



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



CONFERENZA DELLE REGIONI E  
 DELLE PROVINCE AUTONOME

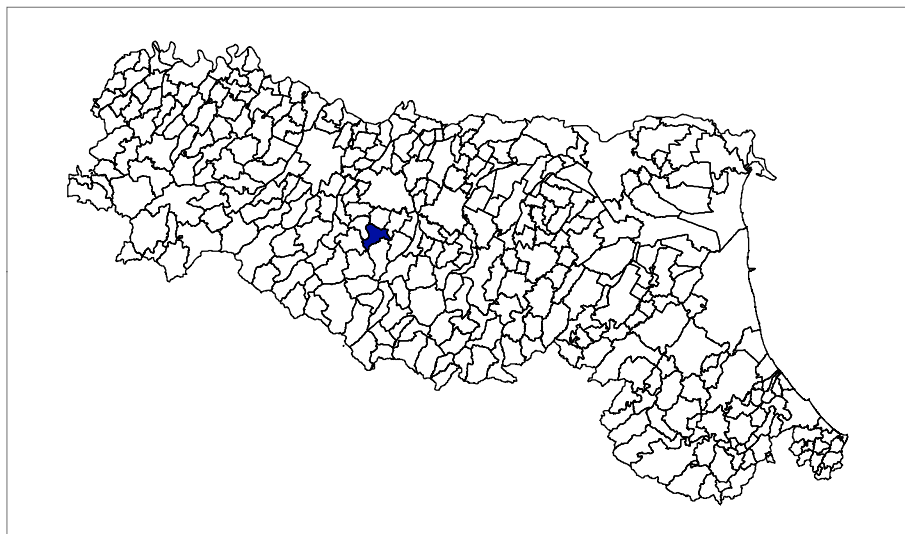
Attuazione dell'articolo 11 della legge 24 giugno 2009, n.77

# MICROZONAZIONE SISMICA

## Modellazione e caratterizzazione geologico sismica e geotecnica

### Relazione Tecnica Illustrativa

Regione Emilia-Romagna  
 Comune di Viano



<p>Regione Emilia Romagna</p> <p><i>Studio realizzato con il contributo di cui all'OCDPC 171/2014 DGR ER 1227/2015.</i></p> <p><i>Coordinamento della Regione Emilia-Romagna - Servizio Geologico Luca Martelli</i></p>	<p>Soggetto realizzatore</p> <p>Studio di Geologia Dott. Geol. Paolo Beretti</p> <p><i>Progetto:</i> Paolo Beretti</p> <p><i>Collaboratori:</i> Marco Boccaletti Michele Cappucci</p>	<p>Amministrazione comunale</p> <p><i>Sindaco:</i> Giorgio Bedeschi</p> <p><i>Responsabile Ufficio Lavori Pubblici - Ambiente:</i> Emanuela Fiorini</p> <table border="1" data-bbox="1023 2018 1482 2107"> <tr> <td data-bbox="1023 2018 1254 2107"> <p>Data Marzo 2017</p> </td> <td data-bbox="1254 2018 1482 2107"></td> </tr> </table>	<p>Data Marzo 2017</p>	
<p>Data Marzo 2017</p>				

**INDICE**

INDICE .....	1
1. INTRODUZIONE.....	2
Inquadramento territoriale.....	2
2. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE .....	5
Storia sismica del sito.....	5
Pericolosità sismica – Definizione del moto di riferimento .....	8
Inquadramento sismotettonico.....	9
Attività tettonica.....	11
3. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA.....	15
Inquadramento geologico e strutturale .....	15
Modello deposizionale e deformativo del territorio in analisi .....	17
Inquadramento geomorfologico.....	24
Vulcanesimo sedimentario – le salse di regnano .....	28
Inquadramento idrogeologico.....	29
4. DATI GEOTECNICI E GEOFISICI.....	33
Piano e metodologia d'indagine .....	33
5. MODELLO DEL SOTTOSUOLO .....	36
6. INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE.....	37
7. METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI.....	38
Prospezioni integrate RE.Mi. – M.A.S.W.....	38
Indagini a stazione singola HVS.....	38
8. ELABORATI CARTOGRAFICI.....	44
8.1 carta delle indagini .....	44
8.2 Carta geologico tecnica per la microzonazione sismica .....	44
8.2.1 Sezioni geologiche e geologico tecniche.....	47
8.3 Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica.....	48
8.4 Carta di microzonazione sismica.....	70
8.4.1 CARTA DELLE VELOCITA' DELLE ONDE DI TAGLIO .....	70
8.4.2 CARTA DEI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE .....	71
8.4.3 Approfondimenti di III livello.....	75
Cenni metodologici.....	75
Definizione dello spettro di risposta relativo al sito in analisi .....	76
Definizione dei coefficienti di amplificazione sismica.....	77
8.5 Commenti finali e criticità .....	85
9. CONFRONTO CON LA DISTRIBUZIONE DEI DANNI DEGLI EVENTI PASSATI .....	87
10. BIBLIOGRAFIA.....	88
11. ALLEGATI.....	91

## 1. INTRODUZIONE

Nel contesto degli studi di microzonazione sismica del Comune di Viano (RE), é stata redatta una disamina delle caratteristiche geologico – tecniche e della pericolosità sismica di base dell'area comunale, finalizzata alla riduzione del rischio sismico del territorio urbanizzato e di previsto sviluppo urbanistico.

Le valutazioni di fattibilità per le opzioni urbanistiche, sono state effettuate in funzione delle condizioni geologico strutturali, delle tipologie dei processi morfogenetici, dell'estensione degli ambiti territoriali sede dell'urbanizzato e di possibile sviluppo.

La determinazione della pericolosità sismica dell'area del Comune di Viano è avvenuta mediante la realizzazione delle carte di approfondimento sismico di primo livello per l'individuazione degli ambiti suscettibili di effetti locali in caso di sollecitazione sismica e delle carte di approfondimento sismico di secondo, per la definizione dei Fattori di Amplificazione correlati allo scuotimento sismico atteso al suolo, sulla base delle indicazioni contenute nel recente D.G.R. 2193-2015 e "I.C.M.S." del Dipartimento della Protezione Civile e Conferenza delle Regioni e Province Autonome (Gruppo di lavoro MS, 2008). Sono stati, inoltre, sviluppati, approfondimenti sismici locali di III livello.

L'analisi di microzonazione sismica, realizzata con il contributo di cui all'OPCM 3097/2010, è stata sviluppata in coordinamento con il **Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli**, Dr. Luca Martelli, della Regione Emilia Romagna e con responsabile del **Settore Urbanistica ed Edilizia Privata** del Comune di Viano, Geom. Emanuela Fiorini.

Le rilevazioni in sito, la raccolta delle indagini pregresse, le analisi complessive dei dati, le elaborazioni cartacee e le archiviazioni informatiche in ambito GIS sono state effettuate dal Dott. Geol. P. Beretti, dal Dott. Geol. M. Boccaletti e dal Geom. M. Cappucci.

### INQUADRAMENTO TERRITORIALE

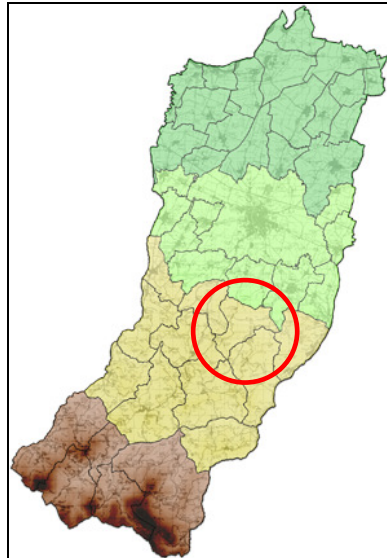
Dal punto di vista geografico, il territorio comunale di Viano si colloca nella fascia di passaggio tra il Basso e il Medio Appennino Reggiano e presenta ambiti geomorfologici tra loro molto differenziati.

Il territorio comunale, presenta un'estensione complessiva pari a 45,18 km<sup>2</sup> e confina a nord con i comuni di Albinea e di Scandiano, a est per un breve tratto con il comune di Castellarano, a sud-est con il comune di Baiso, a sud-ovest con quello di Casina e a ovest con Vezzano sul Crostolo.

I principali nuclei abitativi, oltre al capoluogo, sono le località di S. Giovanni di Querciola, Tabiano, Regnano, Ca' Bertacchi, Casola Querciola, Castello di Querciola, S. Pietro Querciola e Fagiano.

In corrispondenza del comparto settentrionale si riscontrano quote che oscillano tra 150 ÷ 200 m s.l.m., le quali aumentano sino a valori prossimi a 550 ÷ 600 in prossimità del margine meridionale, con quote medio massime pari circa a 650 ÷ 700 m s.l.m.

Nello specifico, la fascia altimetrica del territorio di Viano è compresa tra i 138 m s.l.m. del fondovalle del Rio Faggiano e i 738 m s.l.m. del crinale di Monte Duro.



Il paesaggio è quello tipico della collina, con una successione continua di crinali e valli, con pendii a media acclività; la parte pianeggiante occupa poco più del 10% della superficie complessiva; un altro 30 % è rappresentato da terreni in debole pendenza; il resto sono terreni a maggiore acclività.

Le aree più rappresentative di fondovalle si ubicano soprattutto in sinistra idrografica del T. Tresinaro: C. Fabbrica (187 m s.l.m.), Viano (218 m s.l.m.), C. Vernara (230 m s.l.m.) e nella parte terminale del T. Faggiano: Il Cerro (138 m s.l.m.). Le zone subpianeggianti o debolmente ondulate elevate si osservano nel settore settentrionale a C. Farneto (440 m s.l.m.) e nel settore meridionale a Colombara (530 m s.l.m.).

In corrispondenza dei terrazzi fluviali, presenti sulla sinistra idrografica del corso d'acqua principale, T. Tresinaro, si sviluppa il principale insediamento residenziale e artigianale – produttivo del Comune.

Il passaggio tra le zone pianeggianti o sub-pianeggianti di fondovalle e quelle di crinale è in genere abbastanza rapido: si osservano spesso versanti acclivi anche in presenza di litotipi di natura prevalentemente argillosa o marnosa.

L'orografia del territorio comunale è caratterizzata dalla dorsale che si sviluppa da NE a SO, che rappresenta lo spartiacque tra i bacini del T. Crostolo e del T. Tresinaro, e da altre due dorsali grossomodo perpendicolari alla prima, tra loro parallele, che si allungano da est verso ovest. Le maggiori vette del territorio comunale sono ubicate in corrispondenza delle dorsali suddette, costituite da formazioni per lo più arenacee e flyscioidi. In corrispondenza della cresta con

direzione NE-SO e situata nella porzione meridionale del territorio comunale, si osservano le cime de Il Poggio (634 m s.l.m.) e di P.ggio Tassinara (607 m s.l.m.).

In corrispondenza della dorsale più settentrionale, con orientamento est-ovest e sviluppantesi nella Formazione di Ranzano, si osservano le seguenti cime (procedendo da occidente verso oriente): M. Alberetolo (487 m s.l.m.), M. della Guardia (517 m s.l.m.), M. Granarolo (425 m s.l.m.), M. Bergola (436 m s.l.m.). In corrispondenza della dorsale più meridionale, sempre con orientamento est ovest e sviluppantesi nel Flysch di M.te Cassio, si rilevano le vette M. Mesolo (594 m s.l.m.), M. del Pilastro (612 m s.l.m.) e Fontanella (589 m s.l.m.).

Dal punto di vista idrografico, il territorio comunale di Viano appartiene al bacino del Torrente Tresinaro, il quale con i suoi sottobacini tributari T. Faggiano (che raccoglie le acque di Rio Arbiola, Fosso Scaglioni e Fosso dell'Agatone), Rio Dorgola e Rio Spigone, si sviluppa principalmente nella porzione orientale del territorio comunale.

Al suo interno, la direzione principale dei solchi vallivi dei suoi tributari di tipo sub-dendritico si estende principalmente in direzione est-ovest.

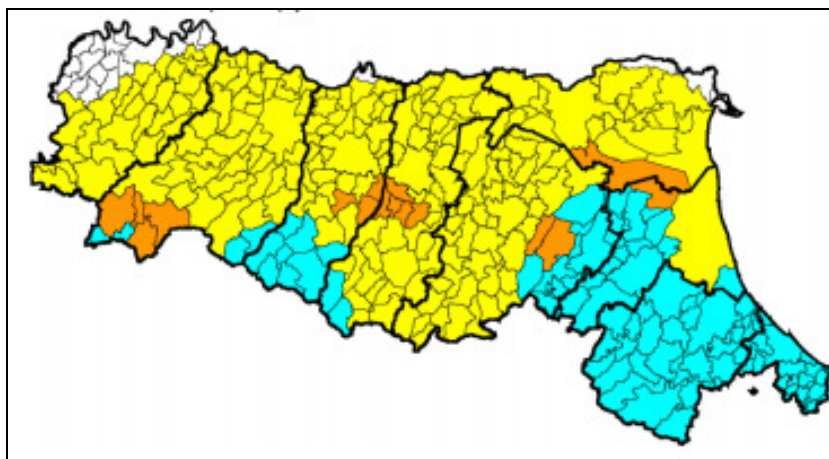
Dal punto di vista cartografico, i riferimenti CTR del territorio comunale di Viano sono i seguenti:

<b>Fogli 1:50000</b>	<b>218</b>	Castelnovo ne' Monti
	<b>219</b>	Sassuolo
<b>Tavole 1:25000</b>	<b>218NE</b>	Viano
	<b>219NW</b>	Sassuolo
<b>Sezioni 1:10000</b>	<b>218030</b>	La Vecchia
	<b>218040</b>	Tabiano
	<b>218070</b>	Casina
	<b>218080</b>	Viano
	<b>219050</b>	Castellarano
<b>Elementi 1:5000</b>	<b>218031</b>	Casa del Lupo
	<b>218032</b>	Casola Querceta
	<b>218041</b>	Gessi
	<b>218042</b>	Rondinara
	<b>218043</b>	Tabiano
	<b>218044</b>	San Giovanni
	<b>218071</b>	San Giovanni di Querciola
	<b>218072</b>	Pulpiano
	<b>218074</b>	La Ripa
	<b>218081</b>	Viano
	<b>218083</b>	Cerreto
	<b>218084</b>	San Pietro di Querciola
<b>219054</b>	Telarolo	

## 2. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE

### STORIA SISMICA DEL SITO

In relazione a quanto esposto all'interno dell'OPCM n°3274 del 20 marzo 2003, in materia di riclassificazione dei Comuni della Regione Emilia Romagna, il territorio di Viano rientra in **Zona 2**, contraddistinta da una **sismicità media** [  $0,15 < a_g/g < 0,25$  ].



Zone sismiche	N° Comuni coinvolti	note
Zona 2	16	precedente riclassificazione sismica (1983-1984)
Zona 3	214	
Zona 4	22	
	105	

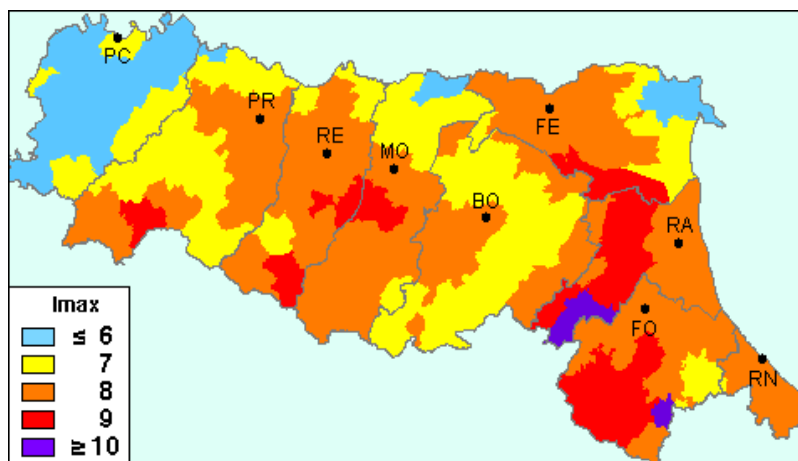
zona	accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni ( $a_g/g$ )	accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico ( $a_g/g$ )
1	> 0,25	0,35
2	0,15-0,25	0,25
3	0,05-0,15	0,15
4	<0,05	0,05

A tale zona sismica corrispondono secondo il *Catalogo Parametrico dei terremoti di area italiana NT4.1* (Camassi e Stucchi, 2004) eventi sismici giungenti al 8° - 9° grado della Scala Mercalli - Cancani - Sieberg, con intensità compresa tra  $M = 4,5 \div 5,4$ .

Le coordinate geografiche (**ellissoide ED50**) relative circa ai vertici del territorio comunale corrispondono a:

punto a nord	<a href="#">44.591693, 10.567154</a>
punto a est	<a href="#">44.539319, 10.669000</a>
punto a sud	<a href="#">44.501876, 10.566747</a>
punto a nord est	<a href="#">44.575187, 10.653328</a>
punto sud ovest	<a href="#">44.536901, 10.540889</a>

(utilizzate per il calcolo dell'azione sismica - DM 14-01-08)



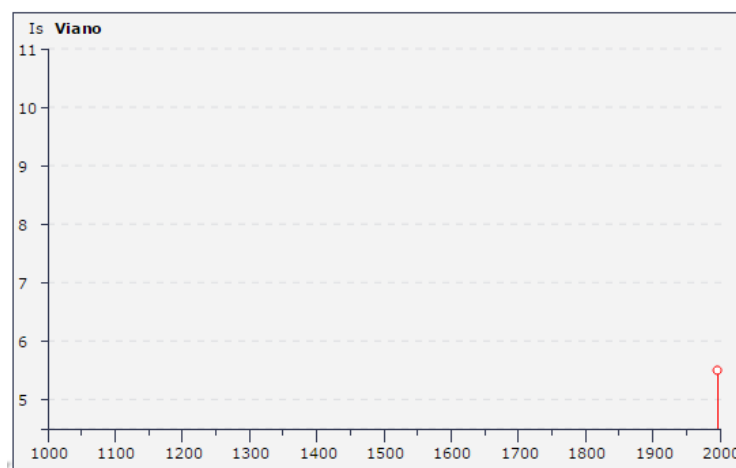
Zonazione sismica della RER sulla base della scala MCS

Nell’ambito a cui appartiene il territorio comunale di Viano, il Database Macrosismico DBMI04, utilizzato per la compilazione del catalogo parametrico CPTI04 (Gruppo di lavoro CPTI, 2004 – INGV, Bologna) sono documentati gli eventi sismici di seguito riportati:

**Storia sismica di Viano (RE)**

Osservazioni disponibili: 4

Effetti	In occasione del terremoto del:								
Is	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Area epicentrale	Np	Ix	Mw
NF	1904	11	17	05	02	PISTOIESE	204	7	5.18
2	1965	11	09	15	35	ALTA V. SECCHIA	32	5	5.01
NF	1986	12	06	17	07	BONDENO	604	6	4.56
5-6	1996	10	15	09	55	CORREGGIO	135	7	5.44

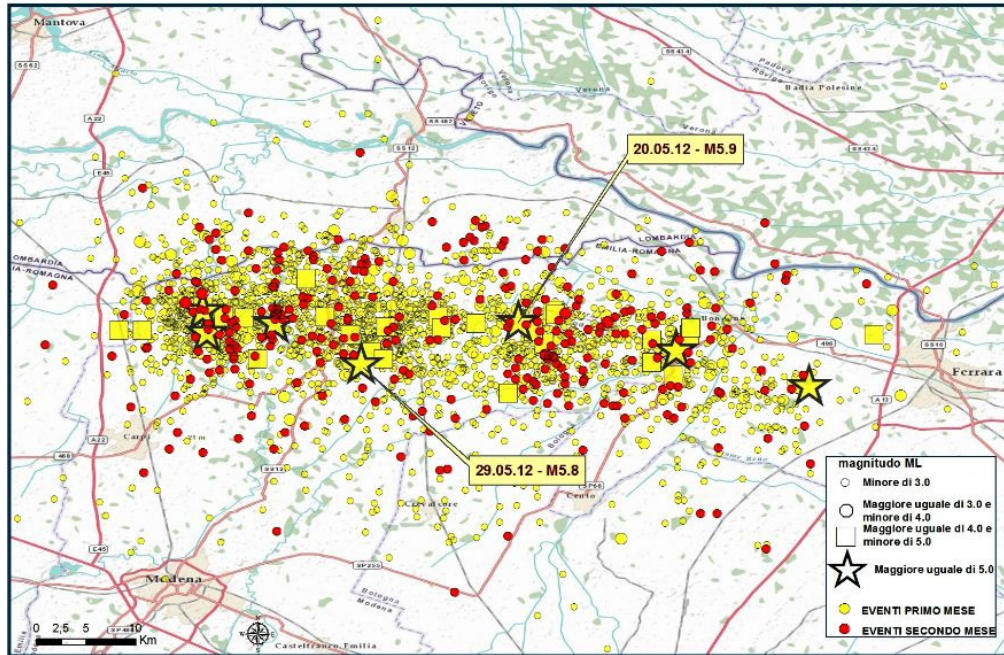


Storia sismica del comune di Viano

Dalla disamina delle informazioni ricavate dal sito dell’ I.N.G.V. relativo al Database Macrosismico Italiano ([http://emidius.mi.ingv.it/DBMI04/query\\_place/](http://emidius.mi.ingv.it/DBMI04/query_place/)), si evince come le registrazioni storiche relative ad eventi sismici registrate all’interno del territorio comunale di Viano siano piuttosto scarse; infatti, i terremoti più vecchi archiviati risalgono all’inizio del 1900.

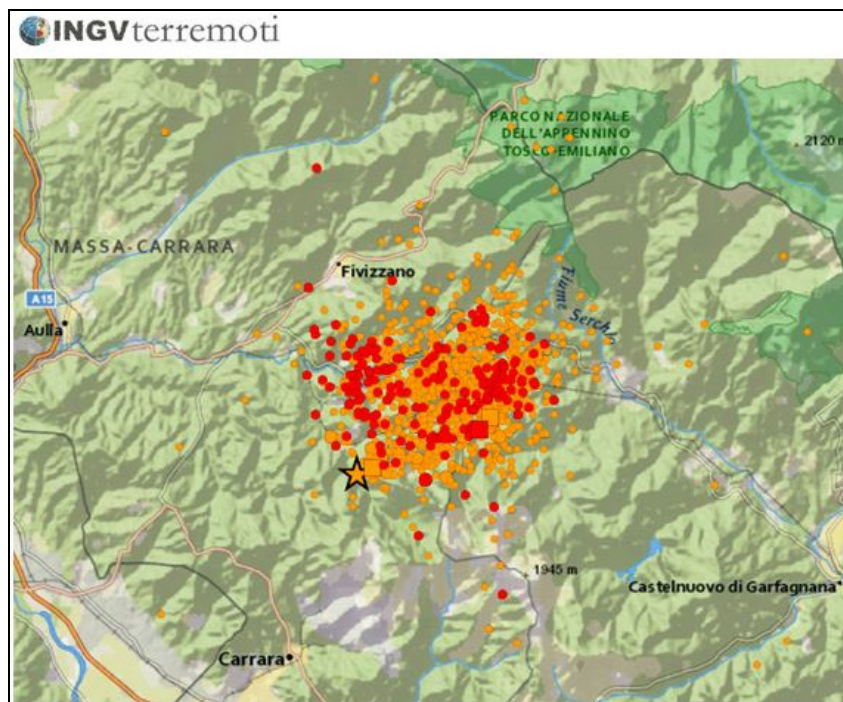
A detti dati vanno aggiunti quelli relativi ai recenti eventi sismici, datati 20/05/2012 e 29/05/2012 che hanno presentato intensità pari a MW = 5.8 ÷ 5.9, la cui distribuzione areale è presentata nella figura seguente.

**SEQUENZA SISMICA 20 maggio - 20 luglio**



**Distribuzione degli epicentri dei terremoti che hanno colpito la bassa Pianura Padana**

Infine, una nuova sequenza sismica si è verificata nei mesi di Giugno - Luglio 2013 in Garfagnana - Lunigiana; l'evento principale, datato 21/06/2013, ha presentato intensità pari a MW = 5.2.

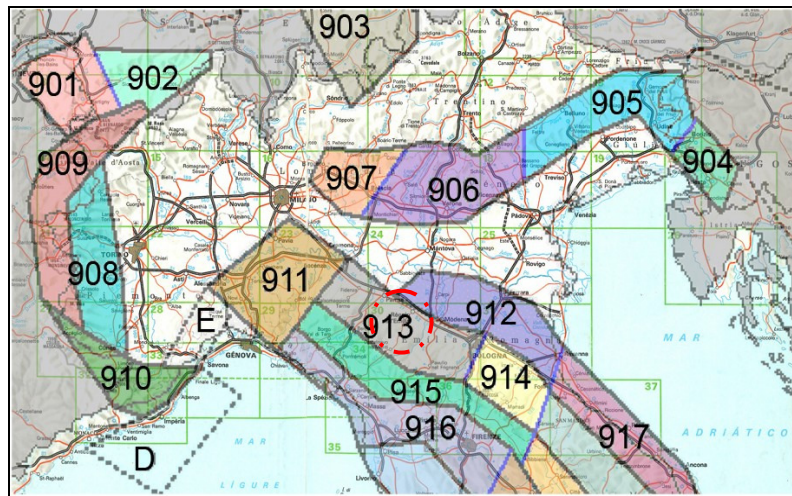


**Distribuzione degli epicentri dei terremoti che hanno colpito la Garfagnana - Lunigiana.**

Gli epicentri sismici verificatisi nel territorio in analisi hanno origine, per la quasi totalità, nei primi 15 ÷ 25 km del sottosuolo evidenziando la prevalenza di un'attività sismogenetica di tipo superficiale. La zonazione sismica del territorio nazionale, che identifica le zone sorgente a caratteristiche sismiche omogenee, elaborata da I.N.G.V. (2003), attribuisce l'ambito territoriale in oggetto alla zona sismogenetica 913. La componente cinematica principale che regola la



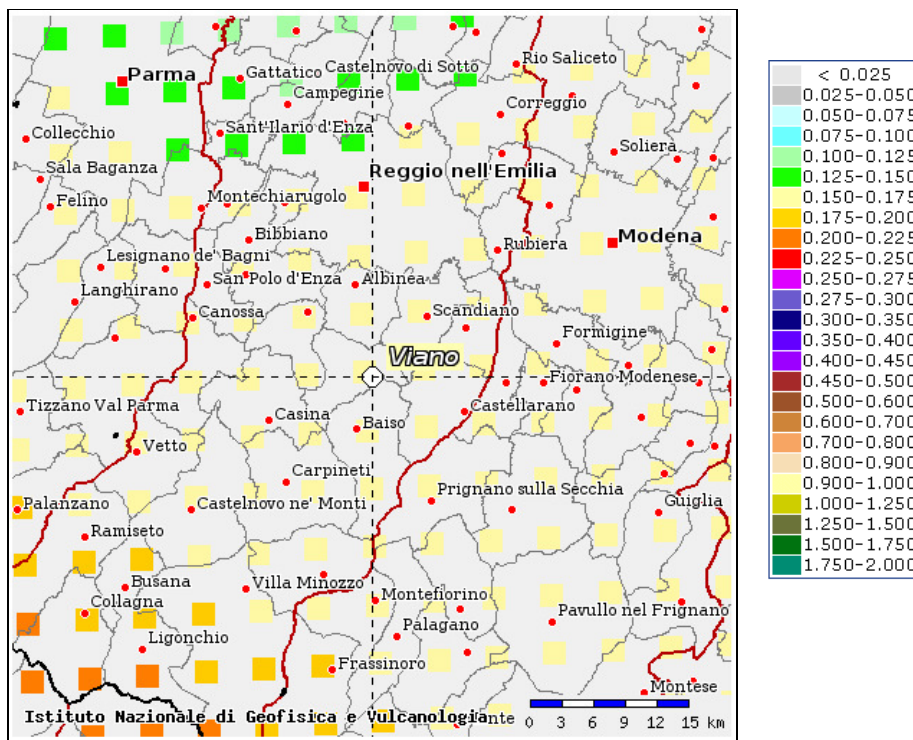
distribuzione degli sforzi all'interno di suddetta fascia è di tipo compressivo (prevalentemente *thrust*) legata all'accavallamento delle propaggini del fronte appenninico.



Zonazione sismogenetica ZS9 (INGV, 2004)

**PERICOLOSITÀ SISMICA – DEFINIZIONE DEL MOTO DI RIFERIMENTO**

La PGA per un periodo di ritorno di 475 anni riportata nelle mappe di pericolosità sismica di INGV (Meletti C., Montaldo V., 2007. Stime di pericolosità sismica per diverse probabilità di superamento in 50 anni: valori di ag. Progetto DPC-INGV S1, Deliverable D2, <http://esse1.mi.ingv.it/d2.html>) varia nell'intervallo 0,150 ÷ 0,175g.

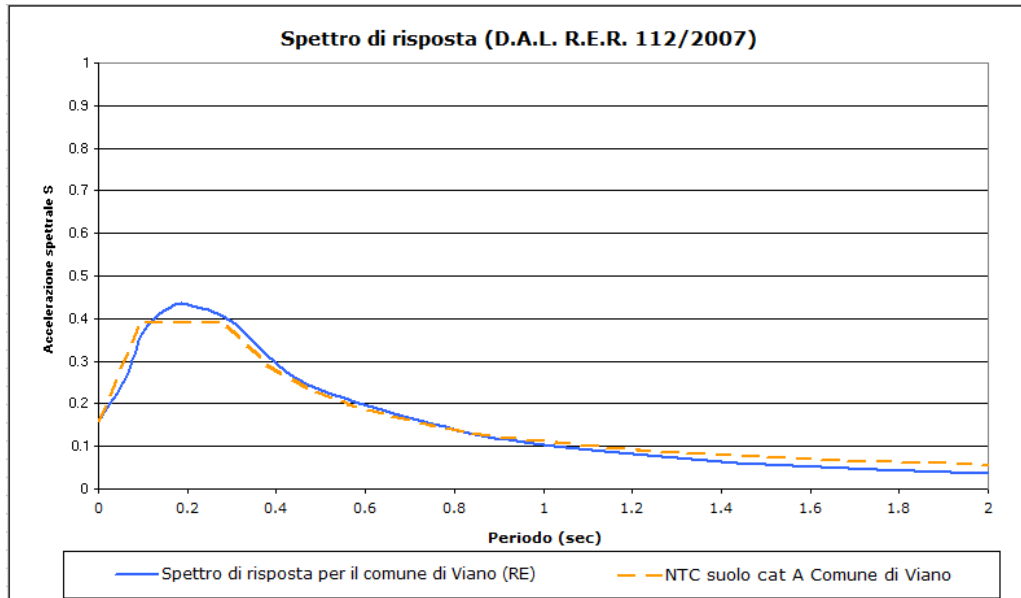


PGA del Comune di Viano con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, percentile 50.

Tali dati sono anche stati utilizzati dalla Regione Emilia Romagna per la redazione della Delibera dell'Assemblea Legislativa n° 112 - 2007 "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia

Romagna per la pianificazione territoriale ed urbanistica” dove viene indicata una PGA corrispondente a 0,160 g per l'intero territorio comunale.

Mediante i dettami di detta delibera è stato costruito lo spettro di riferimento a probabilità uniforme per il comune di Viano, evidenziato nella seguente figura, dove è confrontato con lo spettro elastico in superficie per sottosuolo di categoria A (DM 14-01-2008) riferito al medesimo comune.



Ai fini delle successive determinazioni è stato considerato lo spettro di risposta a probabilità uniforme proposto dalla Regione Emilia Romagna (DAL RER 112/2007).

## INQUADRAMENTO SISMOTETTONICO

Le principali caratteristiche che contraddistinguono i terreni affioranti sono rappresentate dalla diversità di assetto, stile e comportamento tettonico.

Il comparto settentrionale del territorio comunale è contraddistinto dalla presenza dei termini ascrivibili ai Complessi di Base del Dominio Ligure, i quali, procedendo verso sud, si trovano in contatto tettonico, con i termini basali della Falda Epiligure.

La continuità dei termini liguri è interrotta nell'estremità occidentale, in prossimità del confine territoriale con il limitrofo Comune di Vezzano sul Crostolo, da un lembo di sottosuolo ascrivibile alla Formazione Gessoso – Solfifera, di epoca Messiniana.

Tali elementi sono giunti in contatto a seguito di movimenti tettonici sub verticali a cinematismo inverso.

Procedendo verso sud, in corrispondenza dell'abitato di San Giovanni di Querciola, tornano ad affiorare termini ascrivibili al Dominio Ligure, ma differenti da quelli precedentemente descritti; infatti, in questa porzione di territorio affiora in maniera predominante la Formazione del Flysch di Monte Cassio (MCS).

In corrispondenza del lembo sud occidentale del territorio di Viano, infine, torna ad affiorare la Successione Epiligure nei suoi termini apicali ed in particolare con i terreni arenitici della Formazione di Pantano.

### **Principali lineamenti tettonici**

In corrispondenza dell'area in esame, nello specifico nella porzione di territorio compreso tra Viano e Canossa, (*Papani, 1971*), la struttura plicativa in analisi ha determinato un'innalzamento del substrato cretacico delimitato a sud e a nord da importanti linee di faglia prevalentemente sub verticali.

Fra gli allineamenti di faglia principali a direttrice appenninica si possono distinguere:

- Linea dei Gessi: rappresenta il margine appenninico ed è interpretata come allineamento di faglie inverse prodotte da una tettonica compressiva post-messiniana che ha verticalizzato la formazione gessoso-solfifera affiorante nel blocco nord.

- Linea Canossa – S. Romano: corrisponde ad un allineamento di faglie ad alto angolo (se non subverticali) tra Canossa e S. Romano. Successivamente viene interpretato come “*thrust-front*” attivo durante la sedimentazione della Successione Epiligure neogenica e riutilizzata in tempi successivi come faglia diretta con l'abbassamento del blocco di tetto. La linea Canossa – S. Romano è dislocata da strutture a direzione antiappenninica, interpretabili come *tear-faults* a rigetto trascorrente sinistro. Associate a questa linea tettonica si ritrovano delle faglie minori a direzione antiappenninica.

- Linea Pecorile – M. dell'Evangelo: anch'essa interpretata come insieme di faglie inverse ad alto angolo ed immersione verso sud. Localmente si hanno variazioni delle immersioni dei piani di faglia nei diversi segmenti dovuti a movimenti di “*back-thrust*” (ad alto angolo) di Unità Liguri su quelle Epiliguri. Considerando la prevalente immersione dei piani di faglia verso sud, essa viene interpretata come locale curvatura della superficie di faglia per collasso gravitativo, oppure come originario segmento antitetico della struttura compressiva non riutilizzato in distensione. Successivamente la struttura ha giocato un ruolo distensivo (*GASPERI e al., 2005a*). Tale linea poteva essere già presente a partire dall'Eocene ed il Miocene basale, ed essere interpretata come struttura tettonica che separava due aree caratterizzate da ambienti sedimentari differenti (*GASPERI e al., 2005a*).

Queste ultime sono localmente interrotte da un sistema di linee tettoniche con direttrice NE - SW.

Le linee di dislocazione sopra descritte, mettono a contatto le Formazioni dei Complessi di Base cretaciche, con la serie delle Arenarie del Gruppo di Bismantova (procedendo verso sud) e con le unità stratigrafiche delle Argille Grigio Azzurre Plioceniche del Neautoctono (a nord).

Una faglia con orientamento antiappenninico, di importanza regionale, è la faglia del Secchia che denota inoltre anche caratteri neotettonici. La zona esaminata non risulta comunque interessata da linee di faglia che abbiano manifestato movimenti in tempi storici.

In corrispondenza di Cà Bertacchi e fra C. di Ugolotti e Salsa, sono rilevabili lineazioni ad andamento appenninico con probabili fasi di attività individuate nel Pliocene sup. e nel Pleistocene medio sup.-Olocene (cfr. *CNR: Prog. Finalizzato Geodinamica, Carta Neotettonica dell'Appennino Settentrionale: Intervallo IIIa e IV-V*).

Da tale elaborato si evince, infatti, che la sinclinale di Viano, è stata interessata da fasi tettoniche alterne di distensione (Pliocene sup.) e di innalzamento (Pleistocene-Olocene).

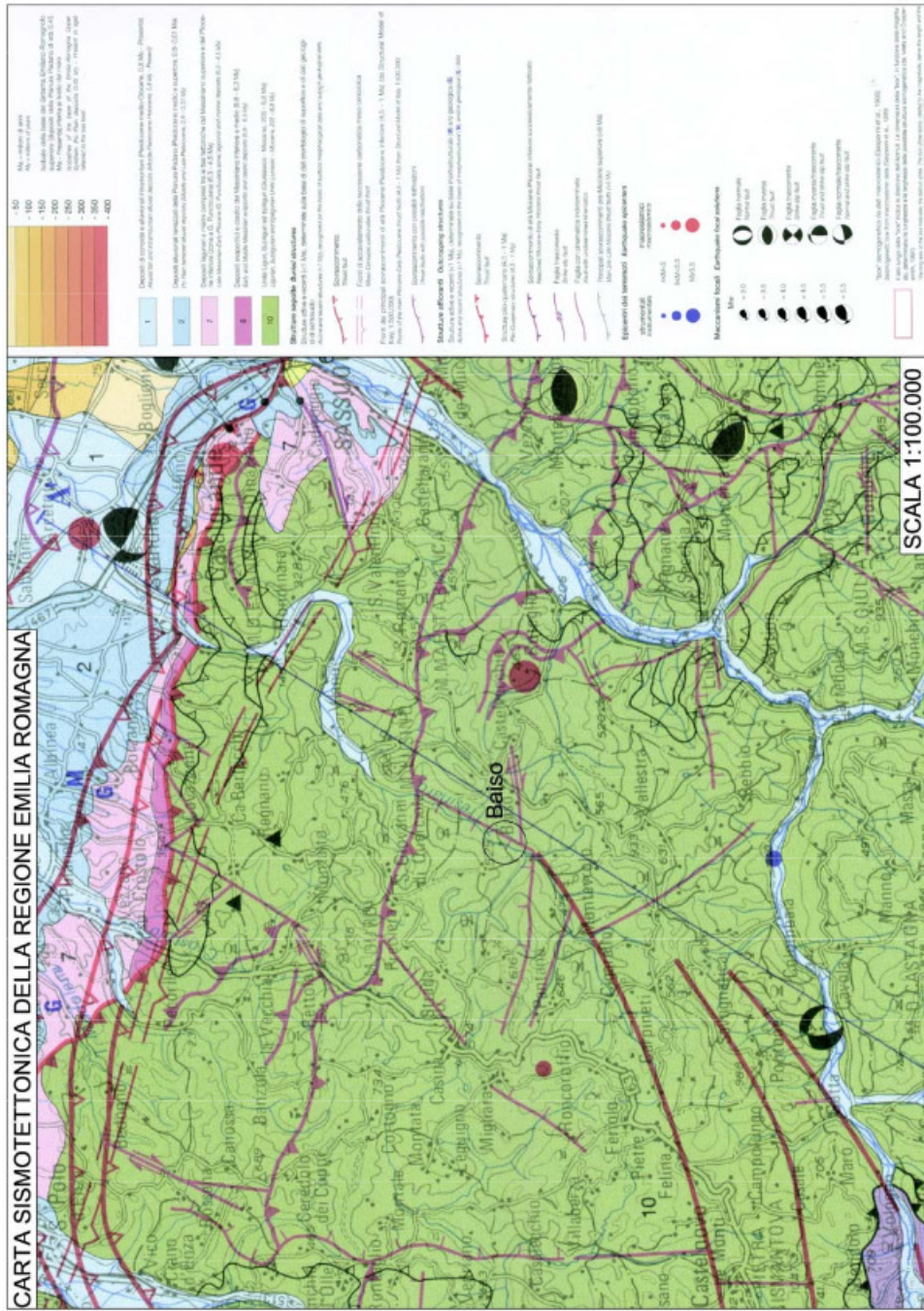
## **ATTIVITÀ TETTONICA**

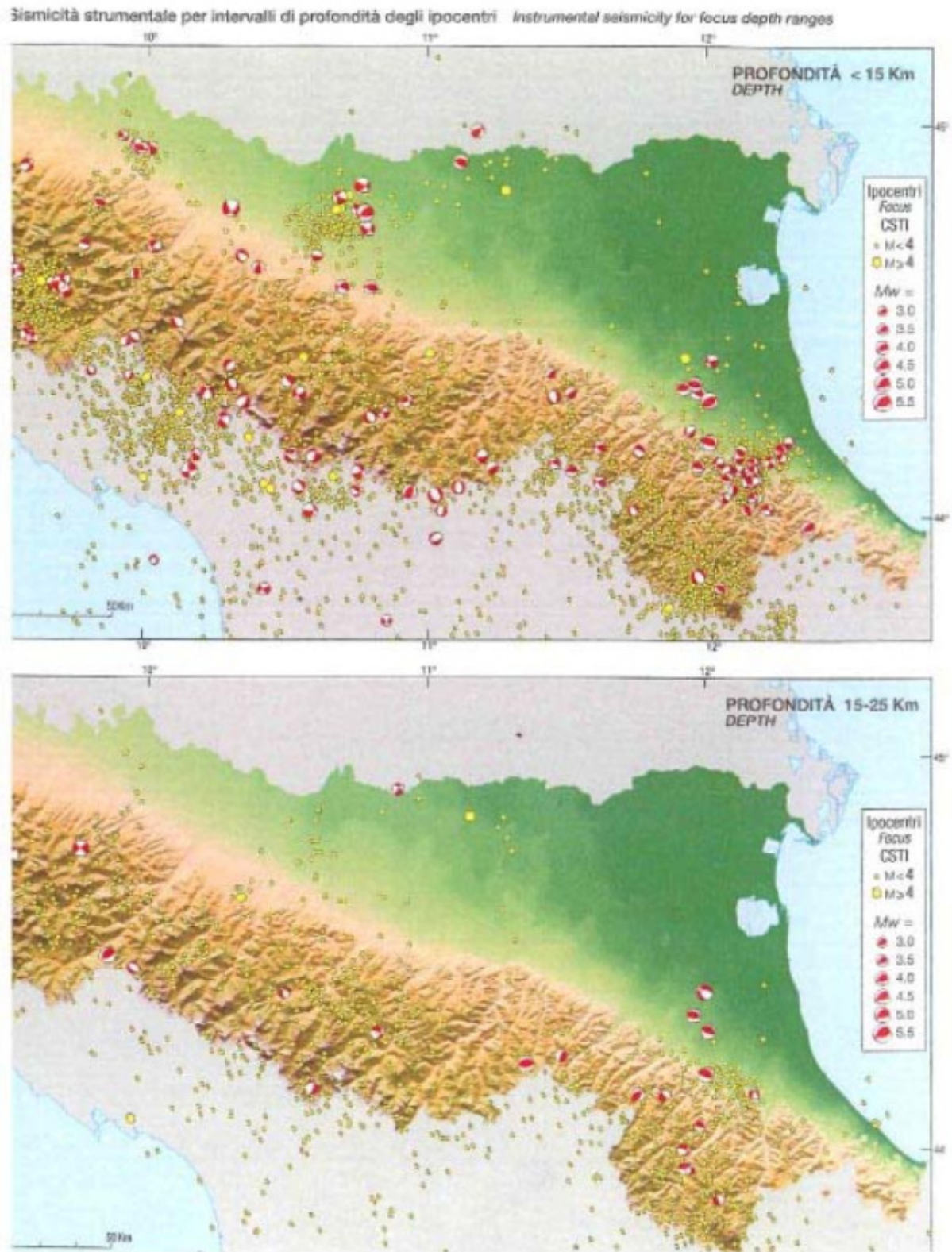
Le disamine relative alle strutture profonde redatte nell'ambito dell'elaborazione della Carta Sismotettonica della Regione Emilia Romagna (M. Boccaletti, L. Martelli; 2004) indicano attività della linea del fronte di accavallamento della successione carbonatica meso - cenozoica, orientata ovest est circa secondo l'allineamento Cavazzone - S. Valentino.

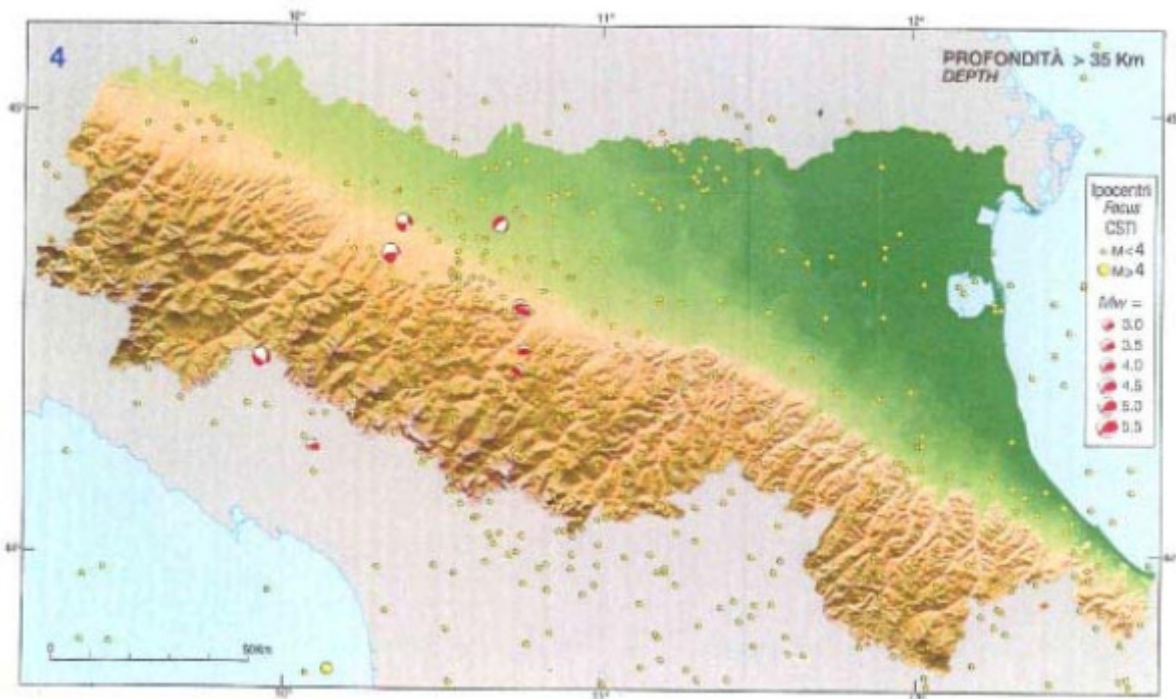
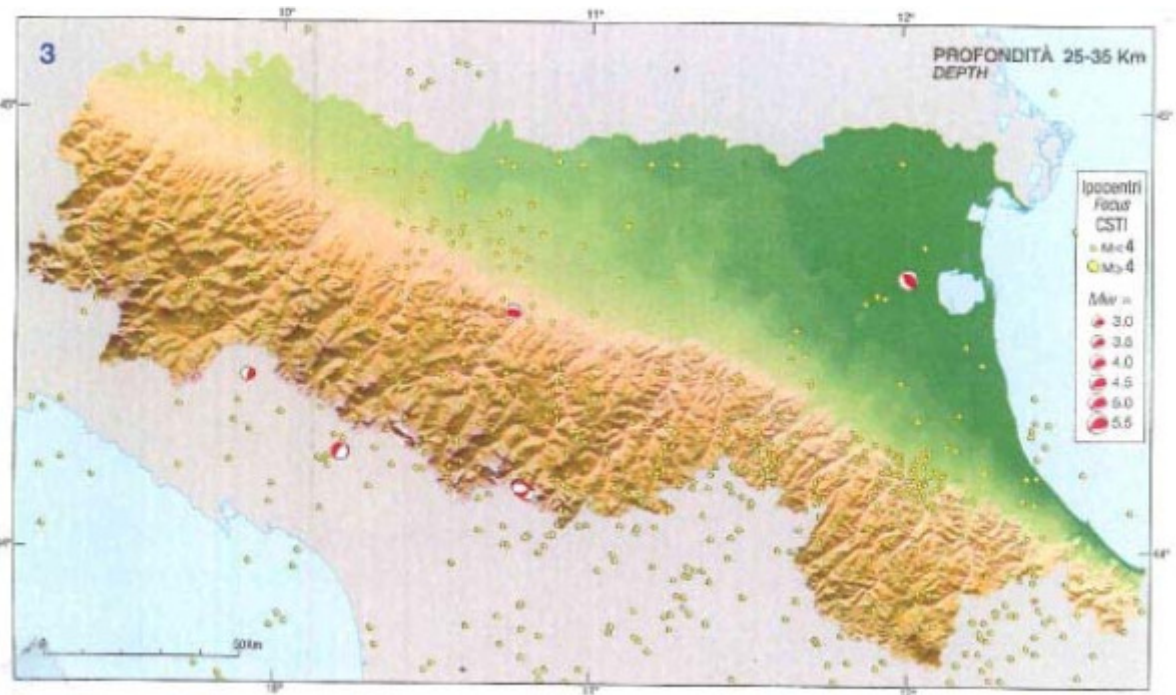
Nel medesimo elaborato è inoltre evidenziato un epicentro sismico tra Castelvecchio e Roteglia con magnitudo:  $4,5 < M < 5$ .

L'attività sismica nell'area in oggetto è prevalentemente correlata alla fascia deformativa dei fronti di accavallamento delle pieghe pedeappenniniche, la quale che si estende in direttrice ovest nord ovest - est sud est, circa secondo l'allineamento S. Polo d'Enza - Vezzano sul Crostoso/Albinea - Rondinara/Scandiano - Sassuolo, assumendo una larghezza variabile tra  $1,3 \div 2,5 \div 3,8$  km, con valori minimi nei settori orientali (Sassuolo - Casalgrande), massimi nella zone mediane (Vezzano - Albinea) ed intermedi nelle aree occidentali (Ciano d'Enza - San Polo d'Enza). Una sensibile influenza sulla sismicità nel territorio del medio appennino reggiano è correlata all'attività sismogenetica della zona della Garfagnana.

Nel territorio in analisi la sismicità è principalmente connessa all'attività dei processi deformativi che interessano le strutture superficiali nei primi 15 km del sottosuolo, prevalentemente collegate a meccanismi focali compressivi ed in subordine trascorrenti, ed in percentuale relativa inferiore alle deformazioni compressive delle strutture medio profonde ( $15 \div 25$  km) e profonde ( $25 \div > 35$  km).







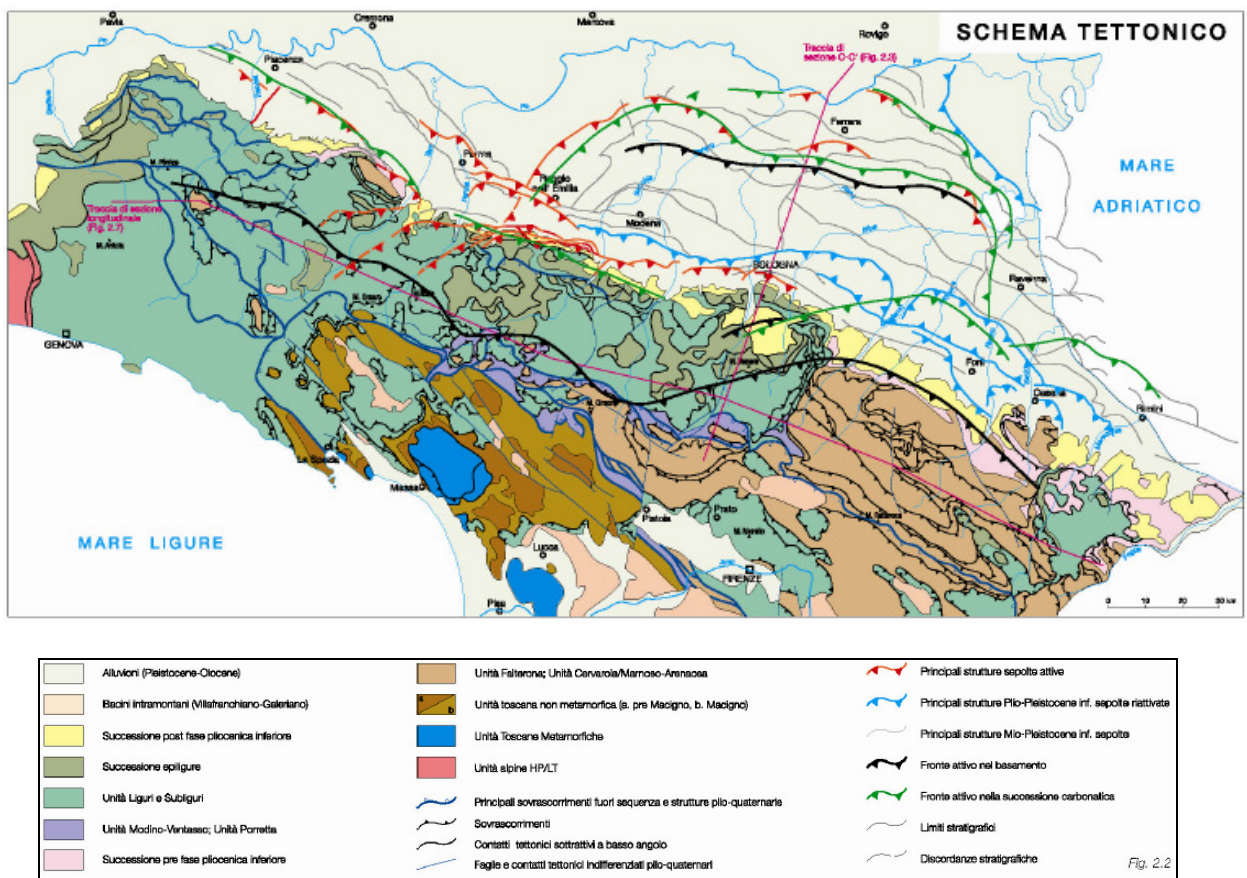
### 3. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA

#### INQUADRAMENTO GEOLOGICO E STRUTTURALE

Dal punto di vista geologico, il territorio comunale di Viano si colloca nella fascia di passaggio tra l'Alta Pianura ed il Medio Appennino e presenta ambiti geologici e geomorfologici tra loro molto differenziati; infatti, in corrispondenza della fascia geografica all'interno della quale si colloca il territorio comunale, si riscontrano variazioni significative dell'energia del rilievo.

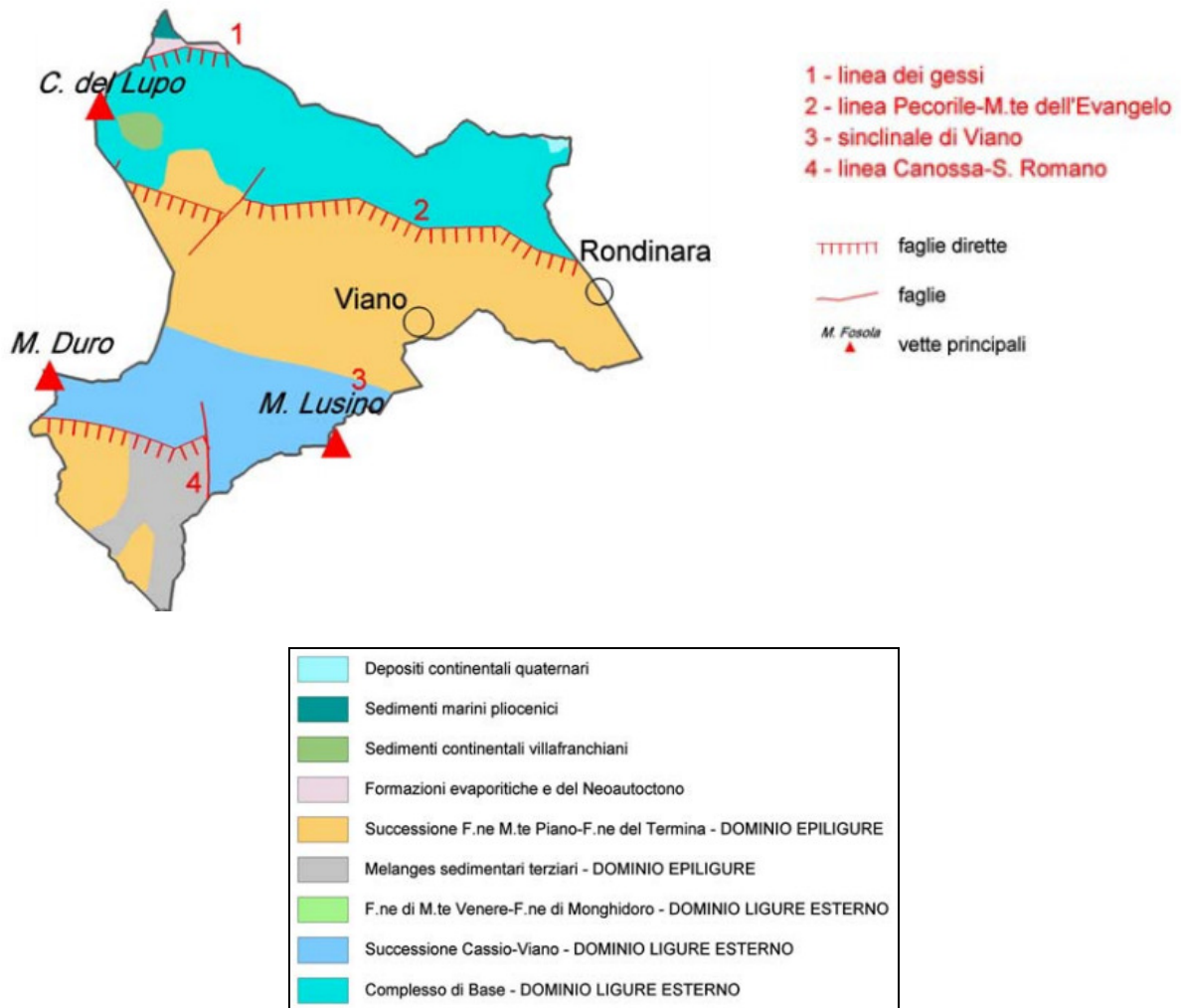
Ad influenzare l'attuale conformazione morfologica ha svolto un ruolo fondamentale la storia pluviale e deformativa dei corpi rocciosi affioranti, accorsa per la strutturazione della catena appenninica. Infatti, le Formazioni geologiche affioranti all'interno del comparto territoriale risultano particolarmente scompagnate e fratturate e, inoltre, i loro rapporti stratigrafici sono prevalentemente di natura tettonica, quando non incerta.

L'immagine riportata di seguito mostra la distribuzione delle differenti falde, o domini geologici, affioranti nell'Appennino Settentrionale, con una sensibile prevalenza delle Liguridi nella porzione occidentale e centrale, alle quali subentra la falda Toscana procedendo verso sud e la successione della Marnosa Arenacea procedendo verso est.



La distribuzione dei domini geologici all'interno del comune di Viano può essere facilmente schematizzata con la seguente immagine.





**Rappresentazione schematica relativa alla distribuzione dei Domini geologici affioranti nel territorio comunale di Viano.**

Il comparto settentrionale è contraddistinto dalla presenza dei termini ascrivibili ai Complessi di Base del Dominio Ligure, i quali, procedendo verso sud, si trovano in contatto tettonico, con i termini basali della Falda Epiligure (Formazione di Ranzano e Marne di Monte Piano).

La continuità dei termini liguri è interrotta nell'estremità occidentale, in prossimità del confine territoriale con il limitrofo Comune di Vezzano sul Crostolo, da un lembo di sottosuolo ascrivibile alla Formazione Gessoso – Solfifera, di epoca Messiniana e, procedendo verso Nord, con i terreni argillosi della Formazione delle Argille Azzurre. Tali elementi sono giunti in contatto a seguito di movimenti tettonici sub verticali a cinematismo inverso.

Procedendo verso sud, in corrispondenza dell'abitato di San Giovanni di Querciola, tornano ad affiorare termini ascrivibili al Dominio Ligure, ma differenti da quelli precedentemente descritti; infatti, in questa porzione di territorio affiora in maniera predominante la Formazione del Flysch di Montecassio (MCS).

In corrispondenza del lembo sud occidentale del territorio di Viano, infine, torna ad evidenziarsi la Successione Epiligure nei suoi termini apicali: Formazione di Pantano.

Dal punto di vista geologico – deposizionale, l'area in esame è ascrivibile al Bacino Vetto – Carpineti – Canossa e, nello specifico, al sottobacino Canossa – Viano – Castellarano.

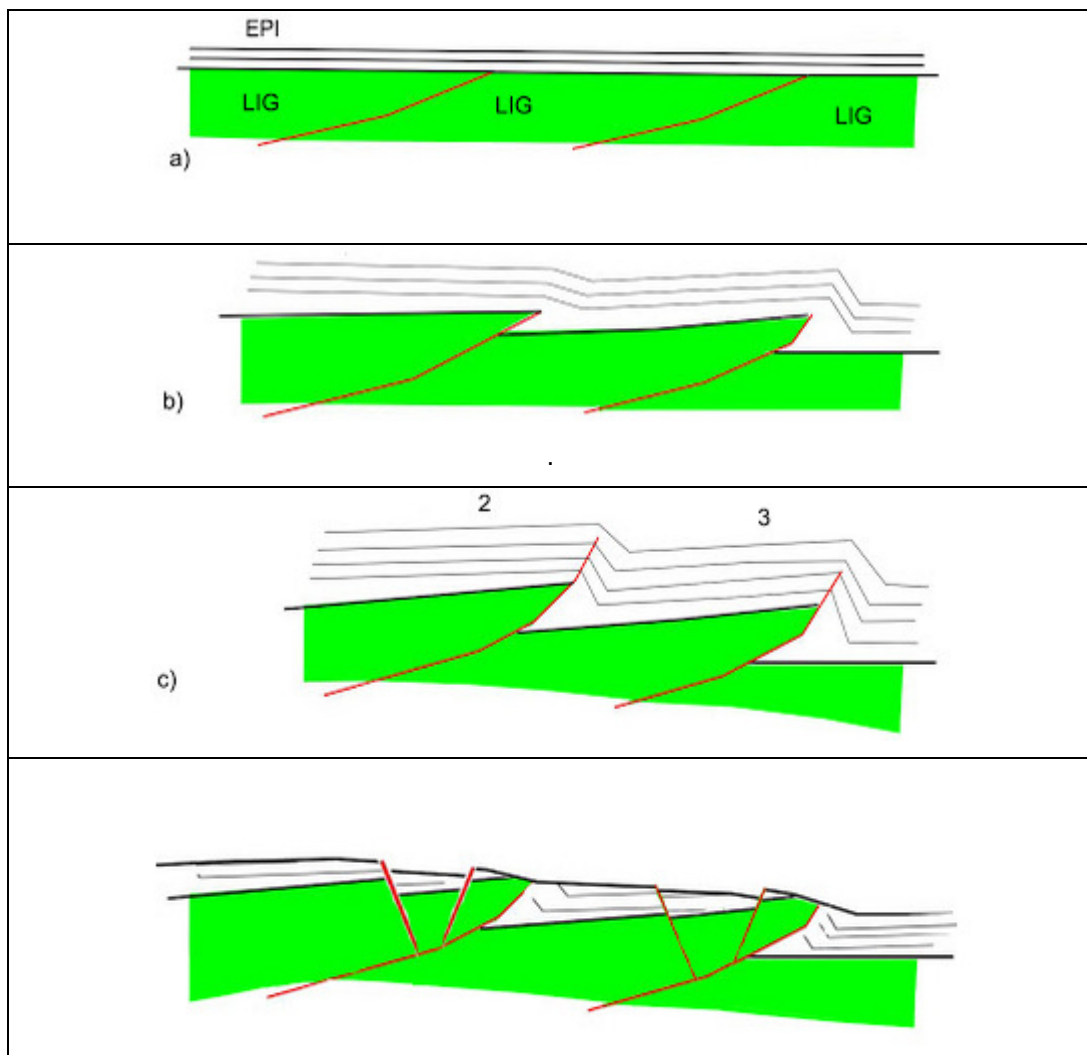
### MODELLO DEPOSIZIONALE E DEFORMATIVO DEL TERRITORIO IN ANALISI

Dopo la fase tettonica ligure, a partire dal Miocene inferiore, inizia una sedimentazione su un substrato fortemente deformato in ambiente marino piuttosto profondo, con depositi rappresentati dalla messa in posto di *mélange*, caratterizzati da corpi caotici di origine sedimentaria, la cui distribuzione è connessa alla fisiografia del bacino.

In questa situazione tettonica e sedimentaria, si delinea un bacino epiligure (episuturale) a sviluppo longitudinale ed esteso in senso appenninico, attivo già prima dell'inizio della deposizione della Formazione di Monte Piano, il quale si va a sostituire al precedente Dominio Ligure.

Sulla base degli studi paleogeografici, l'ambiente deposizionale principale della Falda Epiligure è rappresentato dalla piattaforma continentale con apporti terrigeni sia extrabacinali sia che carbonatici intrabacinali.

I processi deformativi che hanno coinvolto il dominio Ligure e quello Epiligure, può essere facilmente compreso dall'analisi delle seguenti immagini.

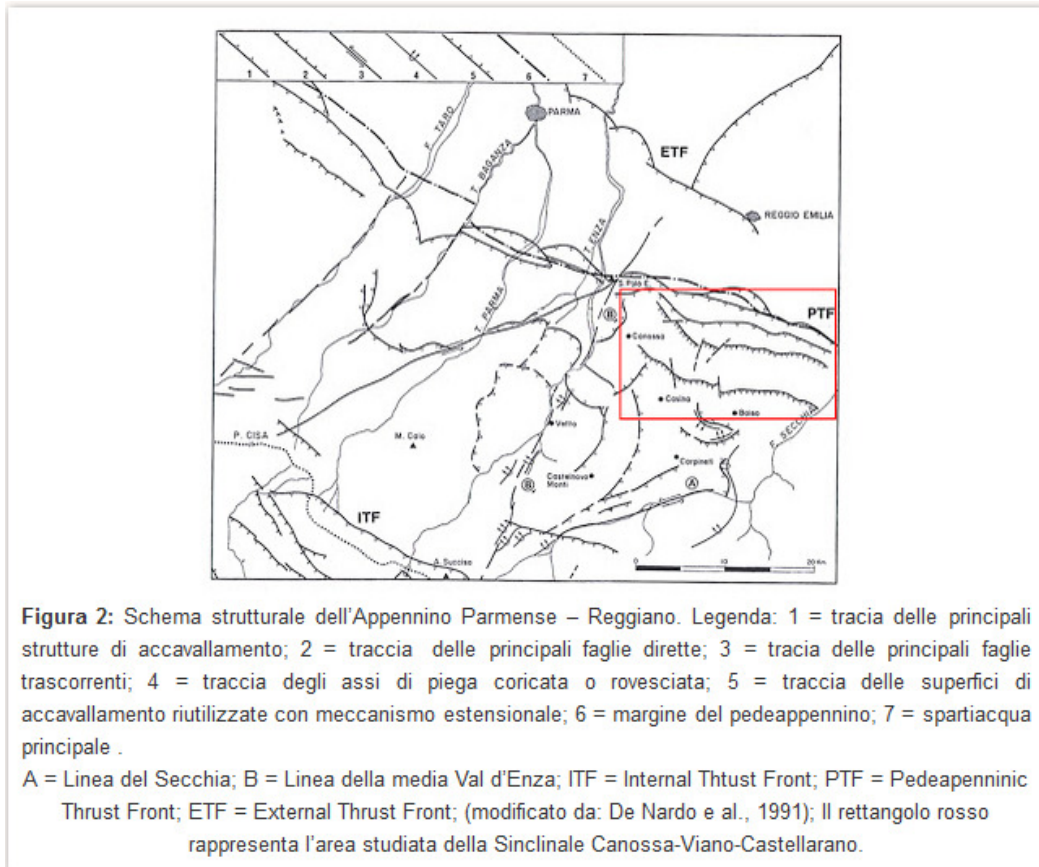


d)

**Rappresentazione schematica del modello deformativo del Dominio Epiligure.**

- a) Deposizione delle Unità Epiliguri al di sopra del Dominio Ligure. Cinematica compressiva.
- b) Disgregazione del bacino principale in sottobacini di minor estensione. Cinematica compressiva
- c) Termine fase compressiva. Sottobacini delimitati da faglie inverse e thrust.
- d) Deformazione tettonica bacino epiligure. Cinematica distensiva.

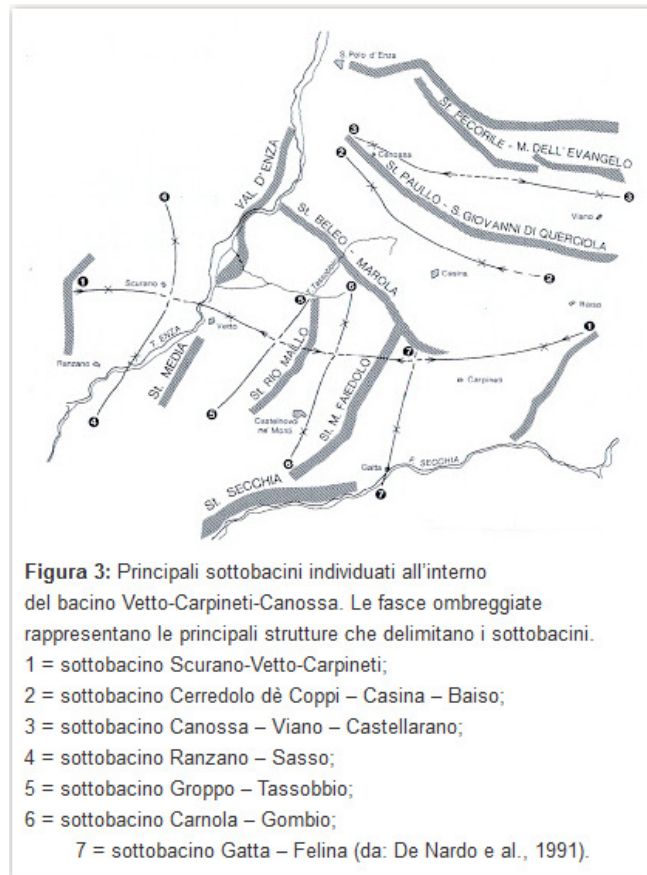
La struttura principale è rappresentata dal bacino satellite Vetto-Carpinetti-Canossa articolato in diversi sottobacini minori ed è collocato tra due principali fasci di *thrust*, ubicati rispettivamente nell'Alto Appennino (ITF) e lungo il fronte Pedeappenninico (PTF). Questi due elementi cinematici hanno giocato un ruolo importante nella strutturazione della catena, insieme ai lineamenti trasversali (linee del Secchia e dell'Enza), giocando un ruolo di svincolo tra i diversi blocchi (*tear faults*).



#### Schema strutturale Appennino Parmense – Reggiano.

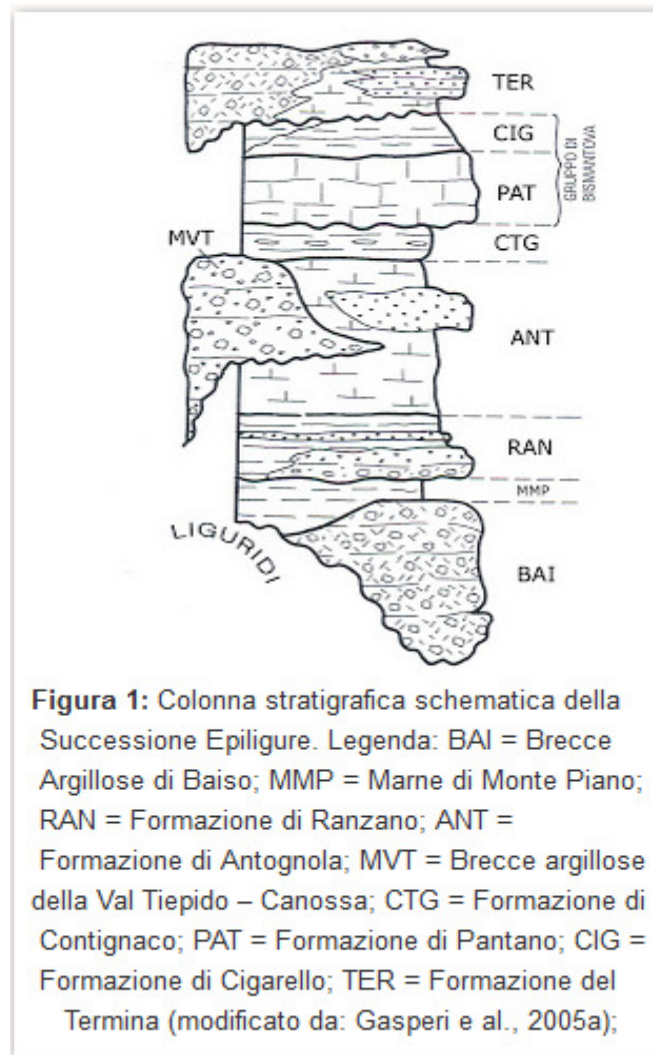
Il bacino a distribuzione appenninica è diviso in sottobacini sia a sviluppo longitudinale sia a sviluppo trasversale, delimitati da faglie ad estensione regionale. Questi bacini si sono formati a partire dall'Eocene medio, ma la loro subsidenza si è notevolmente accentuata a partire dall'Eocene superiore con la sedimentazione della Formazione di Ranzano.

I principali sottobacini presenti all'interno dell'area in esame sono rappresentati nell'immagine seguente.



**Individuazione dei principali sottobacini presenti all'interno della struttura principale Vetto - Carpinetti - Canossa.**

La classica stratigrafia della successione Epiligure Monte Piano - Ranzano - Bismantova è caratterizzata dalla sovrapposizione di unità litologiche di ambienti sedimentari differenti e variabili dalla scarpata al bacino. Le variazioni di *facies* e di composizione nella successione, insieme alle importanti discordanze e discontinuità, testimoniano la loro netta dipendenza dagli eventi tettonici che si sono succeduti nella strutturazione del prisma d'accezione.



#### Successione Epiligure.

Il limite superiore della Successione Epiligure corrisponde alla Formazione del Termina di età compresa tra il Serravaliano sup. e il Messiniano inf., escludendo tutti quei termini più recenti Plio-Quaternari.

La Successione Epiligure affiora in modo differente: la parte inferiore (le unità al di sotto del Gruppo di Bismantova) si mostrano con affioramenti molto estesi e rappresentati in prevalenza da brecce sedimentarie di vario tipo ed età. Mentre la parte superiore è relativamente più omogenea ed affiora principalmente nell'area di Canossa. Il bacino nel suo complesso mostra una distribuzione in senso appenninico ed è delimitato da importanti strutture tettoniche.

#### Caratteristiche strutturali della sinclinale

La struttura di Viano, che rappresenta l'elemento strutturale di maggior importanza della fascia pedecollinare dell'Appennino emiliano - parmense, è ubicata, con tutta probabilità, in corrispondenza di un'anticlinale sepolta costituita da terreni autoctoni terziari e presenta una direzione ONO-ESE. Si tratta, infatti, di una struttura sinforme irregolare con asse a direzione

appenninica, a tratti sinclinale sinforme orizzontale eccessivamente inclinata, presentante inclinazione della cerniera (N115°-8°) ed inclinazione del piano assiale (N280°-70°).

La sinclinale è bordata a sud e a nord dai Complessi di base dai quali, ad ogni modo, è separata da importanti dislocazioni: a sud dalla linea Canossa – San Romano e, a nord, dalla linea Pecorile – M. dell'Evangelo.

Nella sua parte centrale, ossia al nucleo è presente la Formazione di Antognola, costituita da marne e argille marnose grigie con intercalazioni di strati sabbiosi.

Dal punto di vista cinematico, la deformazione dei corpi geologici coinvolti nello sviluppo della struttura sinclinalica è avvenuta per *flexural slip* & *flexural shear*, generata da una piega parallela alla scala regionale.

### **Unità geologiche affioranti nel territorio comunale**

Nel contesto appena citato, si inserisce geograficamente e geologicamente il territorio di Viano; esso si trova sul bordo centro orientale della struttura suddetta ed omonima, presentando una serie deposizionale tipica di tale contesto paleogeografico.

La successione delle rocce sedimentarie e dei depositi quaternari affioranti all'interno del territorio comunale è rappresentata, quindi, dagli orizzonti di seguito descritti, dall'alto in basso in senso stratigrafico.

### **Serie Litostratigrafica**

#### **QUATERNARIO CONTINENTALE**

##### **DEPOSITI DI VERSANTE (Olocene non attuale ed attuale)**

Sono costituiti da materiali prevalentemente limosi – limoso argilloso sabbiosi che possono includere blocchi e massi rocciosi di dimensione variabile; questi ultimi in genere presentano disposizione caotica; formano superfici ad acclività variabile sono identificati da depositi di versante di poligenetici e da accumuli di frana di colata, debris flow, attivi e quiescenti non attivi.

##### **SUBSINTEMA DI RAVENNA (AES8) (Olocene età radiometrica della base: 11.000-8.000 anni)**

Limi sabbiosi e limi argillosi negli apparati dei torrenti minori o ghiaie in lenti entro limi, subordinate ghiaie e ghiaie sabbiose in quelli dei torrenti e fiumi principali. A tetto suoli a basso grado di alterazione con fronte di alterazione potente fino a 150 cm e parziale decarbonatazione; orizzonti superficiali di colore giallo-bruno. Nell'alta pianura su AES7b (affiorante solo in cave). Potenza fino a oltre 20 m.

##### **AES8a – UNITA' DI MODENA (Post-VI secolo dC.)**

Depositi ghiaiosi e fini. Unità definita dalla presenza di un suolo a bassissimo grado di alterazione, con profilo potente meno di 100 cm, calcareo e grigio-giallastro. Corrisponde al primo ordine dei terrazzi nelle zone intravallive. Nella pianura ricopre resti archeologici di età romana del VI secolo d.C. Potenza massima di alcuni metri (<10 m).

##### **SUBSINTEMA DI VILLA VERUCCHIO (AES7)**

Depositi prevalentemente ghiaiosi e ghiaioso-sabbiosi in ambiente intravallivo e allo sbocco dei corsi d'acqua in pianura; lateralmente limi prevalenti con subordinate ghiaie e sabbie. Base discordante su AES6 o su unità più antiche. E' interamente suddiviso in due unità. Potenza fino a 50 metri circa.

## **SUCCESSIONE DEL MARGINE APPENNINICO PADANO**

### **FORMAZIONE DELLE ARGILLE AZZURRE ) (Pliocene inf. - Pleistocene inf.?)**

Peliti grigio-azzurre massive od a stratificazione poco evidente per bioturbazione nella parte inferiore, di ambiente profondo; alternanze pelite-sabbia fine nella parte superiore, di piattaforma. Presenti macrofaune a Gasteropodi e Lamellibranchi, Coralli, ecc. Potenza variabile da poche centinaia ad oltre mille metri, non completamente rappresentata in carta. Contatto ovunque tettonico con GES; dove preservato, locale contatto inferiore in discordanza angolare su APA.

### **FORMAZIONE GESSOSO - SOLFIFERA (GES) (MESSINIANO)**

Gesso macrocristallino (selenite) in banchi, con sottili intercalazioni discontinue di peliti bituminose laminate; subordinati banchi di gesso laminato e sporadiche lenti di gesso microcristallino; presenza di lenti talora non cartografabili di peliti generalmente laminate, verdastre o color tabacco, interposte tettonicamente fra corpi gessosi lenticolari. Costituisce una fascia completamente tettonizzata, con rapporti primari di base e di tetto non conservati. Spessore stratigrafico non valutabile; spessore geometrico di alcune centinaia di metri. Ambiente evaporitico e pre-evaporitico.

## **SUCCESSIONE EPILIGURE**

### **FORMAZIONE DI PANTANO (PAT) (BURDIGALIANO P.P.? – LANGHIANO P.P.)**

Areniti, areniti marnose e peliti sabbiose a stratificazione mal distinguibile per bioturbazione, con locali ricche lalacofaune a Lamellibranchi, Gasteropodi, Coralli aermatipici. Parzialmente suddivisa nei membri basali di S.Maria, della Pietra e di M.Castellaro. potenza di oltre 400 m. contatto inferiore in discontinuità, localmente in discordanza angolare, su MCL e CTG. Ambiente di piattaforma.

#### **LITOFACIES ARENITICA (PATa)**

Areniti gradate e laminate in strati medi e sottili, alternati con peliti bioturbate, formanti litosomi lenticolari dello spessore massimo di poche decine di metri. Rappresenta isolati episodi di risedimentazione (tempestiti?).

### **MEMBRO DI SANTA MARIA (PAT4) (Langhiano)**

Areniti bioturbate a stratificazione maldistinguibile; intercalazioni di areniti in strati da sottili a spessi, risedimentati, sovente alla base dell'unità. Spessore variabile da qualche decina ad oltre cento metri. Contatto discordante su CTG; al tetto passaggio graduale alle areniti di PAT.

### **FORMAZIONE DI CONTIGNACO (CTG) (Acquitaniense terminale - Burdigaliano p.p)**

Marne a contenuto siliceo, in strati sottili e medi, di colore grigio - verdognolo con patine manganesifere di alterazione, a frattura scheggiata. Selce generalmente diffusa, localmente in noduli e liste; locali sottili livelli vulcanoclastici. Parzialmente suddivisa nei membri eteropici di Carpineti (CTG2) e Villaprara (CTG1). Potenza variabile da qualche decina di metri a 300 m. Passaggio inferiore graduale ad ANT.

### **FORMAZIONE DI ANTOGNOLA (ANT) (Rupeliano Terminale - Acquitaniense)**

Peliti e marne verdognole con patine manganesifere, a stratificazione mal distinta; locali sottili orizzonti vulcanoclastici. Vi sono intercalate le Breccie di Canossa (MVT), i Membri di Fola (ANT6) e di Iatica (ANT5) e lo Strato di Cà di Lama (cl). Potenza variabile da pochi metri a qualche centinaio di metri. Contatto su RAN generalmente discontinuo, localmente in discordanza angolare. Ambiente di scarpata e di base scarpata.

### **BRECCIE ARGILLOSE DELLA VAL TIEPIDO - CANOSSA (MVT) (Acquitaniense)**

Breccie argillose poligeniche (diamictiti) a matrice argillosa prevalentemente grigia, costituita in gran parte da clasti millimetrici di marne e peliti, recanti clasti litoidi angolari da centimetrici a metrici di dominanti calcilutiti (APA) ed arenarie (SCB) e sporadiche ofioli. Geometria lenticolare, con potenza variabile da poche decine di metri ad oltre 200 m. Parzialmente suddivise in litofacies. Si interdigita con ANT. Contatto inferiore netto le marne di ANT e in discontinuità su AVV ed AVS. Sedimentazione per colate sottomarine multiple di fango e detrito.

**LITOFACIES (MVTa)**

Caratterizzata da inclusi metrici di AVV ed AVS, raramente di MMP, LOI, ANT. Rappresenta localmente la base della formazione.

**FORMAZIONE DI RANZANO (RAN) (Priaboniano sup. - Rupeliano sup.)**

Data da più corpi sedimentari con geometria da lenticolare a tabulare e con facies deposizionali molto variabili da arenaceo-conglomeratiche a pelitico arenacee, con prevalenza delle facies grossolane nella parte inferiore e delle facies fini nella parte superiore e nel settore sud orientale. Limite inferiore netto, talora erosivo, con MMP, marcato dalla comparsa di livelli arenacei; localmente poggia direttamente sul substrato ligure. Limite superiore netto, talora discordante, con ANT, marcato dalla scomparsa dei livelli arenacei. Potenza variabile da qualche metro ad oltre 1500 m. è interamente distinta in sottunità. Origine prevalentemente torbitica; ambiente di scarpata e di bacino, con intercalazione di frane sottomarine.

**MEMBRO DI VARANO DE' MELEGARI (RAN3) (Rupeliano medio - sup.)**

Unità prevalentemente pelitico arenacea: litoareniti ben cementate di colore grigio piombo, particolarmente ricche di frammenti di rocce carbonatiche, in strati da molto sottili a spessi, talora molto spessi, con geometria sia tabulare che lenticolare. Presentano frequenti intervalli caotici. Sono presenti anche livelli ricchi di frammenti di serpentinoscisti ed altre metamorfite di alta pressione e strati sottili di vulcano areniti feldspatiche. Potenza complessiva da pochi metri a circa 600 m. Limite netto, talora discordante su RAN2; limite superiore talora discordante con ANT.

**LITOFACIES ARENACEA (RAN3c)**

Orizzonte arenaceo ricco di mica e di frammenti metamorfici di alta pressione, in strati spessi amalgamati; potenza massima di circa 100 metri.

**MEMBRO DELLA VAL PESSOLA (RAN2) (Priaboniano terminale - Rupeliano inf)**

Unità data da areniti, conglomerati e peliti in rapporti molto variabili e locali livelli caotici. Strati da medi a molto spessi, con geometria generalmente tabulare, talora lenticolare. Litoareniti grigio scure e verdastre, ricche di frammenti di serpentiniti con un aumento di frammenti di rocce carbonatiche verso l'alto, fra i minerali pesanti prevalgono il granato e la picotite. Alla base sono presenti alcuni strati con areniti grigie biancastre di composizione feldspatico-litica, riferibili al Membro del Pizzo d'Oca (RAN1). Verso est le areniti hanno composizione bimodale: agli strati con abbondanti frammenti ofiolitici si alternano strati di areniti a composizione quarzoso-feldspatiche con frammenti litici provenienti prevalentemente da rocce sedimentarie. Potenza variabile da pochi metri a quasi 1000 m. limite inferiore netto su MMP.

**LITOFACIES ARENACEO-CONGLOMERATICA (RAN2a)**

Areniti in strati spessi e molto spessi, frequentemente amalgamati, con base conglomeratica a clasti ben arrotondati anche di dimensioni decimetriche; tale litofacies, potente fino ad alcune centinaia di metri, è costituita da più corpi grossolani lenticolari, che presentano base erosiva, talora direttamente su substrato ligure.

**MARNE DI MONTEPIANO (MMP) (Luteziano Sup - Praboniano p.p.)**

Argille ed argille marnose rosate e verdi in sottili alternanze, recanti sottili strati di arenarie feldspatiche poco cementate. Verso l'alto stratigrafico, le argille rosate passano gradualmente a marne siltose grigie. Contatto netto su BAI, in discontinuità su AVI. Ambiente di scarpata.

**BRECCE ARGILLOSE DI BAISO (BAI) (Luteziano sup. - Bartoniano)**

Brecce argillose poligeniche (diamictiti) a matrice argillosa grigia, recanti inclusi di AVV, SCB, APA, MMP. Differenziati membri lateralmente eteropici a scala regionale. Potenza variabile da poche decine al centinaio di metri. Sedimentazione per colate sottomarine di fango e detrito.

**SUCCESSIONE LIGURE****ARGILLE DI VIANO (AVI) (Maastrichtiano - Paleocene inf.)**

Argille siltose ed argilliti rosso scure e grigio-bluastre in sottili alternanze, con presenza di radi strati di areniti laminate. Passaggio graduale a MCS, dato dalla diminuzione in frequenza e spessore degli orizzonti calcareo-marnosi di quest'ultimo. Sedimentazione di ambiente pelagico in prossimità o al di sotto della CCD.



**FLYSCH DI MONTE CASSIO (MCS) (Campaniano sup. - Maastrichtiano)**

Marne calcaree grigio giallastre con base di areniti calcilitiche, in strati spessi e banchi. Subordinate le intercalazioni di pacchi di strati medi e sottili arenitico-pelitici (A/P minore o uguale a 1). Potenza di circa un migliaio di metri. Contatti tettonizzati con AVV: Sedimentazione torbidityca di piana bacinale.

**FORMAZIONI PRE – FLYSCH AD ELMINTOIDI – COMPLESSI DI BASE****ARGILLE VARICOLORI DI CASSIO (AVV) (Cenomaniano – Campaniano sup.)**

Argilliti rosse e verdi sottilmente stratificate, caotiche per intensa tettonizzazione. Recano “boudins” di areniti tipo SCB e siltiti manganesifere. Presenti lenti raramente cartografa bili appartenenti all’unità dei conglomerati dei Salti del Diavolo (AVV1), costituite da conglomerati a clasti litici sedimentari, metamorfici e granitici, e strati medi e spessi arenacei silicoclastici; presenti sporadici strati medio - sottili di arenarie a composizione ofiolitica. Potenza geometrica variabile da qualche decina a qualche centinaio di metri. Contatti tettonizzati con SCB. Sedimentazione pelagica intervallata da correnti di torbidityca s.l. e flussi concentrati di locale alimentazione insubrica.

Localmente associate grandi masse ofioliti che prevalentemente rappresentate da:

- Basalti in pillow ( $\beta p$ );
- Serpentiniti (sr);
- Breccie basaltiche ( $\beta b$ );
- Breccie poligeniche con ofioliti (bo).

**ARENARIE DI SCABIAZZA (SCB) (Turoniano sup.? – Campaniano inf.)**

Areniti grigio nocciola, micacee in strati sottili, gradati, passanti a peliti grigie o varicolorate ( $AP \leq 1$ ), intensamente tettonizzate. Potenza geometrica variabile da alcune decine ad un centinaio di metri. Contatti tettonizzati con AVV. Sedimentazione torbidityca.

**ARGILLE A PALOMBINI - APA (Cretacico inf.)**

Argilliti grigio scure, tettonizzate, recanti “boudins” di calciluliti biancastre, a luoghi silicizzate, pervasivamente fratturate. Presenti basalti in “pillow”. Potenza geometrica variabile da alcune decine di metri. Contatti ovunque tettonici. Sedimentazione pelagica argillosa, intervallata da risedimentazione di fanghi carbonatici.

Presenti lembi di :

- Breccie basaltiche ( $\beta b$ );
- Arenarie e breccie ofiolitiche (bo);
- Basalti in pillow ( $\beta p$ );
- Diaspri (ds);
- Serpentiniti (sr);
- Calcari a Campionelle (CCL).

**INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO**

L'area studiata è stata interessata, in passato, da azioni modellatrici che hanno inciso e profondamente modificato le originarie morfologie. Gli agenti modificatori di maggior influenza sono stati le acque di scorrimento e la gravità, oltre all’uomo che, sia in passato sia attualmente, ha profondamente variato le forme naturali di tale parte di territorio.

La distribuzione degli effetti della gravità all’interno del comune di Viano è fortemente influenzata dal Dominio geologico affiorante; infatti, le condizioni geologiche strutturali e l’ambiente deposizionale delle Formazioni affioranti giocano un ruolo chiave nell’innescare e nello sviluppo dei movimenti gravitativi.

A seguito di studi svolti dalla Regione Emilia Romagna (1999), il territorio comunale di Viano presenta un indice di franosità, da intendersi come il rapporto tra superficie di territorio afflitto da frane e l’estensione complessiva dell’entità territoriale considerata, variabile tra il 20 ÷ 30 %.

Nello specifico, sono stati censiti 320 processi gravitativi, i quali ricoprono una superficie complessiva pari a circa 11,4 km<sup>2</sup>; di questi 180 sono classificati in stato di attività, mentre i restanti 140 sono in stato di quiescenza.

In corrispondenza del comparto comunale settentrionale, ove affiora il Dominio Ligure con i suoi Complessi di Base (Formazioni **APA**, **SCB** e **AVV**), si evince un elevato indice di franosità; tali movimenti, attualmente classificati in stato di attività, si sviluppano all'interno delle porzioni sommitali degli impluvi dei versanti, presentano forme strette ed allungate e coinvolgono indicativamente i primi 2 ÷ 5 m di sottosuolo. Le geometrie appena descritte sono usuali delle frane contraddistinte da un cinematismo per colamento di fango e detriti.

Procedendo verso valle, tali movimenti tendono a confluire ed assumere forme più tozze e gli spessori tendono ad aumentare, raggiungendo spessori medio massimi pari a 5 ÷ 8 m.

Le evidenze geomorfologiche riscontrate sul terreno, indicano, infatti, come i movimenti franosi testé descritti siano ascrivibili, secondo la classificazione di *Crudens & Varnes* (1996), alla categoria delle frane complesse, con una componente principale di colamento e scivolamento.

All'interno dei Complessi di Base, in corrispondenza del settore nord occidentale, compreso tra gli abitati di C. Lago – Casola e C. Lago di Sotto, lungo il versante declinante verso nord è presente un importante deposito di versante (a3), il quale si estende per circa 3 km. Localmente, a tale deposito si sovrappongono depositi eolici di modeste dimensioni e spessori.

Nella fascia centrale del territorio comunale di Viano, ove affiorano le Epiliguridi, l'indice di franosità rimane piuttosto elevato, ma aumenta sensibilmente il numero di processi gravitativi classificati come quiescenti, i quali, presentano dimensioni maggiori rispetto quelle classificate in stato di attività.

Gli spessori coinvolti nei movimenti gravitativi sono analoghi a quelli precedentemente descritti.

Rimanendo all'interno del Dominio Epiligure, in corrispondenza degli abitati di Regnano – Cà Ugolotti – Fondiano sono presenti emergenze geologico – geomorfologiche di rilevante importanza sia dal punto di vista scientifico che naturalistico; infatti, lungo i versanti declinanti verso est, sono presenti numerosi depositi di salsa (**e1**). Tali strutture, contraddistinte da un'elevata fluidità, sono imputabili a manifestazioni superficiali di giacimenti di idrocarburi gassosi (metano CH<sub>4</sub> e anidride carbonica CO<sub>2</sub>), i quali attraversando strati di argille, marne e falde acquifere, fanno affiorare una miscela fangosa fredda, che si stende e ricopre i versanti sottostanti. Una trattazione più completa della fenomenologia è presente nel capitolo dedicato interamente alle Salse di Regnano.

Procedendo ulteriormente verso sud, nella fascia di territorio comunale delimitata a settentrione dai toponimi Carbonoso – Casella San Pietro e San Pietro di Querciola e a meridione dal M. Mesolo – S. Giovanni di Querciola e Cà de Pazzi affiora, senza particolari interruzioni, il Flysch di Monte Cassio, ascrivibile al Dominio Ligure.

In detto comparto, l'indice di franosità si riduce drasticamente ed i processi gravitativi sono riconducibili a cause di origine tettonica-strutturale; infatti, i principali movimenti franosi si collocano in corrispondenza delle fasce di contatto tra i differenti domini geologici.

Tale corpo roccioso risulta, infatti, intrappolato e confinato tra due lembi del Dominio Epiligure, nella fattispecie a settentrione emerge la sua porzione medio basale (Formazione di Ranzano) mentre a meridione quella sommitale (Formazione di Pantano).

Lungo il margine settentrionale, il cinematismo principale dei fenomeni gravitativi risulta essere quello per colamento all'interno degli impluvi e si riscontra una distribuzione pressoché omogenea tra i processi classificati in stato di attività e quelli in stato di quiescenza; di contro, in corrispondenza della fascia meridionale, si riduce il numero complessivo dei movimenti franosi, i quali, tuttavia, presentano dimensioni più importanti e sono attualmente classificati in stato di attività.

Tra le cause predisponenti all'instabilità, occorre segnalare, inoltre, il contatto tra la Formazione del Flysch di Monte Cassio e la Formazione delle Argille Varicolori di Cassio.

Un ulteriore propaggine del Flysch di Monte Cassio affiora in maniera più scompagnata e fratturata in corrispondenza della terminazione meridionale del territorio comunale di Viano, nei pressi della località Pulpiano.

Il lembo sud occidentale di Viano, in corrispondenza degli abitati di S. Giovanni di Querciola – Predale e Cà de Pazzi, è, come detto in precedenza, contraddistinto dalla presenza della porzione sommitale della successione Epiligure. In detto comparto territoriale l'indice di franosità risulta contenuto e i principali movimenti gravitativi si collocano in corrispondenza del margine settentrionale, in prossimità del passaggio al Dominio Ligure.

Il secondo agente che ha modificato e continua a modificare, in maniera significativa, il paesaggio del territorio di Viano è l'acqua di scorrimento e di corrivazione sui pendii.

I corsi d'acqua principali presenti all'interno dell'ambito comunale sono rappresentati dal T. Tresinaro e dai suoi due affluenti di sinistra il Rio. Dorgola ed il Rio Faggiano.

Prima di immettersi nel territorio comunale di Viano, il T. Tresinaro presenta un andamento essenzialmente sud – nord est e risulta confinato all'interno di valli strette; suddetto scenario geomorfologico fa sì che il reticolo idrografico assuma una conformazione tipicamente torrentizia.

All'altezza di Cà Benale, appena all'interno del territorio comunale, avviene la confluenza del Rio Dorgola nel Tresinaro, determinando un aumento del deflusso idrico complessivo.

Procedendo ulteriormente verso nord, in prossimità del capoluogo, le acque di scorrimento incontrano termini litoidi più erodibili (Formazione di Ranzano) e subiscono una brusca deviazione verso est. Il passaggio all'interno di litotipi meno consistenti fa sì che il corso d'acqua possa ampliare il suo letto ordinario, sviluppare ampi terrazzi fluviali e assumere un aspetto pressoché meandriforme.

In corrispondenza del capoluogo, sinergicamente alla riduzione del gradiente idraulico si riscontra un aumento del potere sedimentante; a margine dell'attuale corso d'acqua si riscontra la presenza di importanti sequenze ghiaiose e ghiaioso sabbiose, le quali possono raggiungere anche i 5 ÷ 10 m di potenza.

Il torrente Tresinaro prosegue il suo percorso sconfinando all'interno del limitrofo comune di Scandiano, ne definisce il limite amministrativo tra le suddette amministrazioni comunali e all'altezza delle località Spesse – Faggiano – Rondinara, riceve in carico le acque del Rio Faggiano, il quale, a sua volta, si sviluppa nei pressi di Tabiano per la confluenza di alcuni corsi d'acqua secondari ed accessori.

Il suo andamento è pressoché parallelo a quello del T. Tresinaro ed alterna un pattern idrografico a tratti torrentizio e a tratti meandriforme.

Attualmente, tali corsi d'acqua svolgono un'azione erosiva e destabilizzante per l'equilibrio dinamico dei pendii in quanto tendono a ridurre, se non eliminare completamente, il confinamento al piede per cunei di terreno potenzialmente instabili.

Vanno, infine, menzionate tra le morfosculture principali presenti nel comune di Viano le forme rappresentate da conoidi in evoluzione; sono presenti tracce di tali corpi nei pressi degli abitati di Spesse, Ca dei Gatti e del Toponimo Isola, a valle dell'abitato di Campolungo.

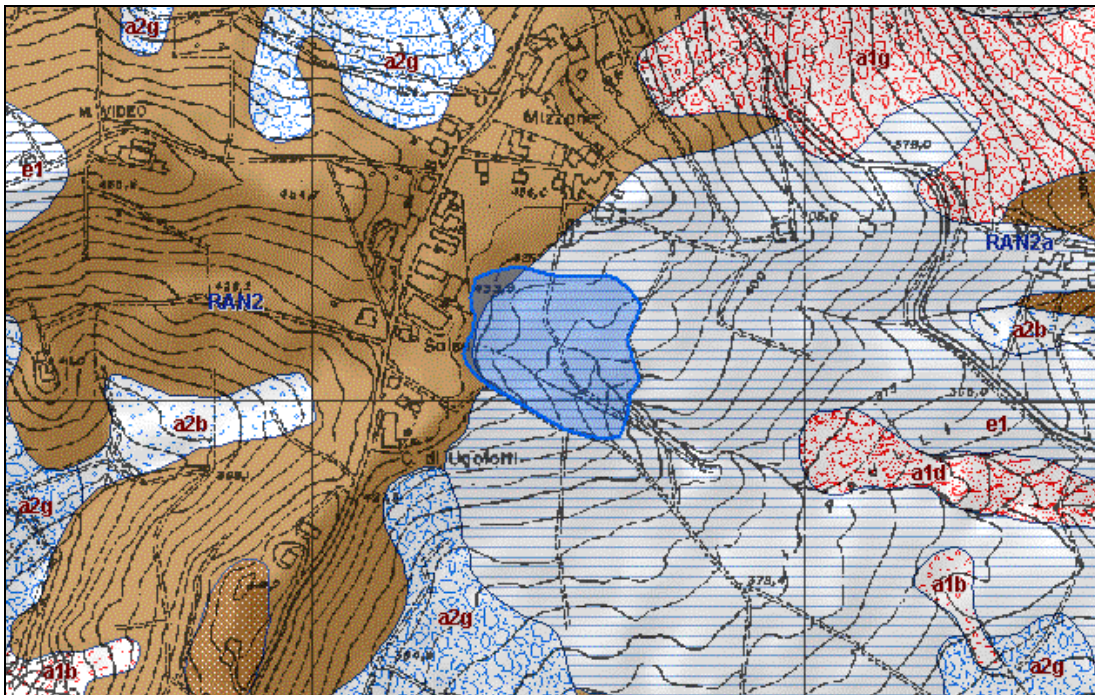
Le principali coperture quaternarie presenti all'interno del territorio vianese sono state classificate, come di seguito, all'interno **del P.S.C. Associato Viano – Carpineti:**

Dissesto o deposito superficiale		Descrizione
1	depositi morenici e da geliflusso	si tratta di sedimenti clastici caotici, eterogenei ed eterometrici, con granulometria che varia dai silts ai grandi massi, trasportati e deposti per azione dei ghiacciai, i primi, e che hanno subito alterazione "in situ" per opera dell'azione di gelo-disgelo, i secondi
2	conoidi in evoluzione	si tratta di un tipico corpo di forma tronco-conica, costituito per lo più da depositi grossolani (ghiaie e sabbie) che possono anche essere coperti in superficie da materiali più fini. È una forma in evoluzione poiché ancora attraversata dal corso d'acqua che l'ha generata e quindi suscettibile di ulteriori modificazioni
3	conoidi inattive	analoga alla precedente, si tratta però di una forma relittuale non più soggetta a modifiche per intervento del corso d'acqua che l'ha generata
4	depositi di versante s.l.	sono accumuli di detrito su versante la cui attribuzione a frane risulta incerta, mancando spesso i caratteri tipici dei dissesti; potrebbe trattarsi di lembi residuali di accumuli più estesi smantellati dall'erosione, oppure accumuli di detrito originati da ruscellamento superficiale o di soliflusso
5	frane di crollo/detriti di falda	si tratta di un accumulo di materiale lapideo caotico, eterogeneo ed eterometrico, con granulometria che varia da piccoli blocchi a grandi massi, originato per varie cause, che ha come agente di trasporto e deposizione la forza di gravità
6	frane attive	si tratta di dissesti in cui sono evidenti segni di movimenti in atto o recente, indipendentemente dall'entità e dalla velocità dello stesso; i segni possono essere molto evidenti (lesioni a manufatti, scarsa vegetazione, terreno smosso etc.), oppure percepibili attraverso strumenti di precisione; l'attività può essere continua o intermittente, ad andamento stagionale
7	frane quiescenti	si tratta di una frana senza indizi di movimento in atto o recente; i versanti interessati si presentano generalmente senza segni di movimenti in atto quindi con profili regolari, vegetazione con grado di sviluppo analogo a quello delle aree circostanti, assenza di terreno smosso e assenza di lesioni a manufatti etc.
8	scivolamenti in blocco	si tratta di un'area in dissesto generata per cause varie, ma con un'evoluzione per scivolamento sul versante di blocchi eterogenei ed eterometrici di materiale lapideo
9	depositi alluvionali in evoluzione	si tratta di sedimenti clastici eterogenei, di natura prevalentemente ghiaiosa-sabbiosa, trasportati e deposti dai corsi d'acqua nella loro evoluzione; la sedimentazione fluviale tipicamente rapida e discontinua, con condizioni di deposizione dei sedimenti variabile anche in relazione allo stato giovanile, maturo o senile del corso d'acqua determina il carattere eterogeneo dei depositi alluvionali. Si tratta di sedimenti in evoluzione che

		possono essere ripresi in carico dai corsi d'acqua e di nuovo depositi
10	depositi alluvionali terrazzati (di ordine maggiore al primo)	sono simili ai precedenti, per quanto riguarda l'origine. Non sono sede di dissesti, se non localmente ai margini; ubicandosi su versanti in pendenza e soprastanti a corsi d'acqua potrebbero essere potenzialmente interessati da fenomeni gravitativi (ad es. per erosione al piede da parte del rio sottostante)
11	depositi alluvionali terrazzati di Cà Bertacchi	sono analoghi ai precedenti, di deposizione più antica e costituiti da ciottoli alterati in matrice limosa di colore giallastro-ocraceo; il deposito pedogenizzato è da considerarsi coevo ai depositi eolici
12	depositi eluvio-colluviali	si tratta di coperture detritiche costituite da clasti eterometrici in matrice pelifica, originati per alterazione "in situ" di corpi rocciosi e a volte rimossi per brevi distanze e colluviati in conche e depressioni
13	depositi eolici	si tratta di depositi a granulometria prevalentemente limosa il cui agente di trasporto e deposizione è rappresentato dal vento. Sono sede alla sommità di un paleosuolo argilloso di colore giallo-ocraceo conservato su superfici relitte e generalmente eroso (troncato)
14	depositi di emissione di vulcani di fango (salse)	si tratta di depositi di colate fangose contenenti frammenti litoidi di dimensioni da centimetriche a decimetriche e di provenienza eterogenea. Sono manifestazioni legate alla presenza nel sottosuolo di idrocarburi che, attraverso fratture, emergono in superficie trascinando con sé acqua fangosa e salata (da qui il nome salse)
15	depositi palustri	si tratta di sedimenti a granulometria fine e a stratificazione orizzontale o sub-orizzontale; la deposizione è avvenuta in ambiente palustre
16	travertini	si tratta di depositi di carbonato di calcio precipitato in prossimità di sorgenti, intorno ad una vegetazione generalmente rigogliosa che, decomponendosi, ha lasciato moltissimi vacuoli; si osserva in affioramenti raramente estesi

### LE SALSE DI REGNANO

Le principali emergenze geologico - geomorfologiche presenti all'interno del territorio comunale di Viano sono rappresentate, senza alcun dubbio, dalle emissioni (**le salse**) presenti lungo i versanti declinanti verso est nei pressi delle località Mizzone - Regnano e Cà Ugolotti.



Localizzazione dei principali depositi di salsa attualmente attivi.

Il nome Salsa deriva dal contenuto in salsedine (componente clorurato sodica) e conseguente sapore salato della fanghiglia, con una salinità pari a 1/2-1/3 di quella marina; la presenza di sale nella fanghiglia è testimoniata dalla mancanza di vegetazione nei terreni circostanti.

Si tratta di una manifestazione superficiale di giacimenti di idrocarburi gassosi (metano CH<sub>4</sub> e anidride carbonica CO<sub>2</sub>), i quali attraversando strati di argille, marne e falde acquifere, fanno affiorare una miscela fangosa fredda.

In corrispondenza dell'emergenza di suddetta miscela fangosa, il susseguirsi di episodi lavici fa sì che il terreno assuma la conformazione a tronco di cono, tipica dei veri con vulcanici, al cui apice è presente il cratere; l'emissione priva di fumi non proviene da masse magmatiche del sottosuolo e non vi è accrescimento roccioso in superficie: i coni non sono perenni, in quanto, una volta otturati, cessano la loro attività e vengono dilavati dalla pioggia.

Nella fanghiglia talvolta sono presenti, in minima quantità, idrocarburi liquidi, i cui indizi sono rappresentati dalle striature nere nel fango; talora, tali miscele, liquide o gassose che siano, risultano infiammabili, a seconda dei rapporti tra metano e anidride carbonica.

Emissioni gassose analoghe sono riscontrabili in altre località dell'Emilia (Nirano, M. Barigazzo, Montegibbio, ecc...), tuttavia quelle di Regnano sono quelle quantitativamente più significative. Infatti, l'intensità dell'attività eruttiva è visibile dal numero e dall'altezza dei coni fangosi e dall'ampiezza della colata; le emissioni gassose avvengono di solito a intervalli di pochi secondi una dall'altra e la loro intensità e frequenza non sono costanti nel tempo e passano da fasi di quasi calma a momenti di eruzione più copiosa; la variazione dell'attività eruttiva non ha una periodicità precisa, ma dipende da fenomeni sismici che provocano l'aumento della tensione del gas.

La fuoriuscita naturale di gas metano, dalle sacche sotterranee dove è custodito, è imputabile ai movimenti di orogenesi (formazione dei rilievi) che hanno prodotto sinclinali e anticlinali (pieghe dello strato roccioso) e conseguente formazione di faglie (fratture e scorrimenti in verticale dello strato roccioso) con la creazione di condotti di collegamento tra il sottosuolo e la crosta superficiale. Una di queste pieghe e fratture (sinclinale e faglia) passa per Montebabbio-Rondinara-Tabiano-Regnano-Casola; ecco la ragione del manifestarsi della Salsa lungo questa linea (vedi Regnano e Casola Querciola, anche se quest'ultima in forma molto più ridotta).

## **INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO**

Il territorio di Viano rientra nei bacini idrografici dei Torrenti Secchia e Crostolo, e rispettivamente nei sottobacini Tresinaro, Rio Vendina e Torrente Cesolla.

Dal punto di vista idrogeologico, l'area in esame risulta costituita per la maggior parte da complessi pelitici, in cui la componente argilloso marnosa domina su quella lapidea.

Secondo quanto riportato da vari Autori, i bacini idrografici dell'Appennino reggiano sono caratterizzati da bassi valori di permeabilità, nonostante la struttura tettonica della catena sia caratterizzata da una serie di *thrusts* e di differenti unità sovrapposte. Si riscontra una quasi totale assenza di Formazioni geologiche di substrato e di coperture quaternarie, che per la loro permeabilità possano essere considerati veri e propri serbatoi acquiferi.

Lo scenario generale presenta, quindi, una serie di bacini idrogeologici di modeste dimensioni e potenzialità su scala regionale, che si traduce in un carattere estremamente locale degli acquiferi.

L'estensione limitata di suddetti serbatoi è la conseguenza di un assetto strutturale estremamente scompaginato del medesimo Appennino. Infatti, si può facilmente osservare come formazioni permeabili si trovino a contatto con materiali impermeabili, limitando o impedendo la circolazione dell'acqua nel sottosuolo.

Il secondo aspetto limitante della capacità idrica delle formazioni geologiche costituenti l'arco appenninico in generale e, in particolare, del comune di Viano è legata ad una netta dominanza dei litotipi a bassa permeabilità; e di come questa sia legata alla componente minoritaria della stessa struttura idrogeologica. Nonostante tutto, le componenti litoidi presentano una buona permeabilità secondaria, in quanto estremamente fessurate e fratturate.

A testimonianza di quanto appena esposto, nell'ambito territoriale in analisi, infatti, sono presenti unità litologiche a prevalente componente argillosa (Argille a Palombini, Argille Varicolori, Melanges sedimentari, ecc....) contraddistinte da una permeabilità pressoché nulla; ad esse si aggiungono formazioni per lo più costituite da Flysch (di vario tipo, arenacei, calcarei, marnosi etc.) che hanno sempre una frazione argillosa rilevante, come interstrato o cemento, che impedisce una circolazione idrica significativa, anche laddove la fratturazione tettonica è più intensa. La circolazione idrica si attiva solo superficialmente dove è presente una coltre alterata e dove la decompressione degli ammassi è più consistente. Questi dati sono suffragati dal fatto che nei Flysch dell'Appennino reggiano sono assenti sorgenti perenni di portata superiore a 10 l/sec, che scaturiscano direttamente da questo tipo di rocce.

Di seguito si riporta la tabella riepilogativa delle principali Formazioni geologiche affioranti all'interno del territorio comunale di Viano classificate in base al grado di permeabilità.

FORMAZIONI DEL SUBSTRATO		PERMEABILITA'				
		Alta	Media	Bassa	Trascurabile	
S Q Q	Argille a Palombini				V	
	Arenarie di Scabiazza			V		
		Argille Varicolori				V
		Flysch di Monte Cassio		V		
		Argille di Viano				V
		Formazione di Monte Venere		V		
Formazione di Monghidoro			V			
EPIIGURIDI	Melange di Baiso				V	
	Melange di Costa dei Buoi				V	
	Formazione di M.te Piano				V	
	Formazione di Ranzano	V				
	Melange di Grassano				V	
	Formazione di Antognola				V	
	Formazione di Bismantova	V				
Neofaunation O	Formazione Gessoso-solfifera		V			
	Argille di Lugagnano				V	

**Estratto PSC Viano - Carpineti: grado di permeabilità delle principali Formazioni geologiche affioranti all'interno del territorio comunale di Viano.**

I depositi superficiali, derivanti da processi geomorfologici e/o antropici, caratterizzanti il primo sottosuolo, costituiscono potenziali serbatoi idrogeologici ad elevata permeabilità, la cui ricarica e capacità sono direttamente proporzionali alle condizioni meteoriche.

Di seguito, si riporta la classificazione delle principali coperture quaternarie presenti all'interno del territorio comunale di Viano sulla base del grado di permeabilità.



DEPOSITI SUPERFICIALI	PERMEABILITA'			
	Alta	Media	Bassa	Trascurabile
depositi morenici e da geliflusso		v		
conoidi in evoluzione	v			
conoidi inattive	v			
depositi di versante s.l.	v			
frane di crollo/detriti di falda	v			
frane attive	grado di permeabilità variabile			
frane quiescenti	grado di permeabilità variabile			
scivolamenti in blocco	v			
depositi alluvionali in evoluzione	v			
depositi alluvionali terrazzati (di ordine maggiore del precedente)	v			
depositi alluvionali terrazzati di Cà Bertacchi	v			
depositi eluvio-colluviali	v			
depositi eolici	v			
depositi di emissione di vulcani di fango (salse)				v
depositi palustri				v
travertini	v			

**Estratto PSC Viano – Carpineti: grado di permeabilità delle principali coperture quaternarie presenti all'interno del territorio comunale di Viano.**

Un esempio di emergenza idrica è rappresentata dalla fontana del "Pilastro", posta sulla carrabile tra Regnano e S. Giovanni Querciola, prima della deviazione per S. Pietro di Querciola; dalle analisi effettuate per comprenderne il chimismo è emerso, inoltre, come questa rappresenti una miscela binaria tra le acque circolanti all'interno del Monte Pilastro e quelle interne al Monte Mesolo.

## 4. DATI GEOTECNICI E GEOFISICI

Per determinare le velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio  $V_s$ , delle unità litotecniche che costituiscono i primi 40 ÷ 60 m del sottosuolo, sono state effettuate prospezioni geofisiche a rifrazione con metodo integrato attivo/passivo *Multichannel Analysis Surface Waves - Refraction Microtremor Linear Array* (M.A.S.W. - Re.Mi.), mediante stendimenti ad antenna monodimensionale con lunghezza di 46 - 69 m, integrate da verticali puntuali a stazione singola con acquisizione di microtremori con metodo *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (HVSR).

Dette indagini, sono state distribuite sul territorio in funzione delle analisi con finalità di caratterizzazione sismica delle aree urbanizzate, degli ambiti suscettibili di urbanizzazione e delle principali infrastrutture; oltre a ciò sono state effettuate verticali di acquisizione delle onde sismiche di taglio anche in altri siti al fine di individuare i valori di propagazione delle onde sismiche di taglio di alcuni tipi di roccia in condizioni di substrato litologico affiorante.

### PIANO E METODOLOGIA D'INDAGINE

#### *Indagine geognostica (dati raccolti)*

- n°135 CPT
- n°52 DPSH
- n°19 DPH
- n°169 DPM
- n°24 DPL
- n°64 SCPT
- n°5 Sondaggi meccanici
- n°5 Trincee esplorative

#### *Prospezioni geofisiche*

Al fine di determinare la categoria del suolo di fondazione, valutare lo schema sismo-stratigrafico e ricavare i parametri di microzonazione sismica dell'area in oggetto sono state eseguite le seguenti indagini:

- **Raccolta delle prospezioni geofisiche (a stazione singola o lineari)** eseguite all'interno del territorio comunale di Viano, a seguito dell'introduzione della normativa in materia di analisi sismica. Nello specifico, sono state raccolte e considerate le seguenti indagini geofisiche:
  - n° 17 M.A.S.W.
  - N° 7 HVSR
- **n° 13 Stendimenti sismici integrati Re.Mi. - M.A.S.W. di nuova esecuzione**, effettuati utilizzando un sismografo digitale a 24 canali ad elevata dinamica MAE, attrezzato con 24

geofoni verticali con frequenza propria di 4,5 Hz, disposti ad interasse variabile tra 2,0 ÷ 3,0 m per una lunghezza totale di indagine comprese tra 46 ÷ 69 m. L'acquisizione dei microtremori ambientali è stata eseguita effettuando una decina di registrazioni della durata di 44 sec con una frequenza di campionamento di 500 Hz; la prospezione MASW è stata effettuata mediante 7 battute all'esterno dello stendimento.

- **n° 17 Indagini a stazione singola**, distribuite all'interno del territorio comunale, con acquisizione di microtremori ambientali, sono state eseguite utilizzando un sismometro TROMINO ad elevata dinamica (24 bits) attrezzato con geofono tridirezionale da 4,5 Hz di frequenza propria. Le acquisizioni sono state eseguite campionando il segnale a 200 Hz per una durata di circa 25 minuti.

### **Specifiche relative all'analisi della prospezione integrata Re.Mi. – M.A.S.W.**

Nella procedura del "metodo attivo" le onde superficiali sono generate mediante una sorgente impulsiva disposta a piano campagna e sono registrate da uno stendimento lineare costituito da ricevitori posti a distanza variabile.

Nell'esecuzione della prova M.A.S.W. (attiva) è stato utilizzato come sistema di energizzazione una mazza di 10 Kg battente su piattello metallico. La sorgente è stata posta ad una distanza di 6 e 10 m dal primo geofono (*"Optimum Field Parameters of an MASW Survey"*, Park et al., 2005; Dal Moro, 2008).

Il procedimento del "metodo passivo" presenta caratteristiche geometriche dello stendimento uguali a quelle del sistema attivo ma i ricevitori non registrano le onde superficiali prodotte da una sorgente impulsiva, bensì il rumore di fondo (microtremore) prodotto da sorgenti naturali (vento) e antropiche (traffico, attività industriali).

Per l'acquisizione dei microtremori ambientali (Re.Mi) sono state effettuate venti registrazioni della durata di 44 secondi con una frequenza di campionamento di 500 Hz.

Le due tecniche esaminano bande spettrali differenti: il metodo attivo consente di acquisire in modo dettagliato una curva di dispersione nel range di frequenza compreso tra 10 ÷ 40 Hz e fornisce informazioni relative alla parte più superficiale del sottosuolo (fino a circa 10-20 m di profondità); il metodo passivo permette di determinare e definire una curva di dispersione nelle bande di frequenza tra 2 ÷ 20 Hz e fornisce informazioni sugli strati più profondi.

La combinazione delle due tecniche consente di ottenere uno spettro completo nella banda di frequenza comprese tra 2 e 40 Hz e permette una dettagliata ricostruzione dell'andamento della velocità delle onde di taglio fino a circa 40-70/100 m di profondità, in funzione della lunghezza dello stendimento e del grado di rigidità dei terreni.

I risultati ottenuti ed i relativi diagrammi di elaborazione sono visualizzati nelle allegate schede "prospezioni geofisiche integrate MASW-Re.Mi.", riportanti la curva di dispersione Re.Mi e quella M.A.S.W. ed il relativo modello interpretativo.

### Specifiche relative alle indagini a stazione singola

Tali dati sono stati elaborati con la tecnica HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) utilizzando il programma *Geopsy*.

L'elaborazione HVSR dei dati acquisiti ha evidenziato i risultati riportati nelle allegate schede "Indagine HVSR" in cui la linea rossa continua in grassetto evidenzia la media delle finestre di calcolo, mentre le linee nere più sottili rappresentano l'intervallo di confidenza al 90% rispetto alla media calcolata.

### Specifiche relative all'inserimento dei dati geognostici e dei parametri geofisici all'interno del Software di Microzonazione Sismica.

A seguito della raccolta bibliografica delle prove geognostiche e delle prospezioni geofisiche depositate all'Ufficio tecnico di Viano tra il 1999 ed il corrente anno, si è provveduto alla discretizzazione delle singole unità litomeccaniche e dei sismo-orizzonti per poter sviluppare il database del Software di Microzonazione sismica.

Quindi, sulla base della tipologia di indagini si è provveduto ad inserire i seguenti parametri:

#### Indagini geognostiche:

Tipologia di prova	Parametro	Sigla soft MZS
<b>Statica: CPT</b>	qc (resistenza alla punta)	QC
	Fs (resistenza ad attrito laterale locale)	FS
<b>Dinamica Leggera: DL</b>	numero di colpi da prove dinamiche leggere Ndl	PTL
<b>Dinamica Media: DN</b>	numero di colpi da prove dinamiche medie Ndm	PTM
<b>Dinamica Pesante: DP</b>	numero di colpi da prove dinamiche pesanti Ndp	SPT
<b>Dinamica Super Pesante: DS</b>	numero di colpi da prove dinamiche super pesanti Nds	PTS
<b>Prova SPT: SPT</b>	numero di colpi da prove SPT	PT

Durante la raccolta dati, sono state acquisite anche indagini geognostiche di tipo SCPT; tale tipologia d'indagine è accettata dal *Software* d'inserimento dati ma il parametro d'inserimento richiesto (N15) era differente da quanto restituito negli elaborati grafici relativi ai diagrammi penetrometrici (N30), quindi, al fine di non accentuare ulteriormente la componente soggettiva di analisi e discretizzazione delle prove si è scelto di inserire il numero di colpi per avanzamento di 30 cm, specificando all'interno del campo "note" della voce parametri geotecnici tale concetto.

Tutti i parametri inseriti all'interno del database rappresentano dei valori medio caratteristici, ponderati sulla base della litologia e del sottosuolo in esame.

**Prospezioni geofisiche:**

Tipologia di prova	Parametro	Sigla soft MZS
Re.Mi.	Velocità onde S	VS
M.A.S.W.	Velocità onde S	VS
HVSR	frequenza risonanza F0	FR

**5. MODELLO DEL SOTTOSUOLO**

Come descritto in precedenza, all'interno del territorio comunale di Viano affiorano tutti i principali domini geologici dell'Appennino emiliano; infatti, il settore settentrionale è contraddistinto dalla presenza di termini litoidi ascrivibili ai Complessi di base, quindi prevalentemente argillosi; il comparto centrale è caratterizzato dall'affioramento dei termini medio – basali della Successione Epiligure, di natura litologica e geotecnica assai differenziata; il settore meridionale è caratterizzato da un esteso ed importante affioramento della Formazione del Flysch di Monte Cassio, appartenente al Dominio Ligure. Infine, si segnala, in corrispondenza della terminazione meridionale del territorio comunale di Viano, in prossimità del limitrofo Comune di Carpineti, la presenza dei termini medio sommitali della Successione Epiligure, prevalentemente arenitici.

Dal punto di vista geomorfologico, la gravità ha impostato i principali dissesti all'interno delle formazioni geologiche a comportamento prettamente coesivo, registrando l'indice di franosità più elevato in corrispondenza dei termini ascrivibili ai Complessi di base (Formazioni **APA**, **SCB** e **AVV**).

Le evidenze geomorfologiche riscontrate sul terreno, indicano, infatti, come i movimenti franosi testé descritti siano ascrivibili, secondo la classificazione di *Crudens & Varnes* (1996), alla categoria delle frane complesse, con una componente principale di colamento e scivolamento. I fenomeni gravitativi, ovviamente presentati settori di debolezza del territorio in oggetto, sono contraddistinti da terreni geotecnicamente rimaneggiati e a bassa velocità delle onde sismiche di taglio.

Le coperture quaternarie presenti risultano assai differenziate per litologia e spessore: si riscontrano significativi depositi di versante (**a4** e **a3**) sia nel comparto meridionale che settentrionale; sono diffusi e presenti i depositi eolici spesso sovrapposti o adiacenti ai precedenti; si rileva, inoltre, nella porzione centro settentrionale del territorio comunale, la presenza di depositi di salsina.

Detti elementi geomorfologici presentano caratteristiche geotecniche e sismiche spesso assai peculiari; l'eventuale sviluppo urbanistico deve essere avvalorato da approfonditi studi geognostici e geofisici.

I vari tipi di substrato geologico, ad esclusione del Membro delle Arenarie di Santa Maria (**PAT4**), ascrivibile alla Formazione di Pantano (**PAT**), sulla base delle indagini geognostiche recuperate in bibliografia, congiuntamente alle prospezioni geofisiche pregresse e di nuova

realizzazione, si presentano, nella loro porzione superficiale (seppure contraddistinta da buona consistenza meccanica), intensamente fratturati e decompressi; le analisi di tipo geofisico confermano detto concetto, evidenziando, per la quasi totalità dei substrati pseudo affioranti, l'inserimento di questi all'interno della classe stabile suscettibile di amplificazione.

## **6. INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE**

E' opportuno soffermarsi sul grado di interpretazione dei dati analizzati e sulle incertezze intrinseche dei metodi utilizzati e delle ricostruzioni effettuate, che assumono carattere soggettivo.

Meritano di essere sottolineati i seguenti aspetti:

- Le indagini geognostiche hanno consentito di definire con buon grado di dettaglio i valori di coesione non drenata nei litotipi più fini a comportamento coesivo e, in corrispondenza dei termini più grossolani, la corretta stima dell'angolo d'attrito. Gli altri parametri geotecnici presentati all'interno del suddetto documento tecnico sono stati desunti mediante correlazioni empiriche, ben note in letteratura, e dall'analisi comparativa di prove di laboratorio eseguite su campioni indisturbati prelevati su terreni ascrivibili al medesimo contesto geologico - geomorfologico.
- L'esecuzione di prospezioni geofisiche di superficie (Re.Mi. - M.A.S.W.) presenta fisiologicamente un margine di errore noto in letteratura, oltre ad un alone di soggettività dipendente dalle scelte del soggetto elaboratore; tuttavia, quanto emerso da suddette analisi, conferma quanto individuato dalle indagini geognostiche.  
L'esecuzione di tale indagine integrata consente di definire con buon grado di dettaglio i primi metri di sottosuolo mediante le prospezioni di tipo attivo (M.A.S.W.) le quali tendono a diventare meno precise con l'aumentare della profondità, ove invece le prospezioni geofisiche passive (Re.Mi.) aumentano di risoluzione.
- Oltre al margine di errore naturalmente intrinseco alle metodologie d'indagine descritto in precedenza, il quale risulta generalmente compreso tra il 20 ÷ 25 % per le prospezioni Re.Mi. - M.A.S.W e sino al 50 % per le elaborazioni mediante inversione degli HVSR, occorre segnalare la presenza di più tecnici addetti all'elaborazione delle acquisizioni. Tali condizioni hanno determinato un aumento dei margini d'incertezza nell'attribuzione del comportamento del terreno in caso di sollecitazione dinamica in quanto, a parità di contesto geologico - geomorfologico e di condizioni topografiche, si sono riscontrati profili sismo-stratigrafici estremamente contraddittori. Si è, quindi, provveduto a dare maggiore importanza alle elaborazioni realizzate con tecniche ed interpretazioni presentanti il minor grado d'incertezza e con risultati maggiormente attinenti alla situazione geologico sismica.

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

### **PROSPEZIONI INTEGRATE RE.MI. – M.A.S.W.**

Nella procedura del “metodo attivo” le onde superficiali sono generate mediante una sorgente impulsiva disposta a piano campagna e sono registrate da uno stendimento lineare costituito da ricevitori posti a distanza variabile.

Nell'esecuzione della prova M.A.S.W. (attiva) è stato utilizzato come sistema di energizzazione una mazza di 10 Kg battente su piattello metallico. La sorgente è stata posta ad una distanza di 6 e 10 m dal primo geofono (“Optimum Field Parameters of an MASW Survey”, Park et al., 2005; Dal Moro, 2008).

Il procedimento del “metodo passivo” presenta caratteristiche geometriche dello stendimento uguali a quelle del sistema attivo ma i ricevitori non registrano le onde superficiali prodotte da una sorgente impulsiva, bensì il rumore di fondo (microtremore) prodotto da sorgenti naturali (vento) e antropiche (traffico, attività industriali).

Per l'acquisizione dei microtremori ambientali (Re.Mi) sono state effettuate venti registrazioni della durata di 44 sec con una frequenza di campionamento di 500 Hz.

Le due tecniche esaminano bande spettrali differenti: il metodo attivo consente di acquisire in modo dettagliato una curva di dispersione nel range di frequenza compreso tra 10 ÷ 40 Hz e fornisce informazioni relative alla parte più superficiale del sottosuolo (fino a circa 10-20 m di profondità); il metodo passivo permette di determinare e definire una curva di dispersione nelle bande di frequenza tra 2 ÷ 20 Hz e fornisce informazioni sugli strati più profondi.

La combinazione delle due tecniche consente di ottenere uno spettro completo nella banda di frequenza comprese tra 2 e 40 Hz e permette una dettagliata ricostruzione dell'andamento della velocità delle onde di taglio fino a circa 40-60/80 m di profondità, in funzione della lunghezza dello stendimento e del grado di rigidità dei terreni.

I risultati ottenuti ed i relativi diagrammi di elaborazione sono visualizzati nelle allegate schede “prospezioni geofisiche integrate MASW-Re.Mi.”, riportanti la curva di dispersione Re.Mi. e quella M.A.S.W. ed il relativo modello interpretativo.

### **INDAGINI A STAZIONE SINGOLA HVSR**

Le indagini geofisiche precedentemente effettuate da AA/VV, 8 verticali a stazione singola con acquisizione di microtremori HVSR, indagini geognostiche, anche se prevalentemente localizzate in corrispondenza delle zone urbanizzate, in funzione della variabilità dei litotipi che contraddistinguono il sottosuolo dei siti di indagine esaminati, hanno consentito di individuare le caratteristiche dinamiche e litomeccaniche generali degli orizzonti che costituiscono le coperture detritiche e le zone in presenza di substrato roccioso detensionato, le proprietà del substrato.

Nel contesto delle indagini effettuate, relativamente alle analisi di approfondimento di primo livello, sono risultate significativamente efficienti le verticali con acquisizione di microtremori con stazione singola HVSR direttamente eseguite. I dati ottenuti dalle elaborazioni di queste ultime consentono infatti di definire le modalità di vibrazione del terreno ed individuare sia la frequenza di risonanza ( $F_0$ ) che l'ampiezza ( $A$ ) dei rapporti spettrali in corrispondenza delle frequenze.

Tali dati sono stati elaborati con la tecnica HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) utilizzando il programma *Geopsy*.

L'elaborazione HVSR dei dati acquisiti ha evidenziato i risultati riportati nelle allegate schede "Indagine HVSR" in cui la linea nera continua in grassetto evidenzia la media delle finestre di calcolo, mentre le linee nere più sottili rappresentano l'intervallo di confidenza al 90% rispetto alla media calcolata.

Considerando che sussiste una correlazione diretta (anche se non lineare) tra i fenomeni di "risonanza" e l'amplificazione del moto del suolo in concomitanza di sollecitazione sismica (effetti di sito), risulta evidente l'utilità di detta tipologia di indagine per individuare, come previsto dal primo livello di approfondimento degli Indirizzi e Criteri di Microzonazione Sismica, le aree con comportamento sismico omogeneo - equivalente.

Per meglio evidenziare possibili congruenze tra i risultati, i valori Frequenza/Ampiezza rilevati sono stati associati, in termini di frequenza di ampiezza del picco HVSR, nelle seguenti classi:

<b>Frequenze Hz</b>	<b>Ampiezze A</b>
$0,5 < F_0 < 1$	$A < 2$
$1 < F_0 < 2$	$2,0 < A < 3,0$
$2 < F_0 \leq 3$	$3,0 < A \leq 5,0$
$3 < F_0 \leq 5$	
$5 < F_0 \leq 10$	
$10 < F_0 \leq 15$	

Dette associazioni sono state riportate nella "Carte delle Frequenze Naturali del Terreno"; le misure sono state identificate tramite una serie di simboli con colori e dimensioni differenti. Il colore è correlato alle diverse classi di frequenza mentre la dimensione alla classe di ampiezza.

Mediante questa indicizzazione dei risultati è stato possibile valutare la distribuzione delle classi di frequenza e ampiezza sul territorio ed effettuare alcune considerazioni qualitative sull'area oggetto di studio.

Al fine di semplificare l'analisi dei dati ottenuti e la comprensione dei medesimi si è deciso di articolare la discussione per ambiti urbano - territoriale.



### Ambito Casola – Querciola

All'interno di suddetto ambito sono state realizzate due acquisizioni a stazione singola con acquisizione di microtremori, distanziante l'una dall'altra circa 200 m.

Entrambe le misurazioni sono state eseguite all'interno di depositi di versante (a3), impostati su substrati rocciosi differenti, ascrivibili, nello specifico, alle seguenti Formazioni geologiche: Argille Vari Colori (AVV) per quanto riguarda HVSR13 e Formazione di Ranzano, nel suo Membro Val Pessola (RAN2) nel caso di HVSR14.

Le elaborazioni eseguite mostrano differenze piuttosto significative nell'individuazione del picco di vibrazione fondamentale ma ampiezze piuttosto analoghe.

	<b>F<sub>0</sub> [Hz]</b>	<b>A<sub>0</sub></b>	<b>Contesto geomorfologico</b>
HVSR13	2,65	2,19	a3 su AVV
HVSR14	6,05	2,16	a3 su Ran2

### Ambito Cà Bertacchi

All'interno di tale sviluppo urbano, contraddistinto dalla presenza della Formazione delle Breccie Argillose della Val Tiepido Canossa (MVT) si è scelto di analizzare il periodo di vibrazione fondamentale di tale corpo geologico in condizioni di affioramento e di copertura di versante (a3).

L'acquisizione svolta all'interno del deposito di versante è stata realizzata in corrispondenza del comparto mediano al fine di analizzarne gli spessori maggiori.

Le elaborazioni hanno evidenziato periodi di vibrazione fondamentale e ampiezze piuttosto analoghe.

	<b>F<sub>0</sub> [Hz]</b>	<b>A<sub>0</sub></b>	<b>Contesto geomorfologico</b>
HVSR11	4,70	1,56	a3 su MVT
HVSR12	3,66	1,74	MVT

### Ambito Regnano - Tabiano

Tali località si collocano in corrispondenza del comparto territoriale del Comune di Viano ove affiora in maniera significativa la porzione basale della Successione Epiligure attraverso la Formazione di Ranzano nel suo Membro della Val Pessola (RAN2) e la sua litofacies pelitico sabbiosa (RAN2a).

In corrispondenza della località Regnano, una delle acquisizioni realizzate, inoltre, ha interessato la porzione sommitale del deposito di salsa, il quale si estende nel versante declinante verso est alle spalle dell'Ufficio del Turismo.

Di seguito sono riportate le risultanze:

	<b>località</b>	<b>F<sub>0</sub> [Hz]</b>	<b>A<sub>0</sub></b>	<b>Contesto geomorfologico</b>
HVSR15	Mizzone	1,71	2,07	e1 su RAN2
HVSR16	Mizzone	5,42	2,62	RAN2
HVSR20	Tabiano	10,95	3,17	RAN2
HVSR26	Cortovedola	0,94	1,50	RAN2a

Le elaborazioni mostrano frequenze fondamentali piuttosto differenti ma ampiezze piuttosto analoghe. Molto particolare risulta il dato ricavabile dall'indagine HVSR20, probabilmente correlabile a presenza di riporti e/o a disturbi ambientali.

### Ambito San Giovanni di Querciola

All'interno di tale contesto territoriale sono state indagate due differenti formazioni geologiche, entrambe ascrivibili al Dominio Ligure.

Nello specifico sono state indagate la Formazione del Flysch di Monte Cassio e le Argille Vari Colori; in quest'ultimo caso si segnala la presenza di copertura (a4).

	<b>F<sub>0</sub> [Hz]</b>	<b>A<sub>0</sub></b>	<b>Contesto geomorfologico</b>
HVSR17	10,55	1,70	MCS
HVSR18	4,98	2,70	a4 su AVV

La frequenza di vibrazione fondamentale rilevata in corrispondenza di HVSR17 fa supporre la presenza di contrasto d'impedenza piuttosto superficiale.

### Ambito Pulpiano

In corrispondenza di tale comparto territoriale è stata eseguita un'acquisizione HVSR all'interno di un deposito eolico (d1) impostato sopra la Formazione delle Arenarie di Scabiazza (SCB).

	<b>F<sub>0</sub> [Hz]</b>	<b>A<sub>0</sub></b>	<b>Contesto geomorfologico</b>
HVSR19	3,52	1,68	d1 su SCB

### Ambito Spesse

All'interno dell'ambito in analisi è stata eseguita una singola misurazione a stazione singola effettuata sulla Formazione del Flysch di Monte Cassio (MCS).

Le risultanze ottenute sono di seguito esposte.

	<b>F<sub>0</sub> [Hz]</b>	<b>A<sub>0</sub></b>	<b>Contesto geomorfologico</b>
HVSR21	4,41	3,81	MCS

### Ambito Capoluogo

All'interno di suddetto ambito è stato analizzato il comportamento in campo dinamico del Membro di Varano de Melegari (RAN3), ascrivibile alla Formazione di Ranzano in condizioni di affioramento e di copertura (terrazzo fluviale AES8a).

In merito all'acquisizione HVSR25, si precisa che è stata eseguita all'interno degli studi di fattibilità geologica geotecnica e sismica realizzati dallo Scrivente e riutilizzata all'interno del presente studio di Microzonazione sismica. Le risultanze sono, quindi, consultabili anche all'interno del documento tecnico "Indagine di fattibilità geologica geotecnica e sismica di un'area di variante sita in Zona Industriale di Viano (RE)", datato Agosto2015.

	<b>F<sub>0</sub> [Hz]</b>	<b>A<sub>0</sub></b>	<b>Contesto geomorfologico</b>
HVSR22	8.14	1.72	RAN3
HVSR23	3.71	2.45	RAN3
HVSR24	3.88	2.12	AES8a su RAN3
HVSR25	4.20	1.99	AES8a su RAN3

A parità di contesto geomorfologico, si evincono periodi fondamentali di vibrazione ed ampiezze analoghe nel caso di copertura (HVSR24 e HVSR25), terrazzi fluviali impostati su substrato roccioso, mentre si riscontrano valori di  $f_0$  piuttosto differenti (HVSR22 e HVSR23) nel caso di formazione subaffiorante.

### Analisi delle acquisizioni

A seguito delle risultanze esposte si evince come, in generale, le formazioni presenti nel territorio mostrano un comportamento di risposta sismica piuttosto differente. Per le medesime formazioni coesistono valori di frequenza ed ampiezza spesso notevolmente differenti. Questi risultati rispecchiano le caratteristiche meccaniche delle formazioni esaminate che, oltre ad essere tettonizzate ed alterate, sono spesso interessate dalla presenza di fenomeni gravitativi sia superficiali che profondi, e gradi di fratturazione differenziati.

A conferma di quanto appena esposto si riporta il raffronto tra  $f_0$  e  $A_0$  registrati sulle medesime formazioni geologiche a parità di contesto geomorfologico.

	<b>acquisizione</b>	<b>F<sub>0</sub> [Hz]</b>	<b>A<sub>0</sub></b>
<b>MCS</b>	HVSR17	10,55	1,70
	HVSR21	4,41	3,81

	<b>acquisizione</b>	<b>F<sub>0</sub> [Hz]</b>	<b>A<sub>0</sub></b>
<b>RAN3</b>	HVSR22	8.14	1.72
	HVSR23	3.71	2.45

Tuttavia, sulla base delle acquisizioni acquisite si può definire un *range* medio all'interno del quale si collocano le principali frequenze di vibrazione pari a  $f_{0med}: 3,5 \div 5,0$  Hz, mentre l'ampiezza è generalmente compresa tra  $A_0 = 1,5 \div 2,5 \div 3,0$ .

### **Risentimenti sismici - Periodo fondamentale di vibrazione per macro-tipologie di fabbricati.**

A titolo di confronto si riportano, di seguito, i principali periodi fondamentali di vibrazione dei fabbricati.

- Fabbricati aventi periodo di vibrazione compreso nell'intervallo **0,1 - 0,3 sec** (ricadono in questo intervallo le tipologie edilizie prevalenti nel settore "civile" realizzate con qualsiasi tipologia costruttiva, aventi massimo 3 ÷ 4 piani)
- Fabbricati aventi periodo di vibrazione compreso nell'intervallo **0,3 - 0,5 sec** (ricadono in questo intervallo le più comuni strutture a telaio in cls 4 – 6 piani, e per estensione anche le prefabbricate tipiche del settore produttivo-manifatturiero commerciale/industriale aventi altezza sottotrave inferiore a otto metri).
- Fabbricati aventi periodo di vibrazione compreso nell'intervallo **0,5 - 1,0 sec** (ricadono in questo intervallo le tipologie edilizie a torre tipicamente realizzate a telaio in cls, quelle oltre 5/6 piani, e per estensione magazzini verticali e manufatti alti e stretti quali silos, torri di acquedotto, ecc.)
- Per i fabbricati che presentano periodo di vibrazione superiore a **1,0 sec** sono da sviluppare approfondimenti mediante analisi di dettaglio della risposta sismica locale.

## 8. ELABORATI CARTOGRAFICI

### 8.1 CARTA DELLE INDAGINI

Tale elaborato visualizza esclusivamente l'ubicazione delle indagini geognostiche e delle prospezioni geofisiche raccolte in bibliografia presso l'archivio comunale di Viano e le prospezioni geofisiche di nuova realizzazione ai fini del presente studio: Re.Mi. - MASW e HVSR, effettuate per la microzonazione delle aree urbanizzate e di possibile nuovo insediamento.

La simbologia e caratteristiche degli elementi riportati in carta, relativi ai punti di indagine, sono conformi allo standard di rappresentazione e archiviazione informatica previste nell'allegato della Commissione Tecnica per il monitoraggio degli studi di Microzonazione Sismica (Art. 5, comma 7 dell'OPCM 13/11/2010, n°3907) versione 4.0b del Settembre 2015.

I documenti cartografici sono presentati in scala 1:10000 e suddivisi in Tavola Nord e Sud.

### 8.2 CARTA GEOLOGICO TECNICA PER LA MICROZONAZIONE SISMICA

Tale elaborato, realizzato alla scala 1:10.000, derivato dalla cartografia geologica, rilevata alla scala 1:10.000 e che costituisce la base per i fogli CARG 1:50.000 evidenziando le condizioni del dissesto del territorio, è stato redatto integrando le sopra citate cartografie con rilievi diretti e con i dati ottenuti dalle indagini e prospezioni direttamente effettuate nella zona.

A scala regionale l'areale a cui appartiene il territorio di Viano è suddivisibile in tre domini principali: Dominio Ligure, Successione Epiligure, Successione Neogenica Quaternaria del Margine Appenninico.

Tali domini, nell'ambito degli studi di Microzonazione sismica, sono, quindi, stati analizzati e classificati in base alla loro litologia utilizzando i criteri esposti all'interno del *Unified Soil Classification System* (leggermente modificato, ASTM, 1985).

Tale metodologia di lavoro ha consentito di identificare, le seguenti tipologie di substrato:

- **substrato lapideo;**
- **substrato costituito da alternanze litologiche;**
- **substrato coesivo.**

Ciascun substrato a sua volta può essere ulteriormente suddiviso a seconda che siano presenti, o meno, indizi di stratificazione.

In funzione dello spessore dei depositi nelle elaborazioni si è considerata la condizione di substrato affiorante nei casi in cui i corpi delle coperture presentano spessori inferiori a 3 m.

L'unica porzione di territorio in corrispondenza della quale è presente un substrato lapideo non stratificato è stata riscontrata in corrispondenza del margine nord – occidentale, presso la località C. Vara, ove affiora un lembo della Formazione Gessoso – Solifera (GES). L'estensione areale di tale tipologia di substrato, congiuntamente ad un comportamento sismico rigido, determinano una

fascia di territorio privo di rilevanza dal punto di vista dell'analisi della risposta dei terreni in caso di sollecitazione sismica.

Inoltre, le forme ed i processi quaternari, risultano quasi completamente assenti; fa eccezione un processo gravitativo, contraddistinto da una cinematica per colamento di fango, attualmente classificato in stato di attività, la cui zona di coronamento si ubica in prossimità della zona di crinale.

Termini lapidei stratificati presentano, invece, una distribuzione più persistente all'interno del Comune di Viano; a tale categoria appartengono il Membro delle Arenarie di Santa Maria, ascrivibile alla Formazione di Pantano, e la litofacies arenaceo – conglomeratica del Membro della Val Pessola, attribuibile alla Formazione di Ranzano.

La porzione medio – basale del Dominio Epiligure, RAN2a, affiora in maniera scompagnata e lentiforme nel comparto settentrionale del territorio di Viano, nei pressi degli abitati di Tabiano e Spesse.

In corrispondenza del comparto centrale del territorio comunale, sempre tale *litofacies*, affiora in maniera piuttosto persistente, da ovest verso est, intercettando gli abitati di Fondiano, Santa Maria del Castello e la porzione meridionale di Casella.

Il Membro delle Arenarie di Santa Maria (PAT4), invece, trova sede nel comparto meridionale del territorio comunale, sede della struttura plicativa denominata Sinclinale di Viano, ampiamente descritta in precedenza.

Gli affioramenti risultano piuttosto concentrati e localizzati in corrispondenza degli aggregati Ca de Pazzi, Predale e del toponimo Sorrina.

Le Formazioni geologiche ascrivibili ad un substrato costituito da alternanze litologiche con tracce di stratificazione ricoprono ben oltre la metà dell'estensione superficiale dell'intero territorio di Viano; tuttavia, le modalità di affioramento presentano differenziazioni.

Infatti, in corrispondenza del settore settentrionale, tali materiali risultano estremamente frammentati, ma al contempo distribuiti in modo piuttosto omogeneo da ovest verso est; di contro, nella fascia centro meridionale, tale substrato, seppure intensamente fratturato, affiora in maniera massiccia e persistente (Flysch di Monte Cassio).

In detta porzione di territorio, inoltre, si segnala una drastica riduzione dell'indice di franosità, in questo caso gioca un ruolo chiave, a favore della stabilità, la giacitura degli strati.

Il substrato geologico costituito da termini coesivi, infine, presenta affioramenti importanti e, al contempo, estremamente localizzati. Nel comparto settentrionale del territorio di Viano, ove trovano sede i Complessi di base del Dominio Ligure, affiorano in modo pressoché continuo, da ovest verso est; tipologie di affioramenti analoghi, sono presenti nel settore centrale del territorio comunale, ove sono presenti Formazioni geologiche appartenenti alla porzione basale Dominio Epiligure e al Dominio Ligure.

Infine, in corrispondenza del porzione meridionale del Comune di Viano tale tipologia di substrato affiora in modo localizzato e frammentario ad est e a sud dell'abitato di Ca de Pazzi.

Le coperture detritiche presenti nel territorio comunale, hanno spessori variabili mediamente compresi tra 3 ÷ 5 m per quanto riguarda i depositi eolici, potenze metriche variabili tra 3 ÷ 5 ÷ 10 m per quanto riguarda i depositi eluvio colluviali ed, infine, orizzonti detensionati variabili tra 5 e 15 m relativamente agli accumuli per processi di frana.

Tali morfosculture sono costituite essenzialmente da termini a comportamento coesivo, litotipi argillosi, argilloso limosi e limoso argillosi, a differente grado di plasticità.

Infatti, le indagini geognostiche hanno evidenziato un basso grado di plasticità in corrispondenza dei depositi eolici, il quale tende ad aumentare nelle forme eluvio - colluviali.

In adiacenza agli attuali tracciati fluviali presenti nel territorio in analisi (Torrente Tresinario e Rio Faggiano) sono presenti coperture quaternarie attribuibili alle passate vicende fluvio torrentizie dei medesimi, ascrivibili al Subsistema di Ravenna (AES8) e Subsistema di Villa Verrucchio (AES7): depositi alluvionali terrazzati di diversi ordini.

Tali corpi sedimentari sono formati in prevalenza da ghiaie alla base e ghiaie sabbiose nelle parti più alte, che si arricchiscono in componenti sabbiose e limoso sabbiose nelle porzioni più distali.














I rapporti stratigrafici e l'assetto tettonico delle unità e formazioni che costituiscono il sottosuolo del territorio comunale di Viano, nei settori sede dell'urbanizzato e di previsto sviluppo, sono visualizzati nelle allegate sezioni geologiche.

Le Formazioni geologiche affioranti all'interno del territorio comunale di Viano sono state suddivise nel seguente modo:

<b>Substrato rigido</b>		
<b>Tipologia substrato</b>	<b>Formazione/Membro</b>	<b>Sigla</b>
Substrato lapideo stratificato (LPS):	- litofacies arenitica della Formazione di Pantano - Membro di Santa Maria della Formazione di Pantano	PATa PAT4
Substrato lapideo (LP):	- Formazione Gessoso - Solifera	GES
<b>Substrato non rigido (susceptibile di amplificazione)</b>		
<b>Tipologia substrato</b>	<b>Tipologia substrato</b>	<b>Sigla</b>
Substrato lapideo stratificato (LPS):	- Formazione di Pantano - Litofacies arenacea del Membro di Varano de Melegari - Formazione di Ranzano - Litofacies arenacea conglomeratica del Membro della Val Pessola - Formazione di Ranzano	PAT RAN3c RAN2a
Alternanze di litotipi stratificati (ALS)	- Flysch di Monte Cassio - Membro della Val Pessola - Formazione di Ranzano - Membro di Varano de Melegari - Formazione di Ranzano - Arenarie di Scabiazza	MCS RAN2 RAN2 SCB

Substrato coesivo stratificato (COS)	- Formazione di Contignaco	CTG
Substrato coesivo (CO)	- Formazione di Antognola - Argille a Palombini - Argille di Viano - Argille Vari Colori di Cassio - Breccie argillose di Baiso - Formazione delle Argille Azzurre - Marne di Monte Piano - Litofacies a – Formazione delle Breccie di argillose della Val Tiepido Canossa	ANT APA AVI AVV BAI FAA MMP MVTa

**Legenda:**

	GW	Ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbie
	GP	Ghiaie pulite con granulometria poco assortita, miscela di ghiaia e sabbia
	GM	Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo
	GC	Ghiaie argillose, miscela di ghiaia, sabbia e argilla
	MH	Limi inorganici, sabbie fini, limi micacei o diatomicei
	ML	Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità
	CL	Argille inorganiche di medio-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre
	CH	Argille inorganiche di alta plasticità, argille grasse
	LP	Substrato geologico lapideo
	CO	Substrato geologico coesivo sovraconsolidato
	LPS	Substrato geologico lapideo stratificato
	COS	Substrato geologico coesivo sovraconsolidato stratificato
	ALS	Substrato geologico alternanza di litotipi stratificato
	SF	Substrato fratturato alterato

I documenti cartografici sono presentati in scala 1:10000.

**8.2.1 SEZIONI GEOLOGICHE E GEOLOGICO TECNICHE**

Per la ricostruzione degli assetti geologici, tettonici e litotecnici del territorio comunale, sono state realizzate due sezioni geologiche - geologico tecniche, che rappresentano le assunzioni presentate nel paragrafo precedente. Le elaborazioni sono evidenziate in tavola "1.2.1 Sezioni geologiche e geologico tecniche".



### 8.3 CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA

In riferimento agli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica del Dip. Prot. Civ. e Conf. Delle Regioni e Province Autonome, D.G.R.ER 2193\_2015 sono state individuate e delimitate le zone a comportamento equivalente in occasione di sollecitazione sismica, nelle quali sono da effettuarsi approfondimenti di indagini ed analisi per la microzonazione sismica ed i livelli di approfondimento che competono alle condizioni di pericolosità di detti ambiti.

Nell'individuazione e delimitazione di suddette zone sono state realizzate prospezioni geofisiche di tipo lineare ed antenna monodimensionale (metodo integrato Re.Mi/MASW), acquisizioni a stazione singola (HVSr) e, congiuntamente, ricerche bibliografiche di indagini svolte da altre tecnici all'interno dello stesso ambito comunale.

Oltre a ciò si è fatto riferimento alle prescrizioni presenti all'interno degli elaborati cartografici del PTCP della Provincia di Reggio Emilia in materia di analisi dell'azione sismica, nello specifico Allegato P9a - Carta degli effetti attesi, approvato tramite la Del. n°124 del 17/06/2010.

La carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS1), elaborata in base alle informazioni sopra descritte, costituisce pertanto una zonazione di primo livello di approfondimento di tipo avanzato.

Al fine di individuare le zone a comportamento equivalente in occasione di sollecitazione sismica sono stati utilizzati gli elaborati cartografici, prospezioni geognostiche e geofisiche effettuate, integrando dette documentazioni con valutazioni redatte con criterio topografico.

Nel contesto delle analisi territoriali sono inoltre state utilizzate le documentazioni della Regione Emilia Romagna, in particolare le carte topografiche di dettaglio, i modelli digitali del terreno (DEM) e la banca dati geologica del territorio comunale, resi disponibili in formato digitale dal *Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli*.

Per la delimitazione delle aree a diverse caratteristiche litotecniche si è utilizzata la Carta Geologica Regione Emilia Romagna in scala 1:10000, aggiornata al 2012 per quanto riguarda i processi di frana, individuante le zone soggette a processi in atto e non in evoluzione, le prospezioni geofisiche e le indagini geognostiche precedentemente effettuate.

Le disamine delle caratteristiche litotecniche sono state integrate dall'analisi d'insieme delle caratteristiche di fragilità dei depositi e di rigidità delle formazioni litologiche, grado di fratturazione di queste ultime, le condizioni di acclività dei versanti.

La corretta definizione della tipologia di substrato (substrato marino caratterizzato da  $V_s \geq 800\text{m/s}$ , substrato marino caratterizzato da  $V_s \leq 800\text{m/s}$  o, in alternativa, substrato marino affiorante caratterizzato da  $V_s \leq 800\text{m/s}$ ), del profilo sismostratigrafico del sottosuolo indagato dalle prospezioni geofisiche e, in seconda battuta, la stima del contrasto d'impedenza tra terreni di copertura e substrato geologico ha permesso di definire la risposta sismica in superficie con metodo semplificato (**Allegato A2 -DGR 2193\_2015**).

Per la redazione “Carta delle aree suscettibili di effetti locali (MOPS)”, sono state ulteriormente approfondite le analisi delle condizioni locali delle porzioni di territorio urbanizzato o suscettibili di trasformazione urbanistiche, al fine di classificare tali aree suddividendole in:

➤ **Zone stabili.**

➤ **Zone suscettibili di amplificazione locali.**

➤ **Zone di attenzione.**

- **Zone stabili:** appartengono a questa classe tutte le aree nelle quali i tipi litologici presenti e le loro condizioni stratigrafiche, di fratturazione, morfologia subpianeggiante con acclività minore di 15°, tipi e spessori delle coperture / roccia detensionata, indicano caratteristiche di insieme che denotano grado molto basso – assenza ed in pratica trascurabilità dei possibili effetti di amplificazione locale, zona S di legenda.
- **Zone suscettibili di amplificazione locali:** appartengono a tale categoria tutte le aree con caratteristiche stratigrafiche, morfologiche locali, variazioni stratigrafiche laterali di scarsa rilevanza, in presenza di substrato affiorante e coperture tali da indurre effetti locali, zone da 2001 a 2015, secondo quanto indicato dai testi di riferimento indicati in premessa, in particolare dall'allegato 1 della DGR 2193\_2015. A detta classe appartengono zone stabili caratterizzate da acclività maggiore di 15° (zona 2004).
- **Zone di attenzione:** porzioni di territorio nelle quali oltre ai fenomeni di amplificazione sono attese deformazioni permanenti dei terreni. Appartengono a suddetta categoria i depositi di frana attiva o quiescente ( $Z_{A_{FR}}$ ). Ai fini delle analisi di microzonazione sismica, in tali zone lo strumento urbanistico comunale dovrà richiedere di approfondimenti di terzo livello.

Le delimitazioni delle zone, espone nella legenda della MOPS, in linea generale, sono così articolate:

***ZONE STABILI***

**Aree in cui non sono attesi effetti locali:**

***zone S1 e S2;***

***Studi richiesti:*** indagini per caratterizzare  $V_s$ ; in caso  $V_s > 800\text{m/s}$ , nessuna ulteriore indagine; in caso  $V_{s30} < 800\text{ m/s}$ , valutazione del coefficiente di amplificazione correlato alle caratteristiche litologiche e stratigrafiche;

***Microzonazione sismica:*** non richiesta nel primo caso, secondo livello di approfondimento nel secondo caso.

***ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI*****Aree con substrato subaffiorante con  $V_s < 800$  m/sec:****zone 2001-2002-2003;**

**Effetti attesi:** amplificazione per effetti della stratigrafica;

**Studi richiesti:** Valutazione del coefficiente di amplificazione dovuto alle caratteristiche litologico stratigrafiche;

**Microzonazione sismica:** secondo livello di approfondimento;

**Aree stabili con topografia acclive e con presenza di depositi eluvio colluviali ed eolici:****zone 2004 - 2005 - 2006 - 2007 - 2012 - 2013;**

**Effetti attesi:** amplificazione stratigrafica e topografica, cedimenti, densificazione, spostamenti;

**Studi richiesti:** valutazione del coefficiente di amplificazione correlato alle caratteristiche litologiche, stratigrafiche ed, eventualmente, topografiche; in presenza di strati compressibili stima dei cedimenti, densificazione;

**Microzonazione sismica:** secondo livello di approfondimento per verifica dell'amplificazione litostratigrafica, al riscontro di strati compressibili terzo livello di approfondimento per stima dei cedimenti, densificazione.

**Aree con presenza di depositi alluvionali:****zone 2008 - 2009 - 2010 - 2011;**

**Effetti attesi:** amplificazione per effetti litologico stratigrafici, cedimenti per densificazione, addensamento di sottili strati limoso sabbiosi;

**Studi richiesti:** valutazione amplificazione, stima dei cedimenti addensamento in presenza di materiali a caratteristiche geotecniche scadenti;

**Microzonazione sismica:** secondo livello di approfondimento in assenza di strati sabbiosi scarsamente addensati; in presenza di questi ultimi terzo livello di approfondimento per stima cedimenti - addensamento.

**Aree con presenza di depositi di salsia:****zone 2014 - 2015;**

**Effetti attesi:** amplificazione stratigrafica, cedimenti, densificazione, spostamenti;

**Studi richiesti:** valutazione amplificazione, stima dei cedimenti e addensamento di materiali poco consistenti.

**Microzonazione sismica:** terzo livello di approfondimento per amplificazione stratigrafica e stima cedimenti - addensamento.

**Aree suscettibili di amplificazione per effetti della topografia (versanti con acclività  $>15^\circ$ ):**

**Effetti attesi:** amplificazione stratigrafica e per effetti della topografia, instabilità dei versanti;

**Studi richiesti:** valutazione del coefficiente di amplificazione topografico e indagini per caratterizzare  $V_s$ ; in caso  $V_{s30} > 800$  m/s è richiesta la sola valutazione del coefficiente di amplificazione dovuto alle caratteristiche topografiche (come classe 1); in caso  $V_{s30} < 800$  m/s è richiesta la valutazione del coefficiente di amplificazione dovuto sia alle caratteristiche litologiche che a quelle topografiche.

**Microzonazione sismica:** come nei casi precedenti in funzione del tipo di roccia o depositi presenti, valutazione del coefficiente di amplificazione per effetti della topografia.

### **ZONE DI ATTENZIONE (ZA)**

#### **Aree potenzialmente instabili e non stabili con presenza di corpi di frana:**

##### **zone $Z_{A_{FR}}$ :**

**Effetti attesi:** amplificazione stratigrafica, instabilità dei versanti;

**Studi richiesti:** valutazione del coefficiente di amplificazione dovuto alle caratteristiche litologiche e stratigrafiche, valutazione del grado di stabilità del versante con metodo pseudostatico o dinamico;

**Microzonazione sismica:** terzo livello di approfondimento.

Nelle aree di cui alle classi suddette prossime ai bordi superiori di scarpate o poste a quote immediatamente superiori agli ambiti soggetti ad amplificazione per caratteristiche topografiche, lo studio di microzonazione sismica deve valutare anche gli effetti della topografia secondo quanto previsto al punto 2.5, linee guida ICMS parte II volume 1, o a quanto previsto a punto A2.2 dell'allegato A2 del DGR 2193\_2015.

Nelle classi stabili ( $S1 - S2$ ), nel caso che, durante le indagini di campagna, risultino valori di velocità delle onde sismiche di taglio inferiori a  $V_{s30} < 800$  m/s, in fase di pianificazione comunale dovranno prioritariamente essere determinati gli spessori delle coperture e la profondità del substrato. Nel caso in cui lo spessore della copertura o la profondità del substrato sia uguale o superiore a 3 m è richiesta la valutazione dell'amplificazione sismica.

In questo caso, se l'unità litotecnica di copertura è orizzontale e con spessore costante, per la microzonazione sismica è sufficiente il secondo livello di approfondimento; nel caso in cui lo spessore delle coperture non sia orizzontale o sia a pronunciato grado di variabilità laterale, per la microzonazione sismica è richiesto il terzo livello di approfondimento.

Il terzo livello di approfondimento è comunque richiesto nelle aree in cui è prevista la realizzazione di opere di rilevante interesse pubblico.

Il modello stratigrafico di ciascuna zona a comportamento sismico equivalente (spessore copertura, grado di alterazione del substrato roccioso e profilo delle onde di taglio nei primi 30 m) e la determinazione dell'azione sismica attesa in superficie, è schematicamente riassunto nelle colonne litostratigrafiche di seguito allegate.

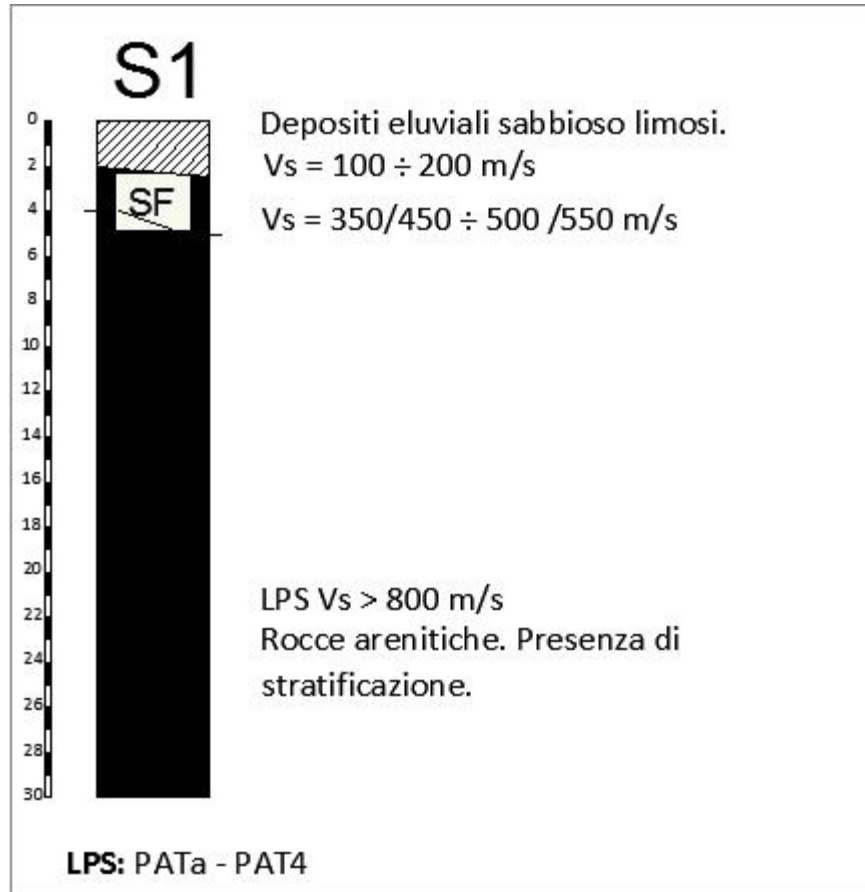
In assenza di coperture importanti, le colonne litostratigrafico-sismiche evidenziano generalmente risentimenti sismici di grado molto basso - basso nelle litozone ove la matrice è prevalentemente arenitica - arenacea; effetti di grado medio ove predominano le unità litotecniche ad alternanze arenaceo pelitiche - calcareo marnose, marnoso siltose/siltoso arenacee ed, infine, le litozone principalmente argilloso - argillitiche denotano un risentimento sismico di grado medio elevato - elevato.

Nelle aree nelle quali i depositi alluvionali di conoide alluvionale, assumono gli spessori maggiori (8 - 15 m) e per le zone con presenza di depositi di versante con spessori di 5/10 m, si riscontrano i risentimenti sismici di intensità relativa maggiori, da medi a medio elevati, che raggiungono grado medio elevato - elevato nei depositi limosi - limoso sabbioso eolici.

Le intensità dell'amplificazione sismica maggiori si rilevano nelle litozone ad intenso grado di fratturazione e nelle aree dove sono presenti accumuli di frana quiescenti o attivi con spessori maggiori di 10 ÷ 15 m.

**MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA INDIVIDUATE**

Le simbologie riportate proposte nelle figure sottostanti sono quelle indicate all'interno del paragrafo 2.1.8.1. dello Standard di Rappresentazione e Archiviazione Informatica – Versione 4.0b. e di seguito riportate.

**Zona S1**

Depositi eluviali sabbioso limosi, di spessore molto basso, su substrato arenaceo - arenitico stratificato, consistente, a comportamento rigido,  $V_s > 800 \text{ m/sec}$ .

**Effetti attesi:** assenza di potenziali effetti locali.

**Studi richiesti:** indagini per caratterizzazione del  $V_{s30}$ ; nei casi di pendenza  $\geq 15^\circ$  valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

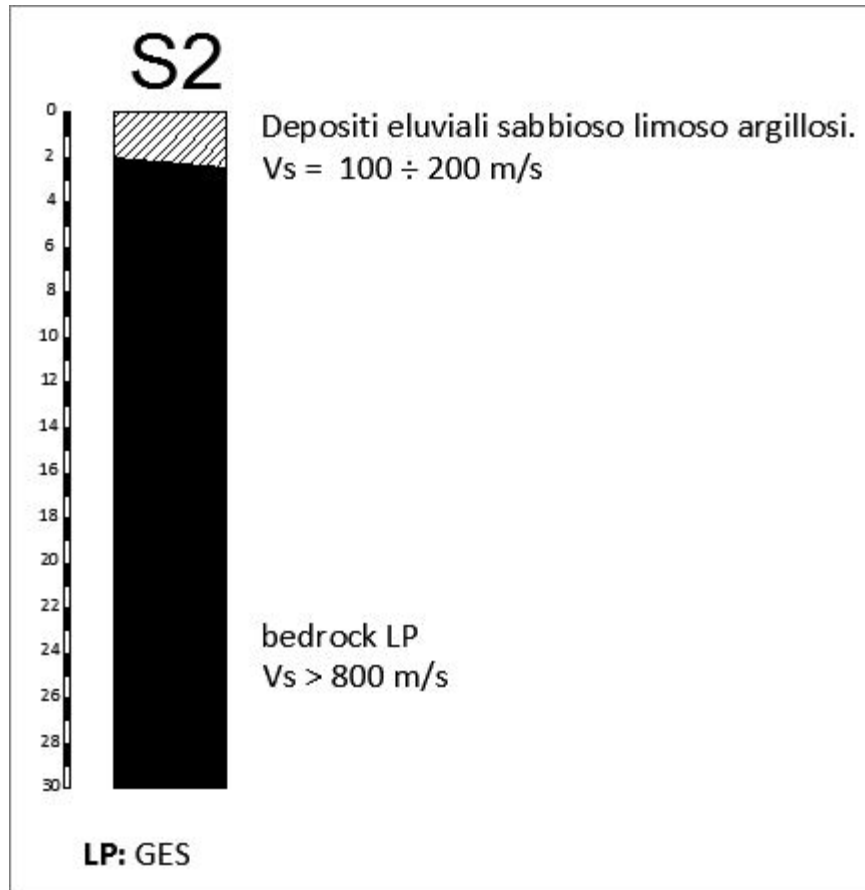
**Microzonazione sismica:** Se  $V_{s30} > 800 \text{ m/sec}$  nessun ulteriore approfondimento; se  $V_{s30} < 800 \text{ m/sec}$  approfondimenti di II° livello.

**FPGA: 1**

**FH0105: 1**

**FA0510: 1**

## Zona S2



Depositi eluviali, sabbioso limoso argillosi, di modesto spessore, su substrato gessoso non stratificato, consistente, a comportamento rigido, con  $V_s > 800$  m/sec

**Effetti attesi:** assenza di potenziali effetti locali.

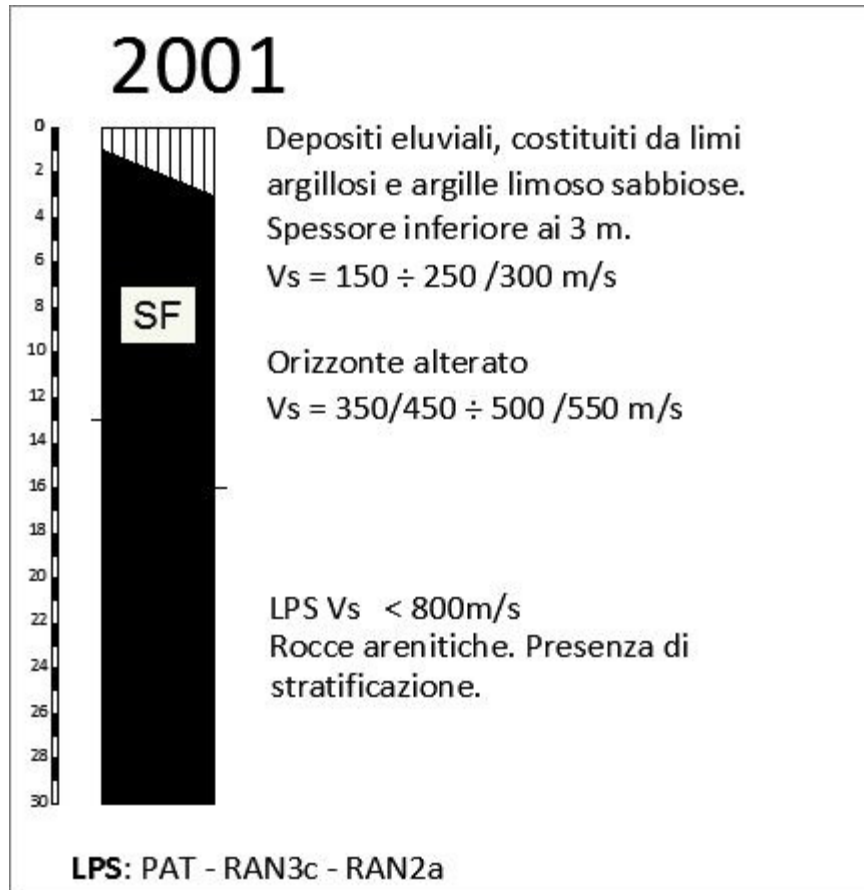
**Studi richiesti:** indagini per caratterizzazione del  $V_{s30}$ ; nei casi di pendenza  $\geq 15^\circ$  valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

**Microzonazione sismica:** Se  $V_{s30} > 800$  m/sec nessun ulteriore approfondimento; se  $V_{s30} < 800$  m/sec approfondimenti di II° livello; .

**FPGA: 1**

**FH0105: 1**

**FA0510: 1**

**Zona 2001**

Depositi eluviali, costituiti da limi argillosi e argille limoso sabbiose, di modesto spessore, su substrato lapideo stratificato (sovente sub affiorante), a comportamento non rigido, con  $V_s < 800$  m/sec.

**Effetti attesi:** amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche.

**Studi richiesti:** valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafico; nei casi di pendenza  $\geq 15^\circ$  valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

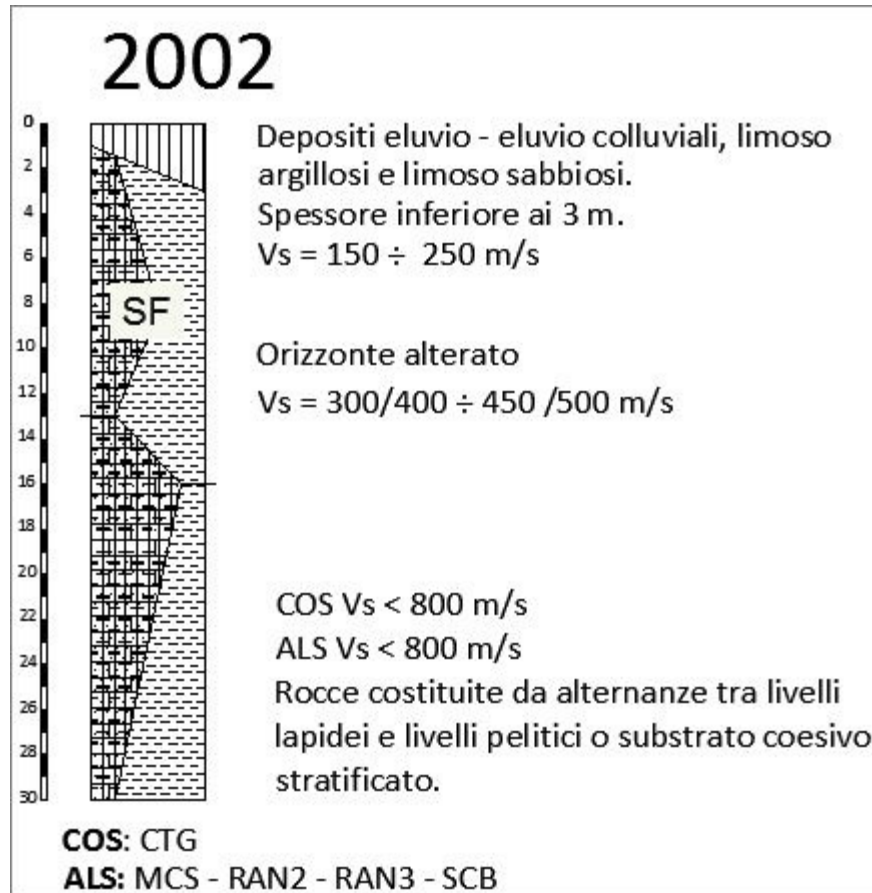
**Microzonazione sismica:** approfondimenti di II° livello.

**FPGA: 1,2 ÷ 1,4**

**FH0105: 1,3 ÷ 1,4**

**FA0510: 1,3 ÷ 1,4**



**Zona 2002**

Depositi eluvio – eluvio colluviali, limoso argillosi e limoso sabbiosi, di spessore molto basso, su substrato ad alternanze arenaceo pelitiche stratificate e a materiali coesivi stratificati (sovente sub affiorante), a comportamento non rigido, con  $V_s < 800$  m/sec

**Effetti attesi:** amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche.

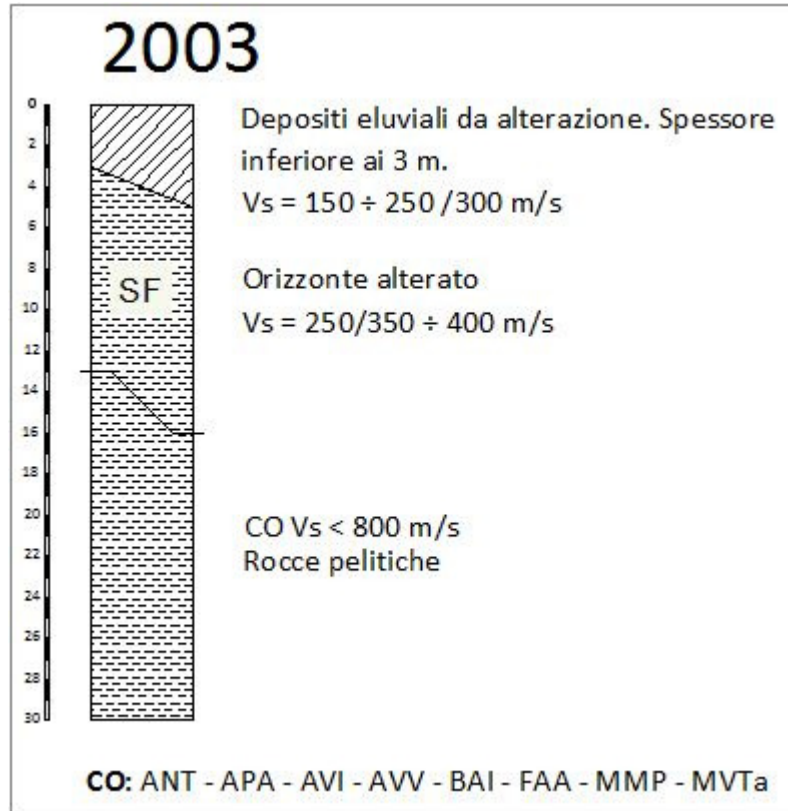
**Studi richiesti:** valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafico; nei casi di pendenza  $\geq 15^\circ$  valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

**Microzonazione sismica:** approfondimenti di II° livello.

**FPGA:** 1,3 ÷ 1,4

**FH0105:** 1,3 ÷ 1,4

**FA0510:** 1,3 ÷ 1,4

**Zona 2003**

Depositi eluviali da alterazione, di modesto spessore, su substrato argilloso - argillitico - a breccie argillose, quindi coesivo non stratificato (sovente sub affiorante), a comportamento non rigido, con  $V_s \ll 800 \text{ m/sec}$ .

**Effetti attesi:** amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche.

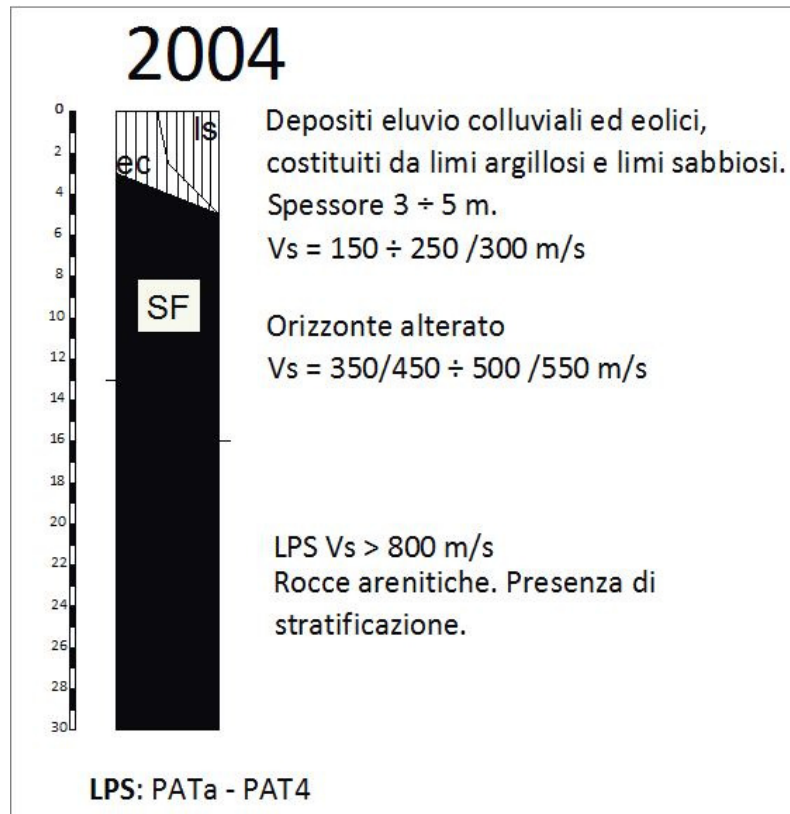
**Studi richiesti:** valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafico; nei casi di pendenza  $\geq 15^\circ$  valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

**Microzonazione sismica:** approfondimenti di II° livello.

**FPGA: 1,5 ÷ 1,6**

**FH0105: 1,4 ÷ 1,5**

**FA0510: 1,3 ÷ 1,4**

**Zona 2004**

Depositi eluvio colluviali ed eolici, costituiti da limi argillosi e limi sabbiosi, di spessore compreso tra 3 e 5 m, su substrato lapideo stratificato, a comportamento rigido, con Vs ≥ 800 m/sec

**Effetti attesi:** amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche.

**Studi richiesti:** valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafico; nei casi di pendenza  $\geq 15^\circ$  valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

**Microzonazione sismica:** approfondimenti di II° livello.

**FPGA: 1,2 ÷ 1,3**

**FH0105: 1,3 ÷ 1,4**

**FA0510: 1,3 ÷ 1,4**

**Zona 2005**

Depositi eluvio - colluviali ed eolici, su substrato ad alternanze arenaceo pelitiche stratificate e a materiali coesivi stratificati, a comportamento non rigido, con Vs < 800 m/sec

**Effetti attesi:** amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche.

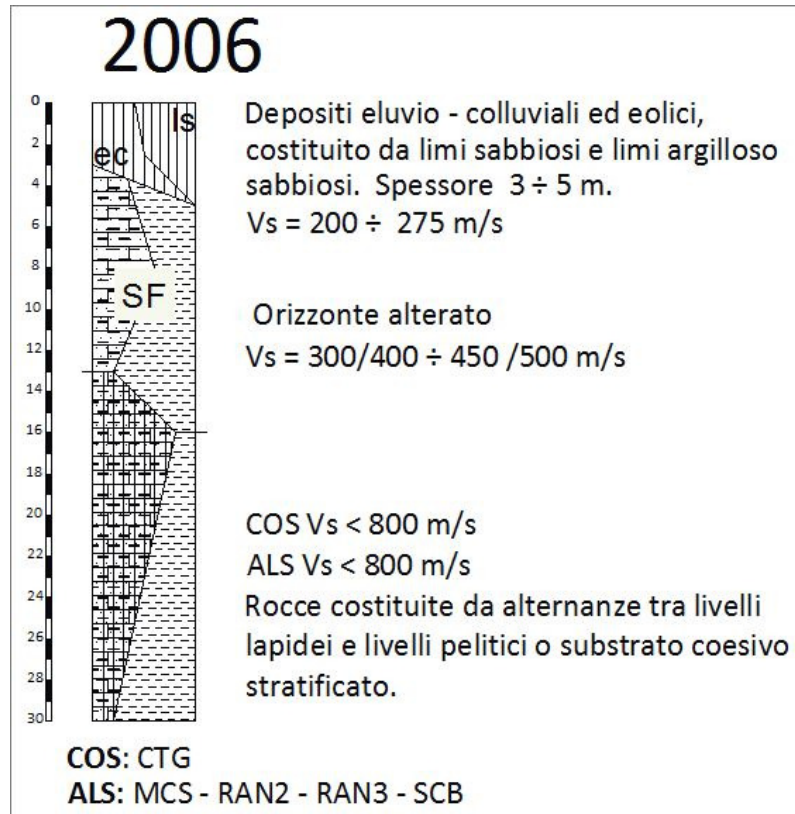
**Studi richiesti:** valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafico; nei casi di pendenza  $\geq 15^\circ$  valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

**Microzonazione sismica:** approfondimenti di II° livello.

**FPGA: 1,3 ÷ 1,4**

**FH0105: 1,3 ÷ 1,4**

**FA0510: 1,3 ÷ 1,4**

**Zona 2006**

Depositi eluvio – colluviali ed eolici, di spessore compreso tra 3 e 5 m, su substrato ad alternanze arenaceo pelitiche stratificate e a materiali coesivi stratificati, a comportamento non rigido con Vs < 800 m/sec, a comportamento non rigido, con Vs << 800 m/sec.

**Effetti attesi:** amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche.

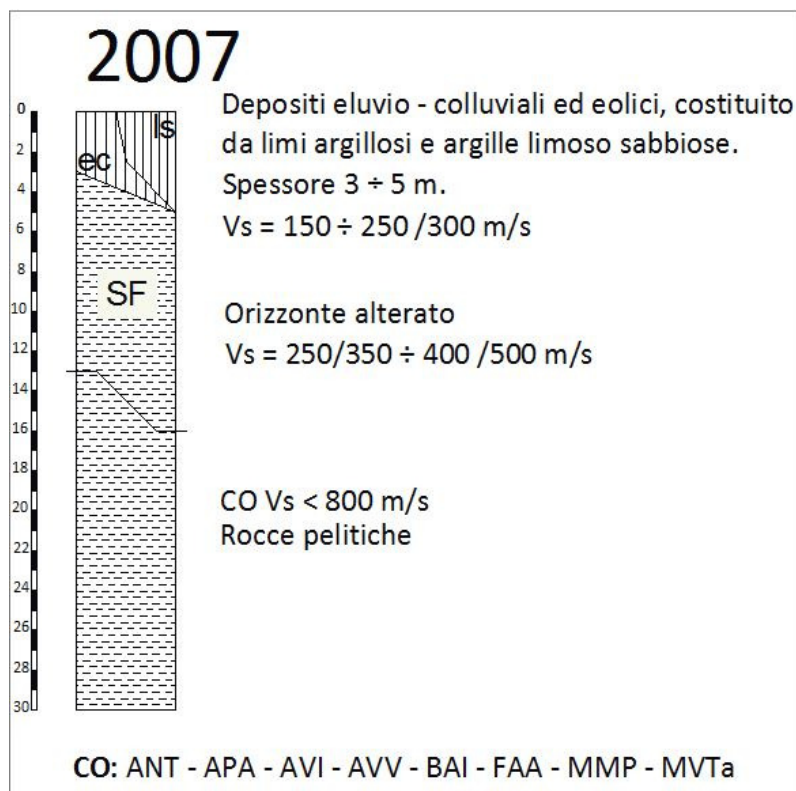
**Studi richiesti:** valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafico; nei casi di pendenza  $\geq 15^\circ$  valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

**Microzonazione sismica:** approfondimenti di II° livello.

**FPGA:** 1,5 ÷ 1,7

**FH0105:** 1,4 ÷ 1,6

**FA0510:** 1,3 ÷ 1,4

Zona 2007

Depositi eluvio – colluviali ed eolici, di spessore compreso tra 3 e 5 m, su substrato argilloso - argillitico - a brecce argillose, quindi coesivo non stratificato, a comportamento non rigido, con  $V_s \ll 800$  m/sec.

**Effetti attesi:** amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche.

**Studi richiesti:** valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafico; nei casi di pendenza  $\geq 15^\circ$  valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

**Microzonazione sismica:** approfondimenti di II° livello.

**FPGA: 1,6 ÷ 1,9**

**FH0105: 1,5 ÷ 1,7**

**FA0510: 1,3 ÷ 1,4**

**Zona 2008**

Depositi alluvionali ghiaiosi – ghiaioso sabbiosi a granulometria da ben assortita ad eterogenea, con spessore da 3 a 5 m, su substrato lapideo stratificato, a comportamento non rigido, con Vs < 800 m/sec.

**Effetti attesi:** amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche.

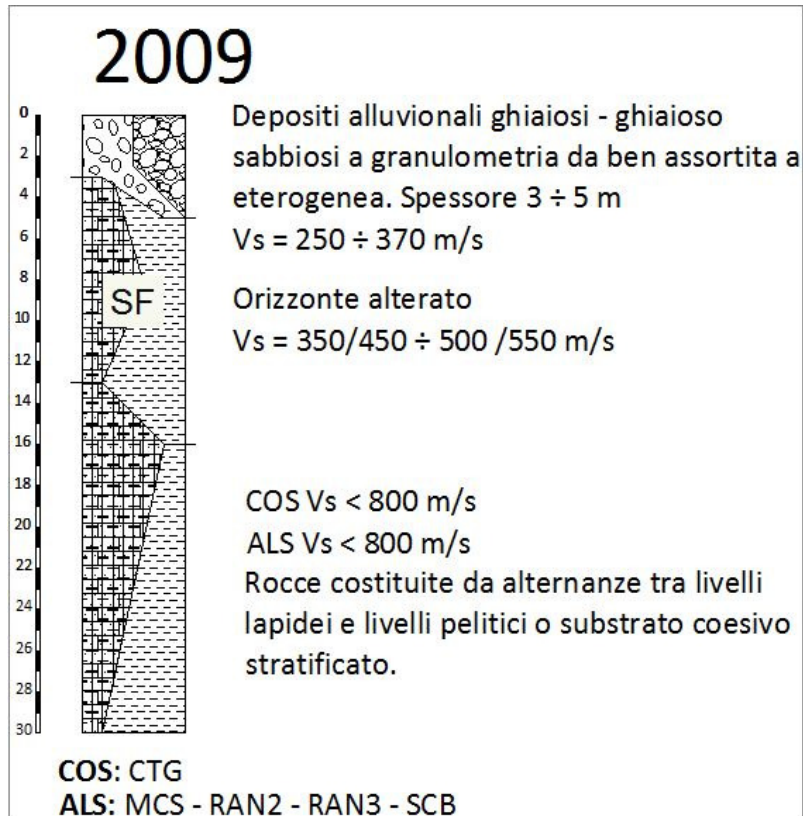
**Studi richiesti:** valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafico; nei casi di pendenza  $\geq 15^\circ$  valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

**Microzonazione sismica:** approfondimenti di II° livello.

**FPGA: 1,3 ÷ 1,5**

**FH0105: 1,3 ÷ 1,4**

**FA0510: 1,3 ÷ 1,4**

**Zona 2009**

Depositi alluvionali ghiaiosi – ghiaioso sabbiosi a granulometria da ben assortita ad eterogenea, con spessore da 3 a 5 m, su substrato ad alternanze arenaceo pelitiche stratificate e a materiali coesivi stratificati, a comportamento non rigido, con  $V_s < 800 \text{ m/sec}$ .

**Effetti attesi:** amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche.

**Studi richiesti:** valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafico; nei casi di pendenza  $\geq 15^\circ$  valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

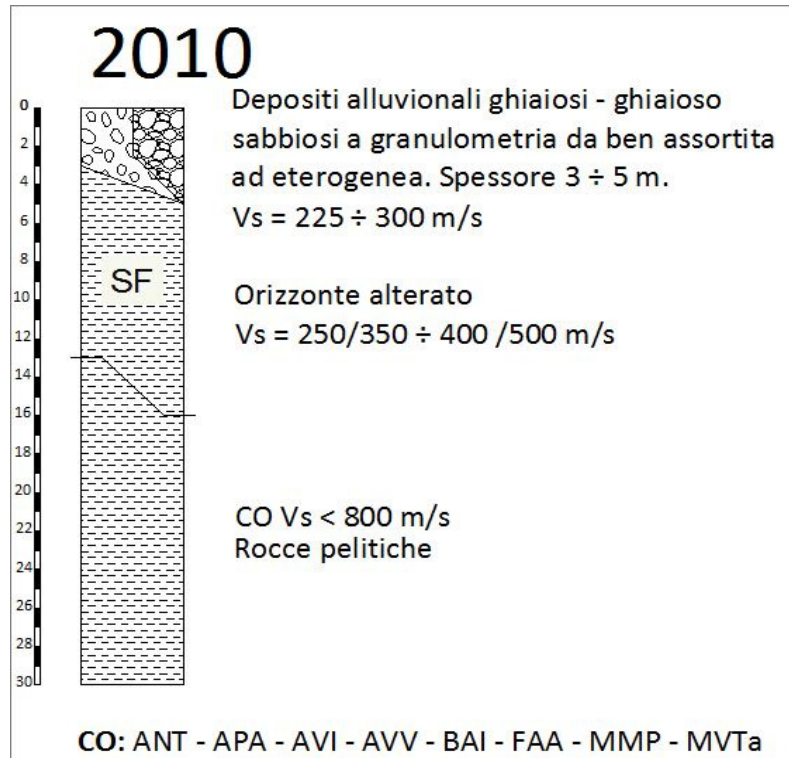
**Microzonazione sismica:** approfondimenti di II° livello..

**FPGA: 1,3 ÷ 1,5**

**FH0105: 1,3 ÷ 1,4**

**FA0510: 1,3**



**Zona 2010**

Depositi alluvionali ghiaiosi – ghiaioso sabbiosi a granulometria da ben assortita ad eterogenea, con spessore da 3 a 5 m, su substrato coesivo non stratificato, a comportamento non rigido, con Vs < < 800 m/sec.

**Effetti attesi:** amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche.

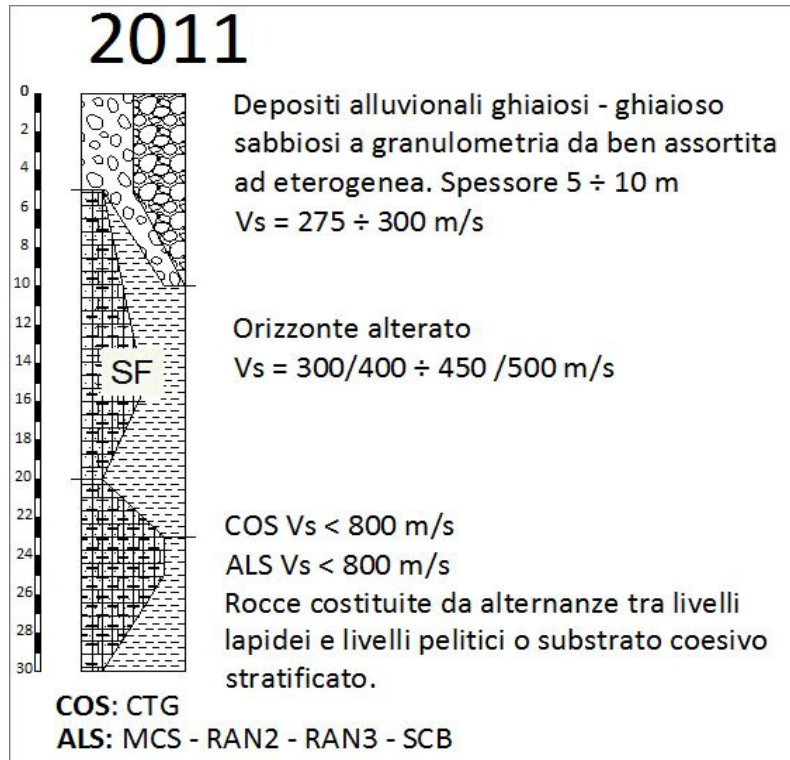
**Studi richiesti:** valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafico; nei casi di pendenza  $\geq 15^\circ$  valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

**Microzonazione sismica:** approfondimenti di II° livello.

**FPGA: 1,5 ÷ 1,6**

**FH0105: 1,4 ÷ 1,5**

**FA0510: 1,3 ÷ 1,4**

**Zona 2011**

Depositi alluvionali ghiaiosi – ghiaioso sabbiosi a granulometria da ben assortita ad eterogenea, con spessore da 5 a 10 m, su substrato ad alternanze arenaceo pelitiche stratificate e a materiali coesivi stratificati, a comportamento non rigido, con Vs < 800 m/sec.

**Effetti attesi:** amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche.

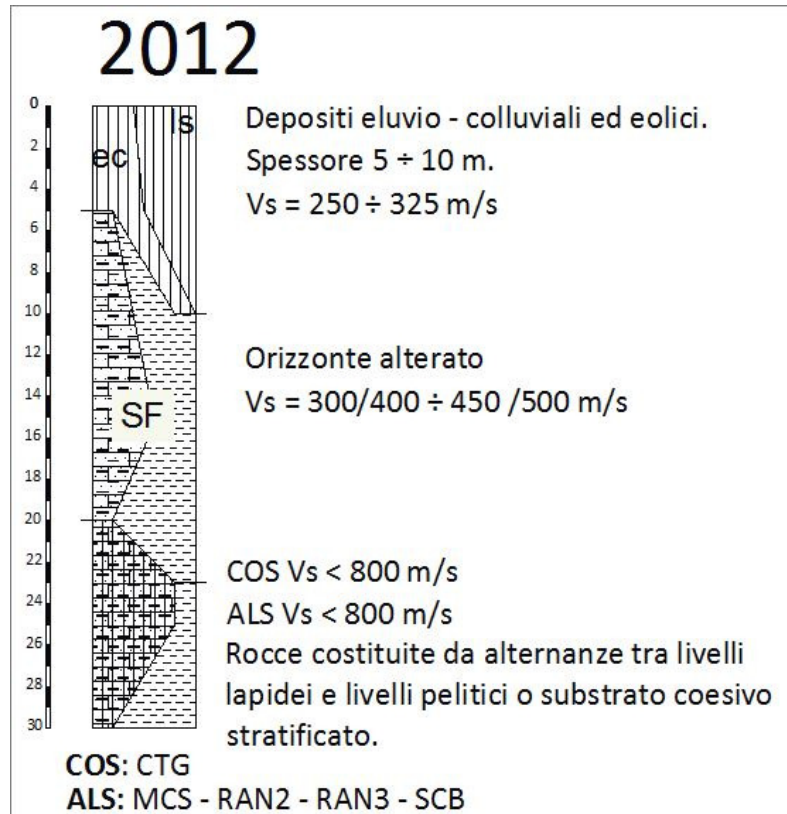
**Studi richiesti:** valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafico; nei casi di pendenza  $\geq 15^\circ$  valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

**Microzonazione sismica:** approfondimenti di II° livello.

**FPGA: 1,4 ÷ 1,5**

**FH0105: 1,5 ÷ 1,6**

**FA0510: 1,4**

**Zona 2012**

Depositi eluvio – coluviali ed eolici, di spessore compreso tra 5 e 10 m, su substrato ad alternanze arenaceo pelitiche stratificate e a materiali coesivi stratificati, a comportamento non rigido con  $V_s < 800$  m/sec.

**Effetti attesi:** amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche.

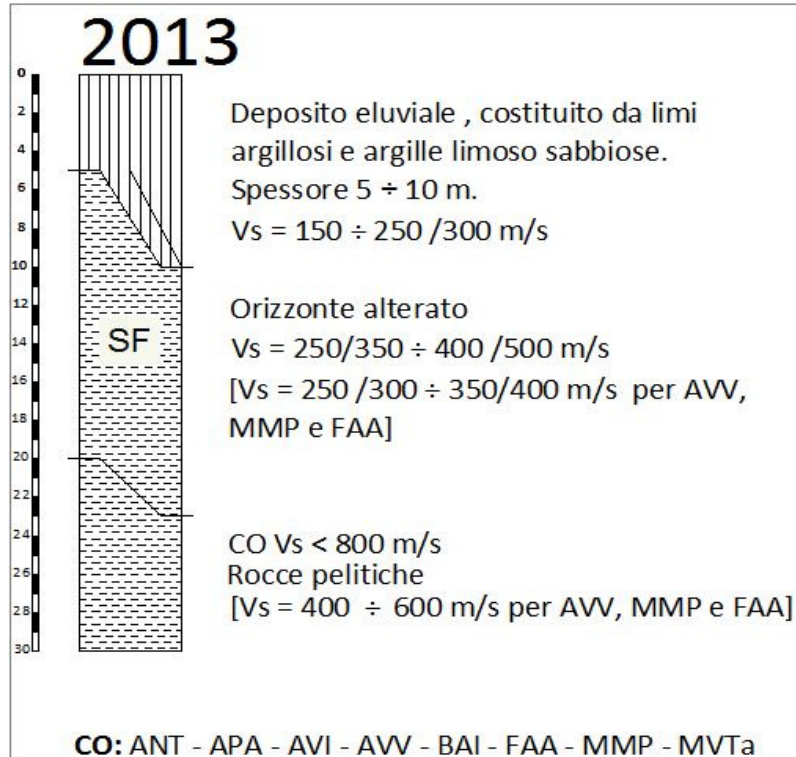
**Studi richiesti:** valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafico; nei casi di pendenza  $\geq 15^\circ$  valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

**Microzonazione sismica:** approfondimenti di II° livello.

**FPGA: 1,6 ÷ 1,8**

**FH0105: 1,5 ÷ 1,6**

**FA0510: 1,3 ÷ 1,4**

**Zona 2013**

Depositi eluvio – coluviali ed eolici, di spessore compreso tra 5 e 10 m, su substrato coesivo non stratificato, a comportamento non rigido con  $V_s < 800 \text{ m/sec}$ .

**Effetti attesi:** amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche.

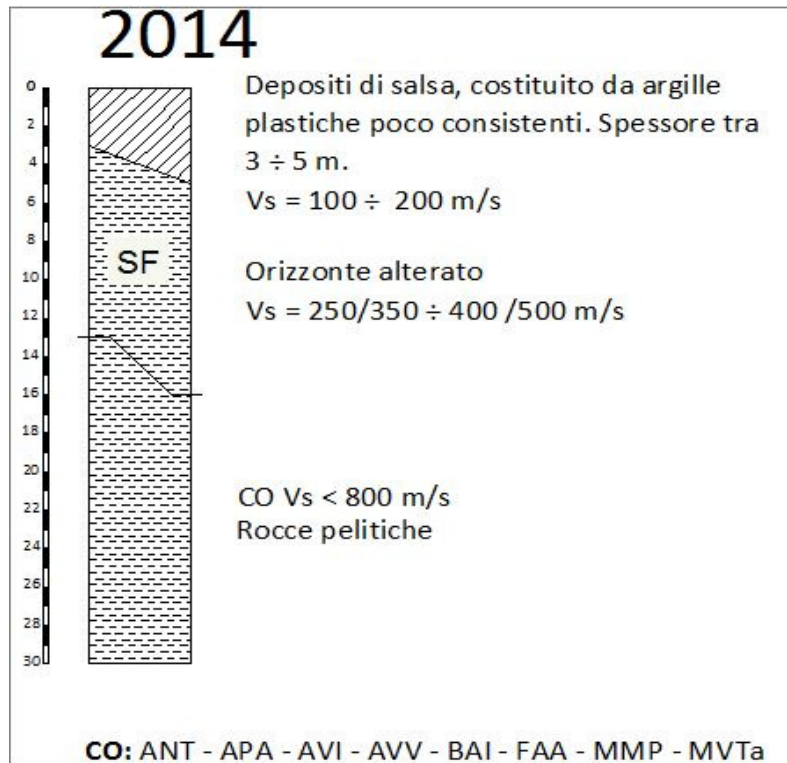
**Studi richiesti:** valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafico; nei casi di pendenza  $\geq 15^\circ$  valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

**Microzonazione sismica:** approfondimenti di II° livello.

**FPGA: 1,7 ÷ 2,0**

**FH0105: 1,6 ÷ 1,9**

**FA0510: 1,4 ÷ 1,5**

**Zona 2014**

Depositi di salsa, costituito da argille plastiche poco consistenti, di spessore compreso tra 3 e 5 m, su substrato argilloso - argillitico - a breccie argillose, quindi coesivo non stratificato, a comportamento non rigido, con Vs << 800 m/sec.

**Effetti attesi:** amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche, instabilità dei versanti.

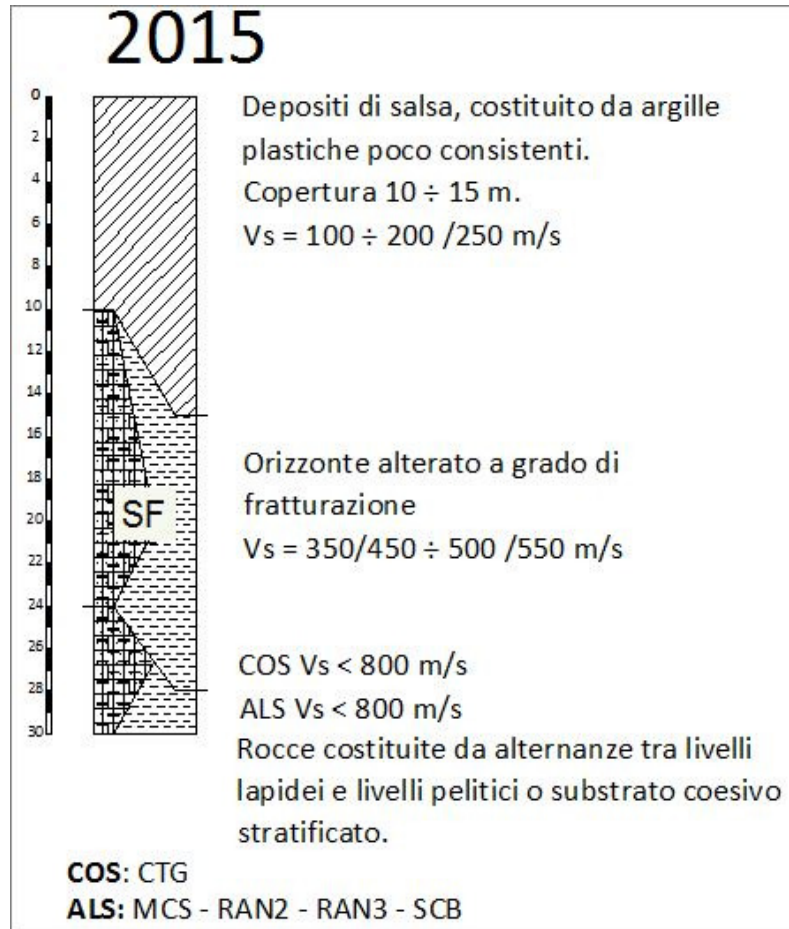
**Studi richiesti:** valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafico; nei casi di pendenza  $\geq 15^\circ$  valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

**Microzonazione sismica:** III livello di approfondimento.

**FPGA: 1,8 ÷ 2,0**

**FH0105: 1,7 ÷ 1,8**

**FA0510: 1,3 ÷ 1,4**

**Zona 2015**

Depositi di salsa, costituito da argille plastiche poco consistenti, di spessore compreso tra 10 e 15 m, su substrato ad alternanze arenaceo pelitiche stratificate e a materiali coesivi stratificati, a comportamento non rigido con  $V_s < 800 \text{ m/sec}$ .

**Effetti attesi:** amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche, instabilità dei versanti.

**Studi richiesti:** valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafico; nei casi di pendenza  $\geq 15^\circ$  valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

**Microzonazione sismica:** III livello di approfondimento,

**FPGA:** 1,9 ÷ 2,2

**FH0105:** 1,9 ÷ 2,6

**FA0510:** 1,4 ÷ 1,8

## Zone Z<sub>AFR</sub>

- **zone di instabilità per fenomeni franosi - Z<sub>AFR</sub>**

**Effetti attesi:** amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche, instabilità dei versanti, cedimenti differenziali,

**Studi richiesti:** valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafico; nei casi di pendenza  $\geq 15^\circ$  valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

**Microzonazione sismica:** III livello di approfondimento.

## **8.4 CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA**

### **8.4.1 CARTA DELLE VELOCITA' DELLE ONDE DI TAGLIO**

La carta delle velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ), Tav. 1.7, scala 1:5000, definisce gli spessori [H (m)] e le velocità delle onde di taglio [ $V_{sH}$  (m/s)] che competono a ciascuna tipologia di copertura sovrastante il substrato geologico.

In corrispondenza di tale fascia di passaggio, infatti, si colloca il principale contrasto di impedenza che condiziona il moto sismico del sito esaminato: maggiore è il contrasto d'impedenza tra substrato geologico e terreni di copertura, maggiori saranno gli effetti di amplificazione.

Di seguito si riportano le condizioni per le quali si registrano gli effetti in situ più significativi:

- terreni di copertura su substrato a comportamento rigido (*bedrock* sismico) con  $V_s > 800$  m/sec;
- pronunciata variazione dei valori di  $V_s$  tra primo e secondo sismo - orizzonte; in questo caso giocano un ruolo significativo lo spessore e la continuità verticale dei valori di  $V_s$  che definiscono l'unità profonda a comportamento più rigido.

I valori di  $V_s$  sono stati calcolati in base a dati acquisiti con indagini:

- **Prospezioni geofisiche integrate Re.Mi. (Refraction Microtremor: Re.Mi.) - M.A.S.W. (Multichannel Analysis Surface Waves);**
- **HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio), in rapporto ad indagini geognostiche - sondaggi meccanici prossimi, prospezioni Re.Mi/MASW coincidenti o prossime.**

In riferimento ai valori di velocità  $V_s$  calcolati con la prima delle metodologie sopra indicate ed all'analisi critica delle prove CPT, DPSH e sondaggi meccanici recuperati dai documenti tecnici depositati presso l'Ufficio Tecnico del Comune di Viano, è stato possibile desumere la profondità H del substrato rigido avvalendosi della relazione che collega la frequenza di risonanza con la profondità del substrato rigido e la velocità media delle onde S ( $F_0 = V_s/4 \cdot H$ ).

Ai valori di  $F_0$  determinati mediante la campagna di misure a stazione singola è stato attribuito un intervallo di valori e velocità nel quale probabilmente ricadono H e  $V_{sH}$ .

Di seguito, per ciascuna tipologia di copertura riscontrata nel territorio comunale di Viano, si riportano i valori delle velocità delle onde di taglio  $V_s$ ; per la stima del parametro  $V_{s,30}$  sono stati

esclusi i primi 1,5 m di sottosuolo, in quanto generalmente interessati da processi d'alterazione pedogenica.

#### Terreni di copertura:

- Depositi di salsa (e1), spessori: 3/5 ÷ 10/15 m

$$V_s = 100/150 \div 150/200 \text{ m/sec}$$

- Depositi eolici (d1), spessori: 3/5 ÷ 5/10 m

$$V_s = 200/250 \div 250/300 \text{ m/sec}$$

- Accumuli di frana, spessori 5/10 ÷ 15 m

$$V_s = 150/250 \div 250/300 \text{ m/sec}$$

- Depositi di versante sl (a3, a4, a6)

$$V_s = 200/250 \div 250/320 \text{ m/sec};$$

- Depositi alluvionali – conoidi alluvionali, spessori: 3/5 ÷ 8/10 m

$$V_s = 250/300 \div 300/350 \text{ m/sec}$$

#### Formazioni della Successione del margine appenninico:

- Prevalentemente argillitiche – pelitico argillose

$$V_s = 400/450 \div 550/600 \text{ m/sec}$$

- Prevalentemente gessoso - solfifere

$$V_s = 850 \div 1050 \text{ m/sec}$$

#### Formazioni Epiliguri:

- Prevalentemente arenaceo pelitiche – arenacee - arenitiche

$$V_s = 700 / 750 \div 800 \text{ m/sec}$$

- Alternanze marnose – siltoso – sabbiose – pelitico – arenacee – marnose

$$V_s = 450/550 \div 600/700 \text{ m/sec}$$

- Prevalentemente argillitiche – marnoso argillose brecce argillose

$$V_s = 350/450 \div 550 \text{ m/sec}$$

#### Formazioni Liguri:

- Prevalentemente argillitiche - argillose

$$V_s = 350/450 \div 450/550 \text{ m/sec}$$

- Prevalentemente pelitico arenacee – marnoso calcaree:

$$V_s = 450/550 \div 600/650 \text{ m/sec}$$

## 8.4.2 CARTA DEI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE

### Amplificazione stratigrafica

Gli sviluppi delle aree oggetto di microzonazione sismica di secondo livello di approfondimento individuano aree a comportamento sismico equivalente, attribuendo alle stesse indici quantitativi



che definiscono in base alle condizioni stratigrafiche e topografiche l'amplificazione sismica attesa ( $T_r = 475$  anni;  $\zeta = 5\%$ ).

Ad ognuna delle microzone individuate sono assegnati valori dei Fattori di Amplificazione (F.A.) calcolati mediante appositi abachi predisposti della Emilia Romagna.

Nel caso della Micorzonazione Sismica del Comune di Viano trattandosi di comune appenninico, i fattori di amplificazione sono stati stimati solo in base agli abachi regionali (**Allegato A2 del D.G.R. 2193\_2015**). Questi ultimi prevedono una serie di dati di ingresso che comprendono il contesto geo-morfologico di riferimento, lo spessore di copertura ed il tipo di substrato geologico ed (in base al tipo di abaco utilizzato) i parametri  $V_{S30}$  e  $V_{sH}$ .

Di seguito si riporta un estratto degli abachi regionali utilizzati per la determinazione qualitativa dei fattori d'amplificazione.

**A2.1.1 - APPENNINO (zone collinari e montane)**

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

	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

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

	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	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

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

	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	1.0	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		2.5	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

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

In caso di substrato non rigido, vale a dire caratterizzato da  $V_s \ll 800$  m/s, si devono usare le seguenti tabelle

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

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

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

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

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

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

Le caratteristiche delle successioni litotecniche e dei valori di  $V_s$  che competono alle stesse, compendiate dai relativi valori dei fattori di amplificazione FA.PGA., FA.IS. 0.1 – 0.5 sec, FAIS 0.5 – 1.0 sec, riferiti alle microzone individuate, sono visualizzate nelle allegate tavole.

Le microzone sono suddivise in:

- **Zone stabili.**
- **Zone stabili suscettibili di amplificazione locale.**
- **Zone di attenzione per instabilità di versante.**

A ciascuna di suddette zone corrispondono colori diversi e differenti simbologie.

I valori dei fattori di amplificazione di PGA ed IS individuati per le microzone evidenziano comportamenti di risposta sismica differenziati in rapporto alle caratteristiche litologiche, tipo di coperture e spessori che ad esse competono, grado di fratturazione del substrato.

Tale diversità si rimarca anche in funzione del grado di rigidità che contraddistingue il substrato sul quale giacciono le coperture detritiche quaternarie: depositi di versante sl, ed eluvio – colluviali, detriti di falda; analogamente mostrano accentuate differenze in concomitanza degli accumuli di frana con spessori maggiori: 8 ÷ 10 m e depositi di versante con potenze di 5 ÷ 8 ÷ 10 m.

In linea generale, le litozone arenitiche della Successione Epiligure (**PATa e PAT4**), costituenti substrato lapideo stratificato, evidenziano assenza di fattori di amplificazione praticamente trascurabili; in tal modo, si caratterizzano inoltre i termini della Formazione Gessoso Solifera (**GES**).

Le altre formazioni o membri rocciosi prevalentemente arenacei (**PAT - RAN3c- RAN2a**) presentano amplificazioni di tipo basso - medio basso, anche in assenza di copertura.

Le formazioni geologiche caratterizzate da alternanze arenaceo pelitiche e marnoso calcaree (**RAN2, RAN3, SCB e MCS**) e i corpi coesivi stratificati (**CTG**) denotano fattori di amplificazione medio bassi, in condizione di non elevata alterazione e fratturazione; le litozone francamente marnoso - argillitiche e a breccie argillose non stratificate (**ANT, APA, AVI, AVV, BAI, FAA, MMP e MVTa**) mostrano gradi di amplificazione medio elevati.

I depositi di versante presentano sensibili differenziazioni della risposta sismica in superficie; tali variazioni possono dipendere dagli spessori delle coperture (5 - 10 m) ma anche dalla tipologia di substrato; infatti, si evidenziano infatti fattori di amplificazione medi - medio elevati quando le formazioni sottostanti sono di tipo arenaceo pelitico o marnoso siltose come indicano i valori di FPGA; d'altra parte in presenza di substrati argillitici, con spessori delle coperture di 5/10 m, si riscontrano amplificazioni di grado elevato (FPGA = 1,9 ÷ 2,0).

Risposte alla sollecitazione sismica sensibilmente differenziate evidenziano i depositi alluvionali principalmente in rapporto al loro spessore ed in subordine al tipo di substrato litologico; si riscontrano, infatti, gradi di amplificazione da medi a medio elevati, quando gli spessori sono mediamente compresi tra 3 ÷ 5 m, mentre per spessori di 8 ÷ 10 m si osservano fattori di amplificazione medio elevati.

Risentimenti sismici ulteriormente differenziati denotano gli accumuli di frana in funzione sia del tipo di substrato coinvolto che del cinematismo e dell'attività del fenomeno gravitativo; i coefficienti di amplificazione risultano comunque di tipo elevato.

Fattori di amplificazione elevati contraddistinguono le zone interessate da deformazioni che hanno indotto medio elevati gradi di fratturazione e/o fasce di faglia, che mostrano FPGA = 1,9 ÷ 2,3; FH0105 = 1,8 ÷ 2,1; FH0510 = 1,3 ÷ 1,7.

### **Amplificazione topografia**

Al fine del calcolo dell'amplificazione stratigrafica si è fatto riferimento all'Allegato A2.2 presente all'interno della DGR 2193/2015.

Tale atto d'indirizzo definisce trascurabili gli effetti della topografia in corrispondenza di pendii con inclinazione media inferiore a 15°, mentre devono essere calcolati nel caso di configurazioni geometriche bidimensionali e tridimensionali (cocuzzolo, cresta, dorsale allungata) di altezza (H) superiore a 30 m.

Per pendii con inclinazione maggiore di  $15^\circ$  la risposta sismica locale deve essere incrementata di un fattore  $S_T$  (coefficiente di amplificazione stratigrafica) che può essere calcolato nel seguente modo:

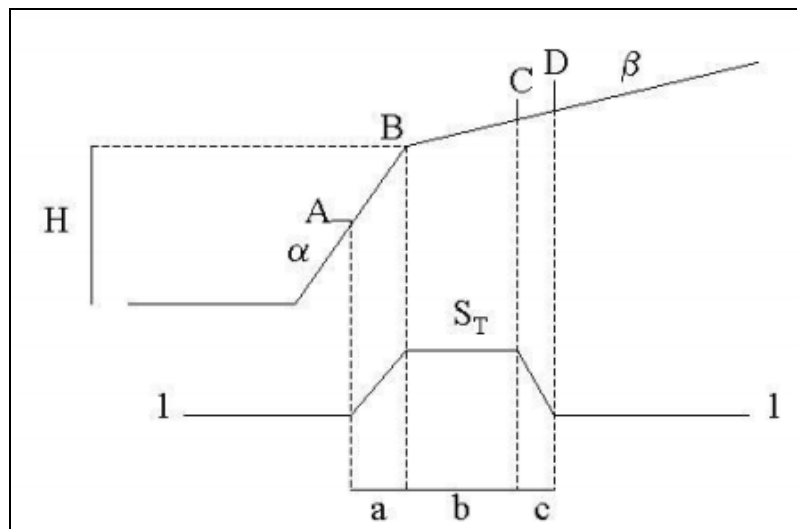
$$S_T = 1 + 0.8(\alpha - \beta - 0.4) \text{ sul segmento BC}$$

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

$\alpha$  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.



Sulle carte di secondo livello si evidenziano i fattori di amplificazione cumulativi, derivanti dalla considerazione contemporanea del coefficiente di amplificazione stratigrafica e del coefficiente di amplificazione topografica.

### 8.4.3 APPROFONDIMENTI DI III LIVELLO

#### CENNI METODOLOGICI

In relazione alle prescrizioni presenti all'interno degli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica in merito agli approfondimenti di III livello, si è svolta l'analisi di III livello sismico relativa all'amplificazione stratigrafica locale.

L'analisi della risposta sismica locale è quindi stata sviluppata attraverso l'utilizzo del software STRATA, considerando gli accelerogrammi assegnati al Comune di Viano nell'ambito degli Indirizzi per gli studi di Microzonazione Sismica in Emilia Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica della Regione; tali accelerogrammi sono reperibili al seguente indirizzo internet: <http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/temi/sismica/gli-indirizzi-per-gli-studi-di-microzonazione-sismica-in-emilia-romagna-per-la-pianificazione-territoriale-e-urbanistica>.

000126xa\_035044Viano

000354xa\_035044Viano

L'elaborazione ha consentito di ricavare i seguenti spettri di accelerazione, presentati unitamente alla funzione media (opportunamente ricavata, di colore rosso) e allo spettro di riferimento per il sito in esame (di colore nero).

Il secondo dato d'ingresso è rappresentato dallo spettro di risposta calcolato per il Comune di Viano, in riferimento alle indicazioni presenti all'interno della D.A.L. R.E.R. n°112/2007, applicando l'appropriata *p.g.a.* di riferimento (0,160g). Quanto ottenuto è rappresentativo di condizioni assimilabili a quelle di campo libero (*free - field*) e di suolo rigido (*bedrock* sismico pseudo-affiorante), ovvero non soggetto a potenziali fenomeni di amplificazione stratigrafica.

Contrariamente a quanto avviene applicando le NTC, all'interno degli studi di microzonazione sismica di livello approfondito, gli spettri in analisi (quello di input e quello desunto dall'analisi di livello approfondito) non vengono normalizzati.

Dal punto di vista prettamente operativo, per ogni singolo accelerogramma considerato, il software STRATA per la determinazione del fattore di amplificazione stratigrafico, richiede che sia inserita la stratigrafia del sito in analisi e la profondità desunta alla quale si riscontra il bedrock sismico.

Per ogni sismo-orizzonte occorre indicare il *soil type*, lo spessore (espresso in metri), il peso di volume (espresso in kN/m<sup>3</sup>) e la velocità di propagazione delle onde di taglio (m/sec).

A ciascun numero di *soil type*, corrisponde una tipologia granulometrica e fisica di suolo e, di conseguenza, una relativa curva di decadimento, messa a disposizione dal programma.

Il codice di calcolo mediante i parametri inseriti desume, mediante ripetute iterazioni, il modulo di taglio  $G_{MAX}$  (MPa) per ogni singolo orizzonte; inoltre, nel caso si disponga di prove di laboratorio dinamiche (quali colonne risonanti o taglio ciclico) è possibile inserire tali valori manualmente, oltre alle curve di decadimento, al fine di raffinare ulteriormente la stima del fattore di amplificazione.

#### **DEFINIZIONE DELLO SPETTRO DI RISPOSTA RELATIVO AL SITO IN ANALISI**

Per lo studio della risposta sismica del sito in esame si è scelto di utilizzare come input di riferimento quello ottenuto applicando allo spettro di risposta allo stato limite di salvaguardia della vita, calcolato su suolo rigido (ovvero il bedrock sismico), un coefficiente d'uso per una struttura di classe II ( $C_u = 1,0 \rightarrow V_r = 50$  anni).

Per ogni sito analizzato, la stratigrafia del sottosuolo e le sue caratteristiche litostratigrafiche e sismiche sono state desunte dalle indagini geognostiche svolte in corrispondenza del medesimo e dalle prospezioni geofisiche eseguite ai fini del presente studio o recuperate in bibliografia.

**DEFINIZIONE DEI COEFFICIENTI DI AMPLIFICAZIONE SISMICA**

La definizione dell'amplificazione del moto sismico tra bedrock sismico e superficie per ognuna delle zone identificate dai modelli precedentemente illustrati, è stata effettuata sia con la determinazione del rapporto di accelerazione massima orizzontale ( $PGA/PGA_0$ ) che mediante la determinazione dell'intensità di Housner (o intensità dello spettro di risposta)  $SI/SI_0$ , è definita come:

$$SI = \int_{T_1}^{T_2} PSV(T, \xi) dt$$

Il parametro risultante evidenzia la severità del moto sismico in correlazione al danno potenziale atteso per effetto dei terremoti in esame. Gli estremi dei periodi di integrazione sono in genere funzione dei periodi strutturali della tipologia di edifici presenti nell'area in esame.

Lo studio originale condotto da Housner, definisce il fattore di amplificazione, tra  $T = 0,1$  e  $2,5$  sec.

Nel contesto del presente studio, l'approccio per la determinazione dei periodi di integrazione, è stato effettuato considerando le caratteristiche delle tipologie strutturali previste in progetto ed analizzando le variazioni dei fattori di amplificazione in funzione dei diversi periodi esaminati.

Di seguito si riporta per ogni singolo ambito i livelli di approfondimento realizzati, riportanti nella tavola "*3.1 Ubicazione degli approfondimenti sismici di III livello*".

Si precisa che tali fattori sono da considerarsi al netto del coefficiente di amplificazione topografica.

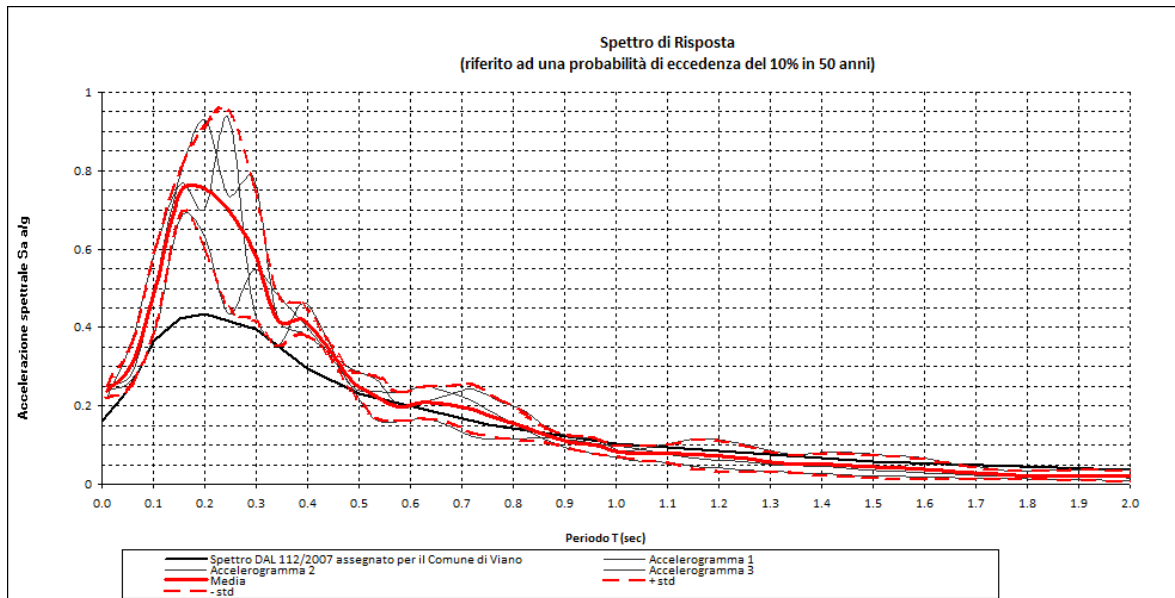
**Ambito: Capoluogo**

**Sede Amministrazione Comunale**

Name	Unit weight [kN/mc]	G/Gmax Model	Damping Model
A	19.50	Ghiaie lente Vs 250 - 300	Ghiaie lente Vs 250 - 300
B	18.50	Vucetic & Dobry, PI = 30	Vucetic & Dobry, PI = 30
D	20.50	Flysch argilloso Vs 530 - 550	Flysch argilloso Vs 530 - 550

Successione sismo-stratigrafica:

	Depth [m]	Thickness [m]	Soil type	Vs [m/s]
1	0.00	1.20	A	265.00
2	1.20	8.80	B	370.00
3	10.00	16.20	D	569.00
4	26.20	Half-Space	Bedrock	822.00



Spettri di risposta calcolati con approfondimento di III livello.

Intervallo di periodo	Fattore di amplificazione	Range di accelerazione spettrale a/g
FA pga	<b>1,473</b>	-
FA IS 0,1 ÷ 0,5	1,50	0,27 ÷ 0,76
FA IS 0,5 ÷ 1,0	1,05	0,10 ÷ 0,20

Fattori di amplificazione dell'intensità spettrale determinati per i vari intervalli di periodo.

**PRINCIPALI COEFFICIENTI DI SOLLECITAZIONE SISMICA DERIVANTI DALLO STUDIO DI III LIVELLO**

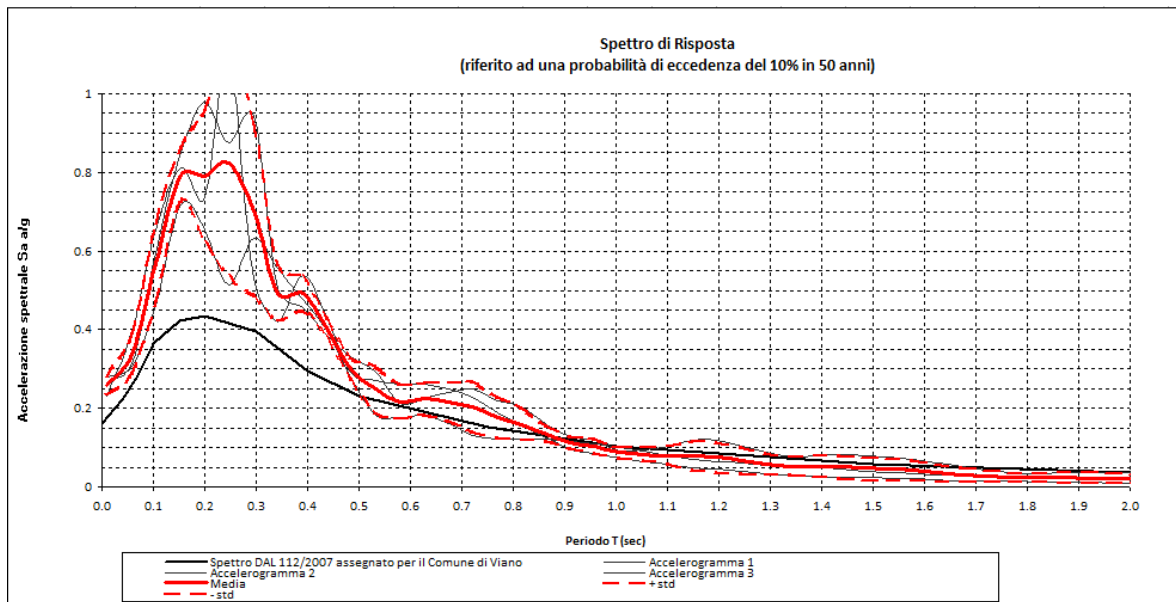
Pga di riferimento	<b>0,160</b>
Coefficiente di amplificazione litologica	<b>1,473 (III livello)</b>
Coefficienti di amplificazione topografico:	<b>1,000</b>
$a_{max}/g$	<b>0,236</b>
coefficiente sismico orizzontale	<b><math>k_h = 0,057</math></b>
coefficiente sismico verticale	<b><math>k_v = \pm 0,029</math></b>

**Struttura polifunzionale ex bocciodromo**

Name	Unit weight [kN/mc]	G/Gmax Model	Damping Model
A	19.50	Ghiaie lente Vs 250 - 300	Ghiaie lente Vs 250 - 300
B	18.80	Vucetic & Dobry, PI = 30	Vucetic & Dobry, PI = 30
C	21.00	Ghiaie Reg lombardia	Ghiaie Reg Lombardia
D	21.50	Flysch argilloso Vs 530 - 550	Flysch argilloso Vs 530 - 550

Successione sismo-stratigrafica:

	Depth [m]	Thickness [m]	Soil type	Vs [m/s]
1	0.00	1.00	A	250.00
2	1.00	7.00	B	289.00
3	8.00	13.00	C	464.00
4	21.00	23.80	D	784.00
5	44.80	Half-Space	Bedrock	860.00



Spettri di risposta calcolati con approfondimento di III livello.

Intervallo di periodo	Fattore di amplificazione	Range di accelerazione spettrale a/g
FA pga	<b>1,620</b>	-
FA IS 0,1 ÷ 0,5	1,69	0,30 ÷ 0,83
FA IS 0,5 ÷ 1,0	1,12	0,10 ÷ 0,30

Fattori di amplificazione dell'intensità spettrale determinati per i vari intervalli di periodo.

**PRINCIPALI COEFFICIENTI DI SOLLECITAZIONE SISMICA DERIVANTI DALLO STUDIO DI III LIVELLO**

Pga di riferimento	<b>0,160</b>
Coefficiente di amplificazione litologica	<b>1,620 (III livello)</b>
Coefficienti di amplificazione topografico:	<b>1,000</b>
$a_{max}/g$	<b>0,259</b>
coefficiente sismico orizzontale	<b><math>k_h = 0,062</math></b>
coefficiente sismico verticale	<b><math>k_v = \pm 0,031</math></b>

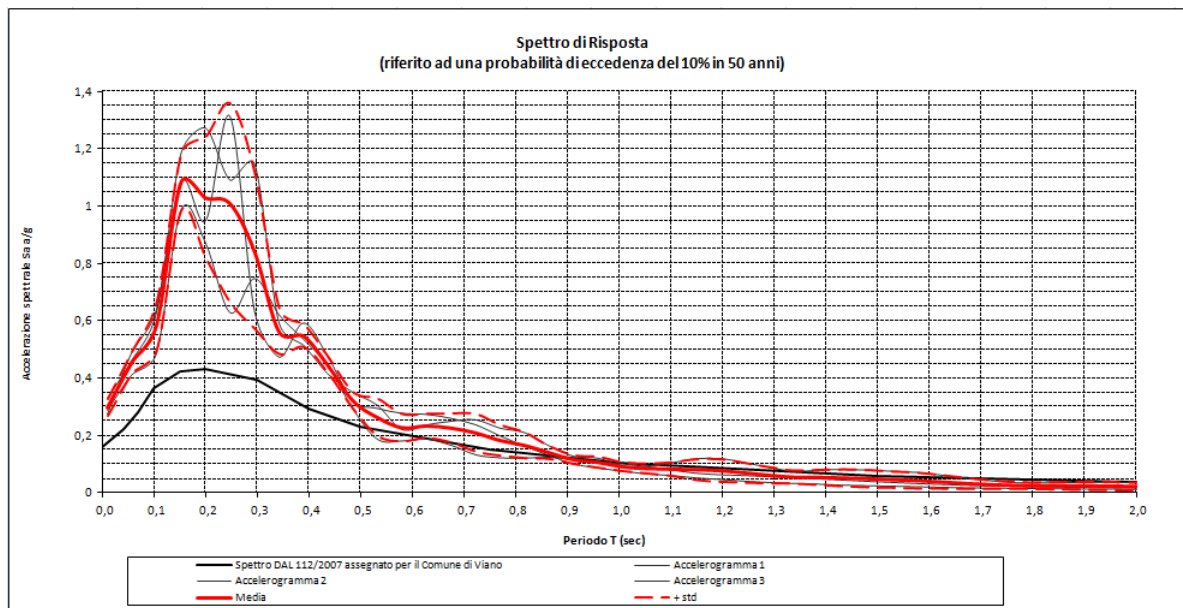


**Chiesa di San Salvatore**

Name	Unit weight [kN/mc]	G/Gmax Model	Damping Model
B	18.80	Vucetic & Dobry, PI = 30	Vucetic & Dobry, PI = 30
D	21.00	Attenuation of rock average	Attenuation of rock average

Successione sismo-stratigrafica:

	Depth [m]	Thickness [m]	Soil type	Vs [m/s]
1	0.00	1.40	B	120.00
2	1.40	1.40	B	225.00
3	2.80	1.80	B	180.00
4	4.60	2.60	B	225.00
5	7.20	2.80	D	350.00
6	10.00	3.50	D	400.00
7	13.50	4.20	D	480.00
8	17.70	13.30	D	535.00
9	31.00	Half-Space	Bedrock	700.00



Spettri di risposta calcolati con approfondimento di III livello.

Intervallo di periodo	Fattore di amplificazione	Range di accelerazione spettrale a/g
FA pga	<b>1,856</b>	-
FA IS 0,1 ÷ 0,5	2,035	0,42 ÷ 1,09
FA IS 0,5 ÷ 1,0	1,18	0,13 ÷ 0,42

Fattori di amplificazione dell'intensità spettrale determinati per i vari intervalli di periodo.

**PRINCIPALI COEFFICIENTI DI SOLLECITAZIONE SISMICA DERIVANTI DALLO STUDIO DI III LIVELLO**

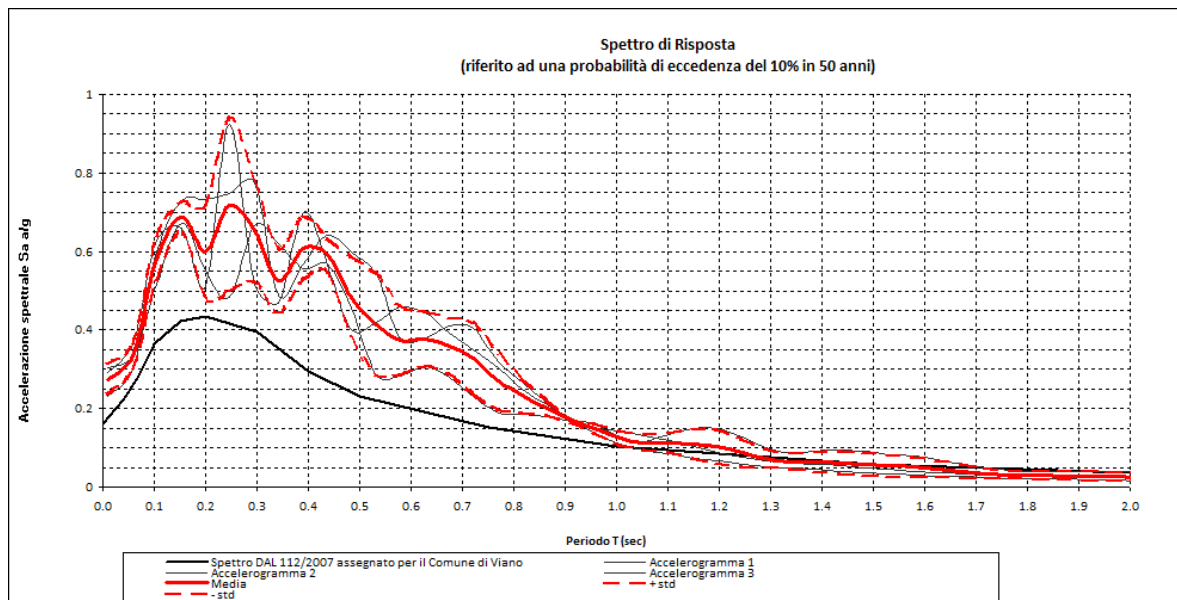
Pga di riferimento	<b>0,160</b>
Coefficiente di amplificazione litologica	<b>1,856 (III livello)</b>
Coefficienti di amplificazione topografico:	<b>1,000</b>
$a_{max}/g$	<b>0,297</b>
coefficiente sismico orizzontale	<b><math>k_h = 0,071</math></b>
coefficiente sismico verticale	<b><math>k_v = \pm 0,036</math></b>

**Castello**

Name	Unit weight [kN/mc]	G/Gmax Model	Damping Model
B	18.80	EPRI (93), PI=30	EPRI (93), PI=30
C	20.50	Ghiaie lente Vs 250 - 300	Ghiaie lente Vs 250 - 300
D	21.00	Flysch argilloso Vs 530 - 550	Flysch argilloso Vs 530 - 550

Successione sismo-stratigrafica:

	Depth [m]	Thickness [m]	Soil type	Vs [m/s]
1	0.00	2.65	B	150.00
2	2.65	20.00	C	280.00
3	22.65	20.00	D	480.00
4	42.65	15.00	D	605.00
	57.65	Half-Space	Bedrock	750.00



Spettri di risposta calcolati con approfondimento di III livello.

Intervallo di periodo	Fattore di amplificazione	Range di accelerazione spettrale a/g
FA pga	<b>1,715</b>	-
FA IS 0,1 ÷ 0,5	1,69	0,48 ÷ 0,72
FA IS 0,5 ÷ 1,0	1,77	0,15 ÷ 0,48

Fattori di amplificazione dell'intensità spettrale determinati per i vari intervalli di periodo.

**PRINCIPALI COEFFICIENTI DI SOLLECITAZIONE SISMICA DERIVANTI DALLO STUDIO DI III LIVELLO**

Pga di riferimento	<b>0,160</b>
Coefficiente di amplificazione litologica	<b>1,715 (III livello)</b>
Coefficienti di amplificazione topografico:	<b>1,000</b>
$a_{max}/g$	<b>0,274</b>
coefficiente sismico orizzontale	<b><math>k_h = 0,066</math></b>
coefficiente sismico verticale	<b><math>k_v = \pm 0,033</math></b>

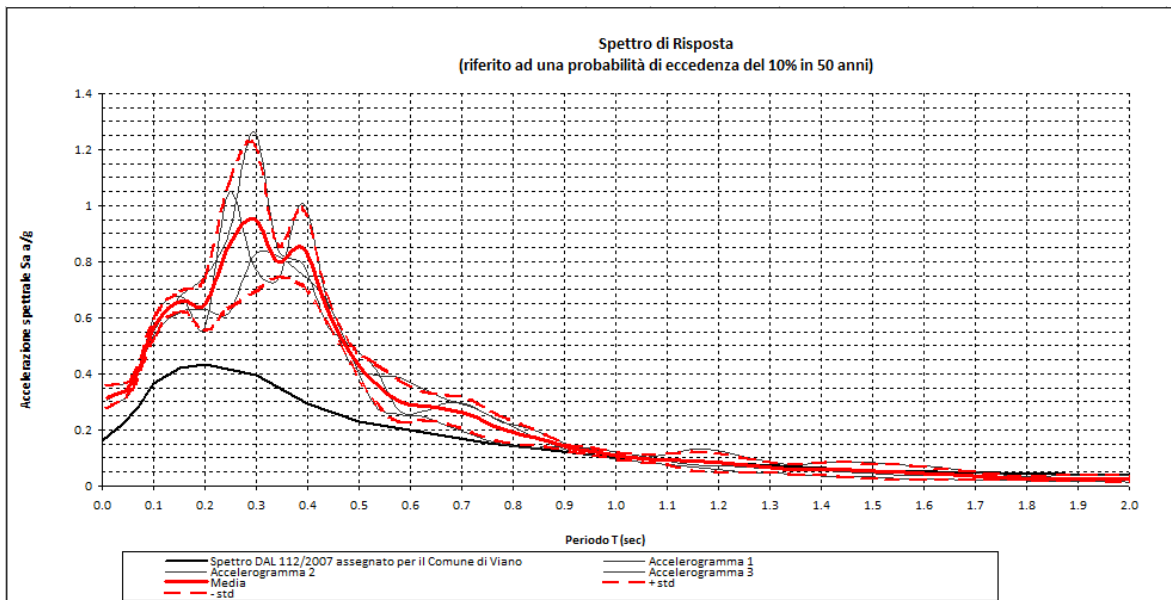
**Ambito: Faggiano - Spese**

**Zona residenziale**

Name	Unit weight [kN/mc]	G/Gmax Model	Damping Model
A	19.00	Limo con argilla/ argilla con limo debolmente sabbioso CNM	Limo con argilla/ argilla con limo debolmente sabbioso CNM
B	18.50	Vucetic & Dobry, PI = 15	Vucetic & Dobry, PI = 15
D	20.50	Flysch marnoso argilloso meno Rigido San Giuliano (CB)	Flysch marnoso argilloso meno rigido San Giuliano (CB)

Successione sismo-stratigrafica:

	Depth [m]	Thickness [m]	Soil type	Vs [m/s]
1	0.00	3.20	A	166.00
2	3.20	9.60	B	211.00
3	12.80	16.00	D	603.00
4	28.80	Half-Space	Bedrock	895.00



**Spettri di risposta calcolati con approfondimento di III livello.**

Intervallo di periodo	Fattore di amplificazione	Range di accelerazione spettrale a/g
FA pga	<b>1,975</b>	-
FA IS 0,1 ÷ 0,5	2,03	0,47 ÷ 0,96
FA IS 0,5 ÷ 1,0	1,41	0,12 ÷ 0,47

*Fattori di amplificazione dell'intensità spettrale determinati per i vari intervalli di periodo.*

**PRINCIPALI COEFFICIENTI DI SOLLECITAZIONE SISMICA DERIVANTI DALLO STUDIO DI III LIVELLO**

Pga di riferimento	<b>0,160</b>
Coefficiente di amplificazione litologica	<b>1,975 (III livello)</b>
Coefficienti di amplificazione topografico:	<b>1,000</b>
$a_{max}/g$	<b>0,316</b>
coefficiente sismico orizzontale	<b><math>k_h = 0,076</math></b>
coefficiente sismico verticale	<b><math>k_v = \pm 0,038</math></b>

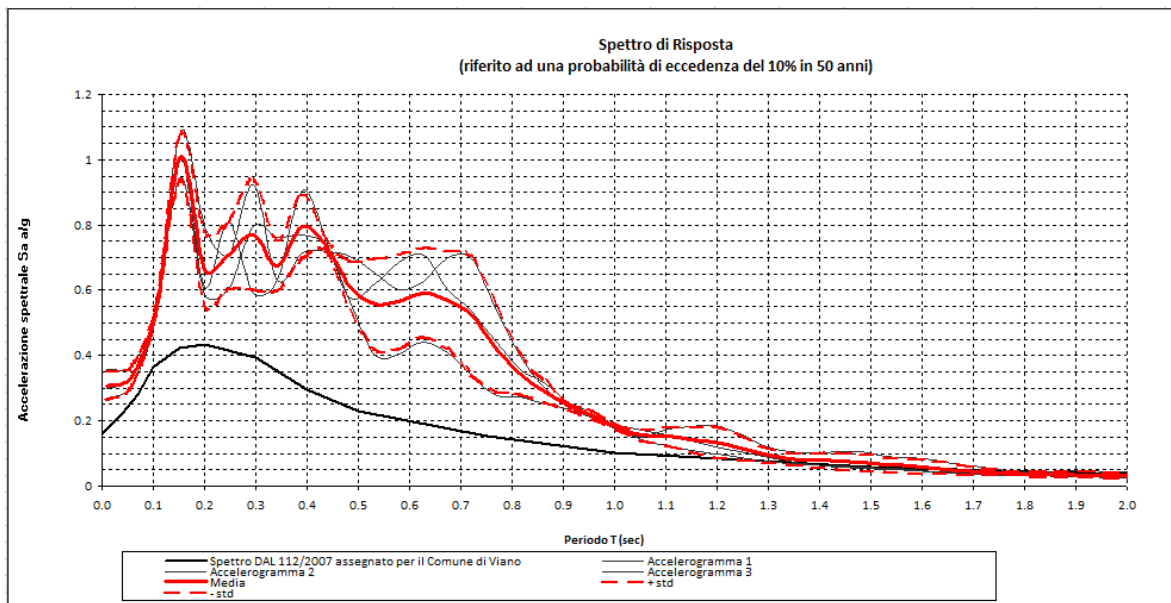
**Ambito: Regnano**

**Salse**

Name	Unit weight [kN/mc]	G/Gmax Model	Damping Model
A	18.50	Vucetic & Dobry, PI = 50	Vucetic & Dobry, PI = 50
B	18.80	Vucetic & Dobry, PI = 50	Vucetic & Dobry, PI = 50
C	19.50	Limi argillosi Reg Lombardia	Limi argillosi Reg lombardia
D	20.00	Flysch argilloso Vs 530 - 550	Flysch argilloso Vs 530 - 550
E	21.00	Flysch argilloso Vs 530 - 550	Flysch argilloso Vs 530 - 550

Successione sismo-stratigrafica:

	Depth [m]	Thickness [m]	Soil type	Vs [m/s]
1	0.00	3.00	A	118.00
2	3.00	11.00	B	141.00
3	14.00	16.00	C	339.00
4	30.00	14.00	D	440.00
5	44.00	14.00	E	578.00
6	58.00	Half-Space	Bedrock	723.00



Spettri di risposta calcolati con approfondimento di III livello.

Intervallo di periodo	Fattore di amplificazione	Range di accelerazione spettrale a/g
FA pga	<b>1,923</b>	-
FA IS 0,1 ÷ 0,5	2,06	0,52 ÷ 1,00
FA IS 0,5 ÷ 1,0	2,64	0,2 0 ÷ 0,59

Fattori di amplificazione dell'intensità spettrale determinati per i vari intervalli di periodo.

**PRINCIPALI COEFFICIENTI DI SOLLECITAZIONE SISMICA DERIVANTI DALLO STUDIO DI III LIVELLO**

Pga di riferimento	<b>0,160</b>
Coefficiente di amplificazione litologica	<b>1,923 (III livello)</b>
Coefficienti di amplificazione topografico:	<b>1,000</b>
$a_{max}/g$	<b>0,308</b>
coefficiente sismico orizzontale	<b><math>k_h = 0,074</math></b>
coefficiente sismico verticale	<b><math>k_v = \pm 0,037</math></b>

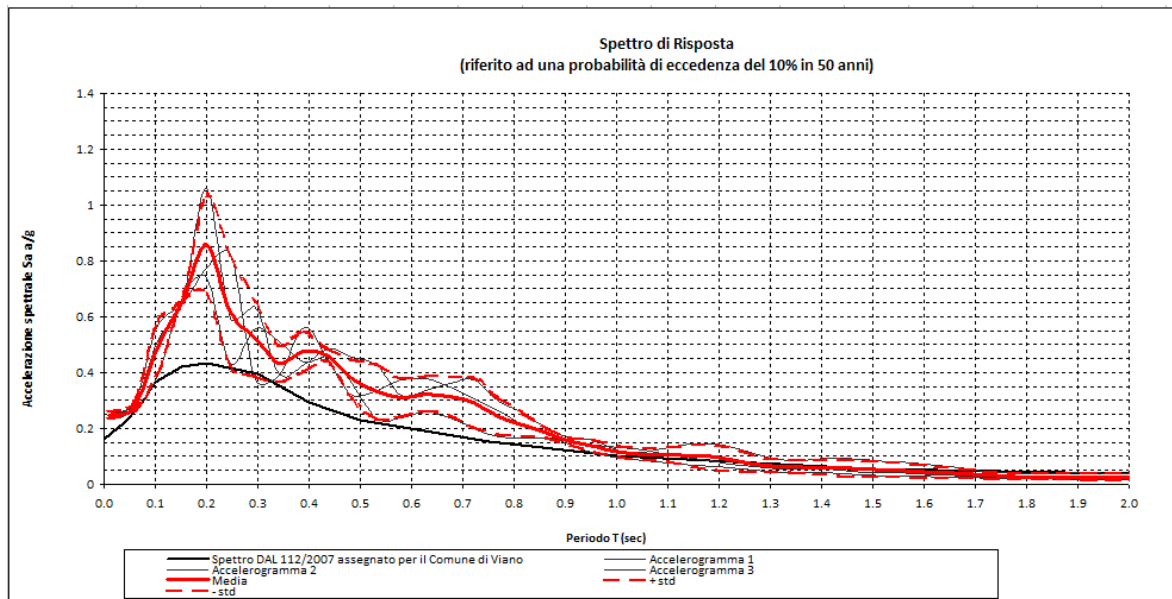
**Ambito: San Giovanni di Querciola**

**Ambito Residenziale**

Name	Unit weight [kN/mc]	G/Gmax Model	Damping Model
A	18.80	Vucetic & Dobry, PI = 15	Vucetic & Dobry, PI = 15
B	18.50	Vucetic & Dobry, PI = 30	Vucetic & Dobry, PI = 30
C	19.30	Limi argillosi Reg Lombardia	Limi argillosi Reg lombardia
D	21.00	Flysch argilloso Vs 530 - 550	Flysch argilloso Vs 530 - 550
E	20.50	Flysch argilloso Vs 530 - 550	Flysch argilloso Vs 530 - 550
F	21.50	Attenuation of rock average	Attenuation of rock average

Successione sismo-stratigrafica:

	Depth [m]	Thickness [m]	Soil type	Vs [m/s]
1	0.00	1.00	A	304.00
2	1.00	5.50	B	251.00
3	6.50	10.00	C	343.00
4	16.50	14.50	D	501.00
5	31.00	19.00	E	442.00
6	50.00	15.00	F	612.00
7	65.00	Half-Space	Bedrock	750.00



**Spettri di risposta calcolati con approfondimento di III livello.**

Intervallo di periodo	Fattore di amplificazione	Range di accelerazione spettrale a/g
FA pga	<b>1,547</b>	-
FA IS 0,1 ÷ 0,5	1,55	0,38 ÷ 0,86
FA IS 0,5 ÷ 1,0	1,54	0,14 ÷ 0,38

Fattori di amplificazione dell'intensità spettrale determinati per i vari intervalli di periodo.

**PRINCIPALI COEFFICIENTI DI SOLLECITAZIONE SISMICA DERIVANTI DALLO STUDIO DI III LIVELLO**

Pga di riferimento	<b>0,160</b>
Coefficiente di amplificazione litologica	<b>1,547 (III livello)</b>
Coefficienti di amplificazione topografico:	<b>1,000</b>
$a_{max}/g$	<b>0,247</b>
coefficiente sismico orizzontale	<b><math>k_h = 0,059</math></b>
coefficiente sismico verticale	<b><math>k_v = \pm 0,030</math></b>

## 8.5 COMMENTI FINALI E CRITICITÀ

In corrispondenza dei principali ambiti urbani presenti sul territorio comunale di Viano, sono state effettuate alcune elaborazioni per il calcolo approfondito del fattore di amplificazione stratigrafico ed è stata riscontrata, ai differenti intervalli di tempo di riferimento ( $F.A_{PGA}$ ,  $FA_{IS_{0,1-0,5}}$  e  $FA_{IS_{0,5-1,0}}$ ), una discreta omogeneità con quanto emerso nel corso dell'analisi qualitativa di II livello. Infatti, seppure lo spettro di risposta desunto per ciascuna analisi di III livello non viene normalizzato, le simulazioni proposte, generalmente, coincidono con i valori desunti dagli abachi con un'approssimazione riconducibile alla prima cifra decimale.

Tuttavia, occorre segnare due elaborazioni dissonanti con quanto emerso dall'analisi qualitativa di secondo livello; si tratta, nello specifico, dello spettro di risposta desunto per la Chiesa di San Salvatore, situata all'interno dell'ambito capoluogo, e di quello ricavato in corrispondenza dell'abitato di San Giovanni di Querciola.

Le cause delle divergenze tra le analisi di II e III livello, per i casi in esame, sono diverse tra loro e devono essere ricondotte a differenti motivazioni. Infatti, in corrispondenza della Chiesa di San Salvatore, i primi sismo orizzonti presentano velocità delle onde di taglio davvero basse, difficilmente attribuibili a litotipi appartenenti al primo orizzonte naturale; risultano, quindi, più probabilmente riconducibili ad orizzonti alterati e/o rimaneggiati a seguito dell'azione antropica.

Altri fattori che possono influire sulla precisione dell'analisi sono la sensibilità e l'esperienza maturata dal tecnico addetto all'elaborazione delle prospezioni geofisiche e la qualità della stessa indagine.

In questo caso il fattore d'amplificazione di III livello risulta sensibilmente maggiore rispetto quanto desunto dall'analisi di II livello.

Di contro, l'analisi condotta presso l'abitato di San Giovanni di Querciola si ubica in corrispondenza di un importante deposito di versante (a4) impostato sul contatto tettonico tra la Formazione del Flysch di Monte Cassio (MCS) e la Formazione delle Argille VariColori (AVV). In relazione a quanto desunto dall'analisi della cartografia geologica, il sottosuolo indagato dalla prospezione Re.Mi. - M.A.S.W. è attribuibile alla Formazione del Flysch di Monte Cassio, tuttavia, i parametri desunti mediante l'analisi con il *software Strata* sono maggiormente riconducibili alla Formazione delle Argille Varicolori.

Le spiegazioni sono quindi riconducibili ad una probabile non corretta definizione dei limiti formazionali, ad un'elevata fratturazione dei medesimi, o in alternativa, all'azione congiunta delle cause appena descritte.

Seppure non siano previsti sviluppi urbanistici in corrispondenza dei depositi di salsa, tali aree sono state inserite all'interno delle zone interessate da un'analisi approfondita del fattore di amplificazione stratigrafico a seguito della loro rilevanza geologico - geomorfologico.

Ad incrementare la complessità dell'analisi condotta, occorre ricordare come tali ambiti siano sottoposti a particolari tutele e quindi non si disponesse di alcun tipo d'informazioni relative alle successioni litomeccaniche del sottosuolo.

Pur registrando valori di amplificazione stratigrafica piuttosto significativi, con il procedere delle analisi, congiuntamente all'aumentare del grado di risoluzione, si è riscontrato una riduzione del suddetto parametro ed il passaggio da FA<sub>pga</sub> (II livello) = 2,2 a FA<sub>pga</sub> (III livello) = 1,92.

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

Per gli eventi passati non è stato possibile reperire attendibili informazioni sulle tipologie e distribuzioni dei dati e pertanto non effettuabile il confronto con le analisi e valutazioni di microzone sviluppate.

Da queste ultime si evince che gli effetti dello scuotimento si sono manifestati principalmente con amplificazioni per effetti della stratigrafia. In rapporto ai dati forniti dalle verticali a stazione singola HVSR, evidenziano ampiezze generalmente di 3 - 4, nelle alternanze arenaceo pelitiche e marnoso calcaree indicano che in tali formazioni gli effetti dello scuotimento si possono manifestare in modo più accentuato.

Per quanto riguarda l'intensità dell'amplificazione i risentimenti più pronunciati contraddistinguono i depositi eolici limosi - limoso sabbioso argillosi che coprono il substrato argillitico.

Analogo comportamento, di intensità relativa poco inferiore, caratterizzano i depositi alluvionali con spessori di 5 ÷ 10 m che rivestono substrati argillitico - argillosi o ad alternanze pelitico arenacee.



## 10. BIBLIOGRAFIA

NOTE ILLUSTRATIVE della CARATA GEOLOGICA D'ITALIA (2002) alla scala 1:50.000, foglio 237 SASSO MARCONI. ISPRA

SGI Enti realizzatori Regione Emilia – Romagna SGSS, a cura di F.PANINI, G.BETTELLI, M.PIZZIOLLO.

NOTE ILLUSTRATIVE della CARATA GEOLOGICA D'ITALIA (2009) alla scala 1:50.000, foglio 220 CASALECCHIO DI RENO.

ISPRA SGI Enti realizzatori Regione Emilia – Romagna SGSS, a cura di L.MARTELLI, A.BENINI, M.T.DE NARDO.

NOTE ILLUSTRATIVE della CARATA GEOLOGICA D'ITALIA (2005) alla scala 1:50.000, foglio 219 SASSUOLO. ISPRA SGI Enti realizzatori Regione Emilia – Romagna SGSS, a cura di G. GASPERI, F.PANINI, G.BETTELLI, M.PIZZIOLLO.

NOTE ILLUSTRATIVE della CARATA GEOLOGICA D'ITALIA (2002) alla scala 1:50.000, foglio 236 PAVULLO NEL FRIGNNO.

ISPRA SGI Enti realizzatori Regione Emilia – Romagna SGSS, a cura di F.PANINI, G.BETTELLI, M.PIZZIOLLO.

NOTE ILLUSTRATIVE della CARATA GEOLOGICA D'ITALIA (2002) alla scala 1:50.000, foglio 235 PIEVEPELAGO. ISPRA SGI Enti realizzatori Regione Emilia – Romagna SGSS, a cura di G.PLESI.

DGR1302/2012. Deliberazione della Giunta Regionale n. 1302/18/07/2012, *“Approvazione dei criteri per gli studi di microzonazione sismica ed assegnazione e concessione dei contributi di cui all’OPCM 4007/2012 a favore degli enti locali.*

<http://demetra.regione.emilia-romagna.it/> o <http://www.regione.emilia-romagna.it/geologia/>

REGIONE EMILIA ROMAGNA – REGIONE TOSCANA – UNIVERSITA’ DI SIENA 1240, AA.VV., 2013, Assetto tettonico e potenzialità sismogenetica dell’Appennino Tosco – Emiliano – Romagnolo e Val Padana. Centro Stampa – Regione Emilia Romagna.

MANICARDI A. – MAZZETTI G.P. – GILLI S. (2013) Geological characters and strummental seismic response of litho units between ridge and Apennine foothills: areas of the Municipaleties of Montese, Zocca, Guiglia, Marano s/P NATURAL HAZARD – E3. Sismic hazard: state of the art and open issues – Pubblicato sul sito <http://www.geoitalia2013.it/>

LOCATI M., CAMASSI R. E STUCCHI M. (a cura di), 2011. BDMI11, *la versione 2011 del Database Microsismico Italiano*. Milano, Bologna, <http://Edius.mi.ingv.it/DBMI11>

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.

[http://www.protezionecivile.it/cms/view.php?dir\\_pk=395&cms\\_pk=15833](http://www.protezionecivile.it/cms/view.php?dir_pk=395&cms_pk=15833)

DAL 111/2007. Deliberazione dell’assemblea Legislativa della Regione Emilia-Romagna n.112 del 2/5/2007: Approvazione dell’atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell’art.16 comma 1, della L.R. 20/2000 per *“Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica”*. Boll. Uff. Reg. Emilia-Romagna n.64 del 17/05/2007. <http://demetra.regione.emilia-romagna.it/> o <http://www.regioneemilia-romagna.it/geologia/>

AGI, 2005: Apetti geotecnici della progettazione in zona sismica. Linee Guida, Associazione Geotecnica Italiana, Pàtron Editore.

MELETTI C. E VALENSISE G., 2004. Zonazione sismogenetica ZS9-App. 2 al rapporto Conclusivo. In: "Gruppo di Lavoro MPS (2004). Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCm 3274 del 20 marzo 2003".

Rapporto per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici.

BOCCALETTI M. – MARTELLI L. – AA.VV. (2003) – Carta sismotettonica della Regione Emilia Romagna. S.E.L.C.A. Firenze.

OPCM 3274/2003. Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003: "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".

G.U. n. 155, 08/05/2003, suppl. ord. N. 72.

L.MARTELLI, A.MANICARDI, G.P. MAZZETTI, C. UGOLETTI. (2009). PTCP MODENA Carte Della Sicurezza Del Territorio, Riduzione Del Rischio Sismico, Carta Delle Aree Suscettibili Di Effetti Locali.

A. CAMPISI, M. GUERRA, F. MANENTI, L. MARTELLI, G. P. MAZZETTI (2007) PTCP DI REGGIO EMILIA: Rappresentazione Della Pericolosità Sismica Locale A Scala Provinciale e Indirizzi Per La Pianificazione Comunale, 26° Convegno Nazionale Gruppo Nazionale di Geofisica della Terra Solida, Novembre

G.P. MAZZETTI (2006), Evoluzione Geologica Del Territorio Reggiano, pp. 8-20 in "Una Provincia allo Specchio: Reggio Emilia"; Telesio Editrice, Carnate, Milano.

M. PAGANI, A. MARCELLINI, R. DAMINELLI, L. MARTELLI, G.P. MAZZETTI (2003). Valutazione Della Pericolosità Sismica Di Castelnovo Ne' Monti, Convegno Nazionale, Gruppo Nazionale di Geofisica della terra Solida, C.N.R., Roma.

G.P. MAZZETTI (1990). Studio geologico per il p.r.g. Di Villa Minozzo (RE). Secondo Seminario Cartografia Geologica, Regione Emilia Romagna, Poster Section. Mem. Carta Geologica d'Italia - Vol. XLVI, Servizio Geologico Nazionale, Poligrafico dello Stato.

MAZZETTI G.P. – NASSER A.Z. – GILLI S. (2003) – Enza the alluvial cone model through geoelectric prospection, Atti 4th European Congress in Regional Geoscientific Cartography; R.E.R. Ind. Graf. Labanti e Nanni – BO.

DI DIO G. ET ALII (1998) - Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia Romagna S.E.L.C.A. Firenze

SCANDONE P. ET ALII (1992) - Struttura geologica, evoluzione cinematica e schema sismotettonico della penisola italiana, Atti, Convegno GNDT.

BOSELLINI A- MUTTI E - RICCI LUCCHI F. (1989) - Rocce e Successioni sedimentarie UTET

AGIP (1981) - Subsurface geological structure of the Po Plain. Italy - C.N.R.

BOSELLINI A. (1981) - The emile fault. A jurassic fracture zone that evolved into a Cretaceous Paleogene sinistral wrench fault. Boll. Soc. Geol. It.

FERRARI G - POSTPISCHL D.(1981) - Le scale macrosismiche C.N.R. P.F. Geodinamica. Pubbl. N° 387. Ist. Topografia, geodesia e geofisica Mineraria, Univ. MO

AA.VV. (1990-2012) – Rapporti ed indagini geognostiche sul territorio di Marzabotto BO. Documenti inediti.

PANIZZA M. – MANTOVANI F. 1974 – Geomorfologia del territorio di Pavullo nel Frignano (Appennino Modenese). Atti Soc. Nat. Mat. Di Modena, 99.

- C.N.R. (1979) - Carte preliminari di scuotibilità del territorio nazionale. Pubbl. N° 227 ESA Editrice - Roma  
*IST. GEOL. UNIV. MO (1978) - Metodologie e primi risultati di neotettonica nel modenese e territori limitrofi.*  
*Mem. Soc. Geol. It.*
- VANDENBERG J. & WONDERS A.A.H. (1976) - Paleomagnetic evidence of large fault displacement around the Po-Basin. *Tectonophysics.*
- ENI (1972) - Acque dolci sotterranee - ENI
- AGIP (1969) - Italia II - Geologia e ricerca petrolifera; Pianura Padana Veneta.-Enciclopedia del petrolio e del gas naturale, ENI
- LOSACCO U. (1949) - La glaciazione quaternaria dell'Appennino Settentrionale. *Riv geografia It*, 56 (2)

## **11. ALLEGATI**

- 1.1 Carta delle indagini (nord e sud).
- 1.2 Carta geologico tecnica (nord e sud).
- 1.2.1 Sezioni geologiche e geologico tecniche.
- 1.3 Carta delle frequenze naturali dei terreni (nord e sud).
- 1.4 Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (nord e sud).
- 2.0 Carta delle indagini di nuova esecuzione (sviluppi 1:5000).
- 2.1 Carta della delle velocità delle onde di taglio S (Vs30) (nord e sud).
- 2.2.1 Carta dei fattori di amplificazione FA PGA (sviluppi 1:5000).
- 2.2.2 Carta dei fattori di amplificazione FA IS<sub>01-05</sub> (sviluppi 1:5000).
- 2.2.3 Carta dei fattori di amplificazione FA IS<sub>05-10</sub> (sviluppi 1:5000).
- 2.3.1 Sovrapposizione CLE - MOPS.
- 2.3.2 Sovrapposizione CLE - FA PGA.
- 2.3.3 Sovrapposizione CLE - FA IS<sub>01-05</sub>.
- 2.3.4 Sovrapposizione CLE - FA IS<sub>05-10</sub>.
- 3.1 Ubicazione degli approfondimenti sismici di III livello.