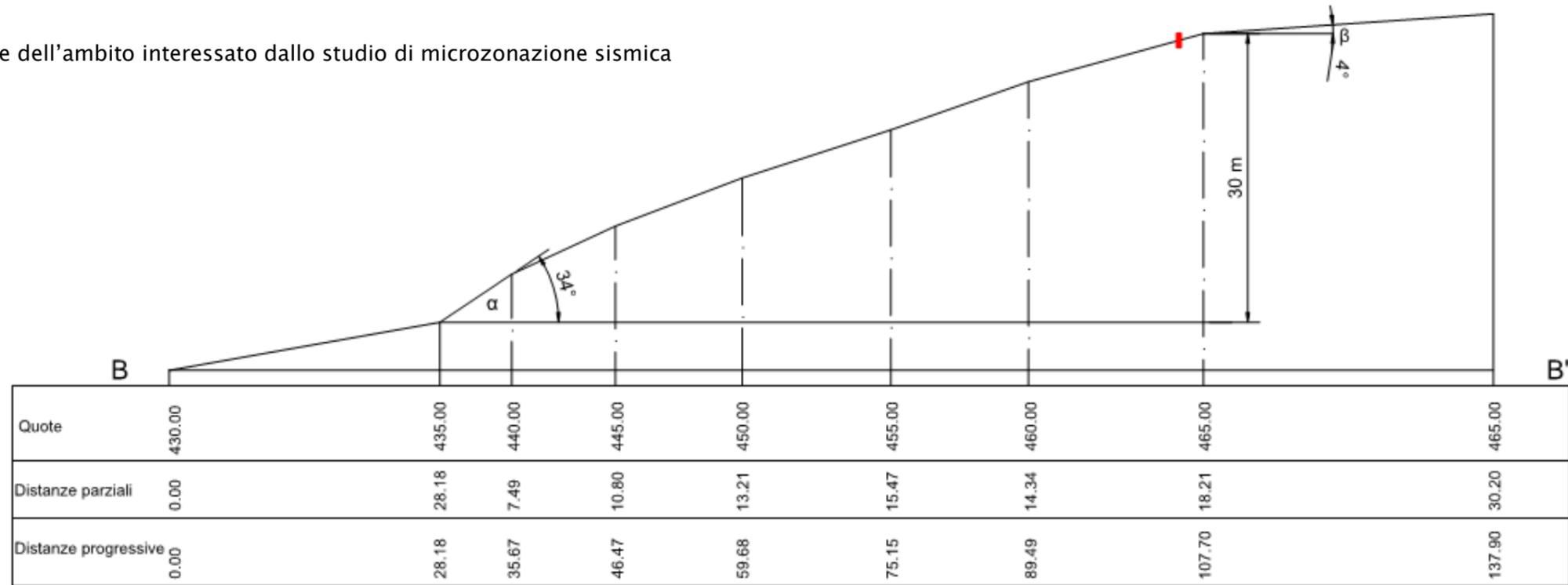


Figura 47 – Sezione topografica B-B' tracciata a Gabbiano Poggiolo.

### SEZIONE C-C'

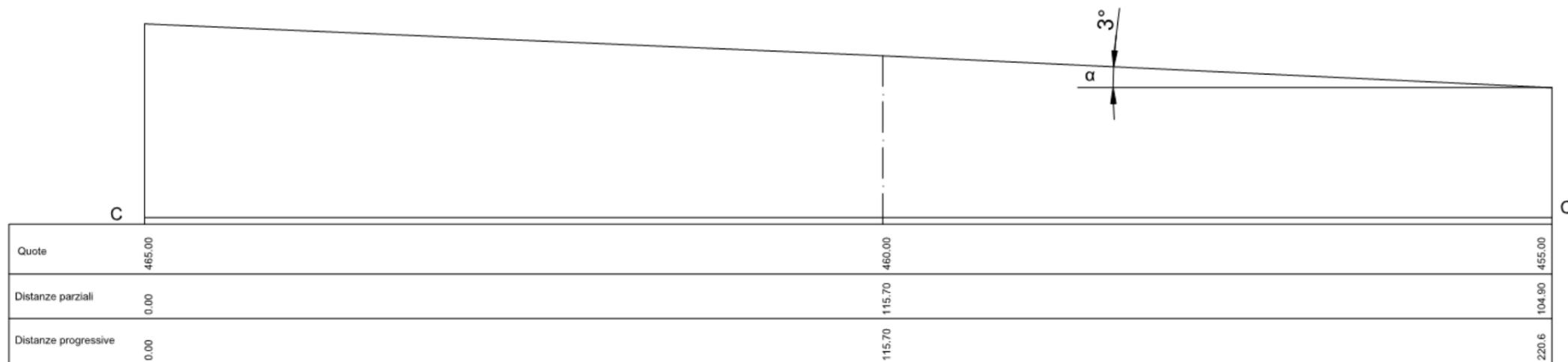


Figura 48 – Sezione topografica C-C' tracciata a Gabbiano Poggiolo.

## CASE VAIE

CASE VAIE											
Zona	Indagine	H (in m)	V <sub>seq</sub> (in m/s)	valori all.2 DGR 476/21	Fa0105 SA1	Fa0408 SA2	Fa0711 SA3	FPGA	FH0105 SI1	FH0510 SI2	St
2011	-	-	-	-	1,4	1,05	1	1,6	1,3	1	-

Tabella 24 – Fattori di amplificazione relativi alla frazione Case Vaie.

Per il calcolo dei FA litologici sono stati utilizzati gli abachi relativi al settore Appennino con bedrock avente  $V_s > 800$  m/s. I parametri utilizzati sono quelli relativi alle indagini eseguite presso la località Case Gramonti, essendo inserita nel medesimo contesto della frazione Case Vaie.

## CAMPASSO

CAMPASSO											
Zona	Indagine	H (in m)	V <sub>seq</sub> (in m/s)	valori all.2 DGR 476/21	Fa0105 SA1	Fa0408 SA2	Fa0711 SA3	FPGA	FH0105 SI1	FH0510 SI2	St
2012	L15	16	422	15/400	1,4	1	1	1,6	1,3	1	-
30142008	-	-	-	-	1,4	1	1	1,6	1,3	1	-

Tabella 25 – Fattori di amplificazione relativi alla località Campasso.

Per il calcolo dei FA litologici sono stati utilizzati gli abachi relativi al settore Appennino con bedrock avente  $V_s > 800$  m/s.

I valori relativi alla zona 30142008 sono indicati in corsivo per segnalare il fatto che i parametri H e  $V_{seq}$  utilizzati per i calcoli si riferiscono all'indagine eseguita presso il sito L15, che è ubicato nell'adiacente zona 2012.

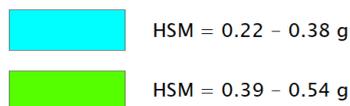
CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA – DISTRIBUZIONE DEI VALORI DI  $H_{SM}$ 

La carta della distribuzione sul territorio dei valori di  $H_{SM}$ , parametro che esprime lo scuotimento atteso al sito in valore assoluto (accelerazione in  $cm/s^2$ ), è stata realizzata in scala 1:5.000 per le aree urbanizzate oggetto dello Studio di MS.

Come per le Carte dei fattori di amplificazione, a ciascun poligono individuato dalla Carta delle MOPS è stato associato il valore di  $H_{SM}$ , calcolato come descritto nel Capitolo 7.

Tali poligoni sono stati successivamente differenziati sulla base del valore  $H_{SM}$  come definito dalla legenda della carta, riportata nella Figura seguente.

## Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali



## Zone di Attenzione per Instabilità (Livello 2)



**Figura 49** – Legenda della Carta di microzonazione sismica illustrativa dei valori HSM.

I valori di HSM (espressi in g) calcolati per ogni località analizzata sono di seguito riportati.

PIANELLO VT CAPOLUOGO				
Zona	ID nodo griglia INGV	$\frac{ASI_{UHS}}{\Delta T}$	FA0105 SA1	H <sub>SM</sub> (g)
2005	14483	207,23625	1,7	<b>0,35925</b>
2006	14483	207,23625	2	<b>0,42264</b>
30252009	14483	207,23625	1,8	<b>0,38038</b>

ARCELLO				
Zona	ID nodo griglia INGV	$\frac{ASI_{UHS}}{\Delta T}$	FA0105 SA1	H <sub>SM</sub> (g)
2001	14484	209,7378	1,2	<b>0,25665</b>
2099	14484	209,7378	1,2	<b>0,25665</b>

CASE GRAMONTI				
Zona	ID nodo griglia INGV	$\frac{ASI_{UHS}}{\Delta T}$	FA0105 SA1	H <sub>SM</sub> (g)
2011	14705	211,17864	1,4	<b>0,30148</b>
30252009	14705	211,17864	1,4	<b>0,30148</b>

CHIARONE				
Zona	ID nodo griglia INGV	$\frac{ASI_{UHS}}{\Delta T}$	FA0105 SA1	H <sub>SM</sub> (g)
2004	14705	211,17864	1,6	<b>0,34455</b>
2007	14705	211,17864	1,6	<b>0,34455</b>
2010	14705	211,17864	1,6	<b>0,34455</b>

CAMPASSO				
Zona	ID nodo griglia INGV	$\frac{ASI_{UHS}}{\Delta T}$	FA0105 SA1	H <sub>SM</sub> (g)
2005	14484	209,7378	1,4	<b>0,29942</b>
30142008	14484	209,7378	1,4	<b>0,29942</b>

CASANOVA				
Zona	ID nodo griglia INGV	$\frac{ASI_{UHS}}{\Delta T}$	FA0105 SA1	H <sub>SM</sub> (g)
30242008	14705	211,17864	1,7	<b>0,36608</b>
30142008	14705	211,17864	1,7	<b>0,36608</b>

BILEGNO				
Zona	ID nodo griglia INGV	$\frac{ASI_{UHS}}{\Delta T}$	FA0105 SA1	H <sub>SM</sub> (g)
2003	14705	211,17864	1,8	<b>0,38762</b>

CASE GAZZOLI				
Zona	ID nodo griglia INGV	$\frac{ASI_{UHS}}{\Delta T}$	FA0105 SA1	H <sub>SM</sub> (g)
2005	14705	211,17864	1,8	<b>0,38762</b>
30142008	14705	211,17864	1,6	<b>0,34455</b>

PRADAGLIA				
Zona	ID nodo griglia INGV	$\frac{ASI_{UHS}}{\Delta T}$	FA0105 SA1	H <sub>SM</sub> (g)
2005	14705	211,17864	1,8	<b>0,38762</b>
2006	14705	211,17864	1,8	<b>0,38762</b>

CASE REBUFFI				
Zona	ID nodo griglia INGV	$\frac{ASI_{UHS}}{\Delta T}$	FA0105 SA1	H <sub>SM</sub> (g)
30142008	14705	211,17864	1,9	<b>0,40915</b>
30242008	14705	211,17864	1,9	<b>0,40915</b>
2003	14705	211,17864	1,9	<b>0,40915</b>

GADIGNANO				
Zona	ID nodo griglia INGV	$\frac{ASI_{UHS}}{\Delta T}$	FA0105 SA1	H <sub>SM</sub> (g)
2099	14705	211,17864	1,9	<b>0,40915</b>

GABBIANO POGGIOLO				
Zona	ID nodo griglia INGV	$\frac{ASI_{UHS}}{\Delta T}$	FA0105 SA1	H <sub>SM</sub> (g)
2002	14705	211,17864	1,4	<b>0,30148</b>
2011	14705	211,17864	1,4	<b>0,30148</b>

CASE VAIE				
Zona	ID nodo griglia INGV	$\frac{ASI_{UHS}}{\Delta T}$	FA0105 SA1	H <sub>SM</sub> (g)
2011	14705	211,17864	1,4	<b>0,30148</b>

## 9. CONFRONTO CON LA DISTRIBUZIONE DEI DANNI DEGLI EVENTI PASSATI

Secondo quanto riportato nei principali cataloghi relativi alla sismicità storica italiana, in corrispondenza del territorio comunale di Pianello Val Tidone non sono stati registrati danni significativi o sensibili alle strutture ed alle infrastrutture.

I database e cataloghi consultati sono i seguenti:

**CFT15Med** – Catalogo dei Forti Terremoti in Italia (461 a.c. – 1997) e nell'area Mediterranea (760 a.C. – 1500)

**DBMI15** – Database Macrosismico Italiano

**CPTI15** – Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani

**ISIDe** – Italian Seismological Instrumental and Parametric Data–Base

## 10. BIBLIOGRAFIA

- ABBATE E., BETTELLI G., BOCCALETTI M., BONAZZI U., BORTOLOTTI V., BRAGA G., CANTALAMESSA G., CASNEDI R., CENTAMORE E., COLI M., DALLAN NARDI L., DECANDIA F. A., DEIANA G., ELTER G., FAZZINI P., FORCELLA F., GASPERI G., GELATI R., GELMINI R., GIANNINI E., LAZZAROTTO A., MARCHETTI G., MONTEFORTI B., NARDI R., PIALLI G. P., PIERUCCINI G., PLESI G., PUCCINELLI A., RAGGI G., ROMANI A., SANDRELLI F., VERANI M., ZANZUCCHI G. (1992), Carta Strutturale dell'Appennino Settentrionale, foglio 4 Liguria, 1:250.000, Progetto Finalizzato Geodinamica, Sottoprogetto 5 – Modello Strutturale.
- ALBARELLO D., CESI C., EULILLI V., GUERRINI F., LUNEDEI E., PAOLUCCI E., PILEGGI D., PUZZILLI L. M. (2010), The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzoning: an example from the area damaged by the 26th April 2009 l'Aquila (Italy) earthquake, *Boll. Geofis. Teor. Appl.*
- AMBROSETTI P., BOSI C., CARRARO F., CIARANFI N., PANIZZA M., PAPANI G., VEZZANI L., BARTOLINI C., ZANFERRARI A. (1983), *Neotectonic Map of Italy* (scala 1:500.000).
- APAT, Dipartimento Difesa del Suolo – Servizio Geologico d'Italia. Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000, Foglio 179 Ponte dell'Olio.
- BARONI C., FASANI M., MOSNA S., PEROTTI C. R., PIGNONE R., VERCESI P.L, Carta geologica dell'Appennino emiliano-romagnolo. Pianello Val Tidone, sezione 179050. Scala 1:10.000. Edizione 1989. S.E.L.C.A. Srl – Firenze.
- BARTOLINI C., BERNINI M., CARLONI G. C., CASTALDINI D., COSTANTINI A., FEDERICI P. R., FRANCAVILLA F., GASPERI G. F., LAZZAROTTO A., MARCHETTI G., MAZZANTI R., PAPANI G., PRANZINI G., RAU A., SANDRELLI F., VERCESI P. L. (1982), Carta neotettonica dell'Appennino Settentrionale (scala 1:400.000).
- CERRINA FERONI A., OTTRIA G., MARTINELLI P., MARTELLI L., CATANZARITI R., Carta Geologico-Strutturale dell'Appennino Emiliano-Romagnolo, scala 1:250.000. SELCA Firenze, 2002.
- Commissione tecnica per la microzonazione sismica, *Microzonazione sismica – Standard di rappresentazione e archiviazione informatica* (versione 4.2). Roma, dicembre 2020.
- Commissione tecnica per la microzonazione sismica, *Microzonazione sismica – Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da amplificazioni* (versione 2.0). Roma, 2022.

- 
- Gruppo di lavoro MS, 2008. Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica. Conferenza delle Regioni e delle Province autonome – Dipartimento della protezione civile, Roma, 3 vol. e Dvd.
  - LOCATI M., CAMASSI R., ROVIDA A., ERCOLANI E., BERNARDINI F., CASTELLI V., CARACCILOLO C.H., TERTULLIANI A., ROSSI A., AZZARO R., D'AMICO S., ANTONUCCI A. (2022). Database Macrosismico Italiano (DBMI15), versione 4.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).
  - MARTELLI L., BONINI M., CALABRESE L., CORTI G., ERCOLESSI G., MOLINARI F. C., PICCARDI L., PONDRELLI S., SANI F., SEVERI P. (2017). Carta sismotettonica della Regione Emilia–Romagna e aree limitrofe (scala 1:250.000).
  - MARTELLI L., ERCOLESSI G., SANI F., BONINI M., CORTI G., SANTULIN M., TAMARO A., REBEZ A., SLEJKO D. (2017), Analisi 3D della pericolosità sismica dell'Appennino Settentrionale. Proposta di nuova zonazione sismogenica e analisi della pericolosità sulla base di un modello 3D delle sorgenti sismiche.
  - MELETTI C. E G. VALENSISE (2004), Zonazione sismogenetica ZS9 – App. 2 al Rapporto Conclusivo.
  - MELETTI C., PATACCA E., SCANDONE P. (2000), Construction of a seismotectonic model: the case of Italy. *Pageoph*, 157, 11–35.
  - ROVIDA A., LOCATI M., CAMASSI R., LOLLI B., GASPERINI P., ANTONUCCI A. (2022), Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15), versione 4.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).
  - SCANDONE P. E STUCCHI M. (2000), La zonazione sismogenetica ZS4 come strumento per la valutazione della pericolosità sismica. Ricerche del GNDT nel campo della pericolosità sismica (1996–1999).
  - Servizio Geologico d'Italia, Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000, Foglio 71 Voghera.
  - SESAME Project (2004) – Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements, processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12.

## 11. ALLEGATI

### PRIMO LIVELLO

- Carta delle indagini (scala 1:10.000)
- Carta geologico-tecnica (scala 1:10.000)
- Carta delle sezioni (scala grafica)
- Carta delle frequenze naturali dei terreni  $f_0$  (scala 1:10.000)
- Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (scala 1:5.000)

### SECONDO LIVELLO

- Carta della velocità delle onde di taglio S ( $V_s$ ) (scala 1:10.000)
- Carta di microzonazione sismica FA SA1 ( $0,1s \leq T \leq 0,5s$ ) (scala 1:5.000)
- Carta di microzonazione sismica FA SA2 ( $0,4s \leq T \leq 0,8s$ ) (scala 1:5.000)
- Carta di microzonazione sismica FA SA3 ( $0,7s \leq T \leq 1,1s$ ) (scala 1:5.000)
- Carta di microzonazione sismica FH SI1 ( $0,1s \leq T \leq 0,5s$ ) (scala 1:5.000)
- Carta di microzonazione sismica FH SI2 ( $0,5s \leq T \leq 1,0s$ ) (scala 1:5.000)
- Carta di microzonazione sismica FPGA (scala 1:5.000)
- Carta di microzonazione sismica - distribuzione dei valori di  $H_{SM}$  (scala 1:5.000)

ALLEGATO 1 - Prove penetrometriche statiche CPT

ALLEGATO 2 - Indagini sismiche HVSR

ALLEGATO 3 - Indagini sismiche MASW