



PROTEZIONE CIVILE
 Presidenza del Consiglio dei Ministri
 Dipartimento della Protezione Civile



Regione Emilia-Romagna



CONFERENZA DELLE REGIONI E
 DELLE PROVINCE AUTONOME

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

MICROZONAZIONE SISMICA

Relazione illustrativa

Regione Emilia – Romagna Comune di Tizzano Val Parma



<p>Regione</p> <p>Emilia Romagna</p>	<p>Soggetto realizzatore <small>RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO DI PROFESSIONISTI</small></p> <p>Mandataria:  EN GEO S.r.l. <small>ENGINEERING - GEOLOGY</small></p> <p>Direttori tecnici: Dr. Geol. Carlo Caleffi Dr. Geol. Francesco Cerutti</p> <p>Mandanti: Dr. Geol. Marco Baldi Dr. Geol. Domenico Bianco Dr. Geol. Stefano Castagnetti Dr. Geol. Federico Madini Dr. Geol. Massimiliano Trauzzi</p>	<p>Data</p> <p>Gennaio 2015</p>
---	--	--

INDICE

1. Introduzione 2

2. Definizione della pericolosità di base e degli eventi di riferimento 5

 2.1 Zonizzazione sismogenetica 5

 2.2 Sismicità del territorio 6

 2.3 Classificazione sismica comunale 9

 2.4 Pericolosità sismica 11

3. Assetto geologico e geomorfologico dell'area 13

 3.1 Geologia 13

 3.1.1 Depositi Quaternari Continentali 17

 3.1.2 Successione Neogenico – Quaternaria del Margine appenninico - padano. 18

 3.1.3 Successione Epiligure 19

 3.1.4 Unità Liguri 21

 3.1.5 Unità Sub-liguri 23

 3.2 Geomorfologia 23

4. Dati geotecnici e geofisici 27

5. Modello del sottosuolo 28

6. Interpretazioni e incertezze 30

7. Metodologie di elaborazione e risultati 32

8. Elaborati cartografici 34

 8.1 Carte delle indagini 34

 8.1.1 Ambito A_1 Tizzano capoluogo 35

 8.1.2 Ambito A_2 Lagrimone 35

 8.1.3 Ambito A_3 Reno 35

 8.2 Carte geologico-tecniche per la microzonazione sismica 36

 8.2.1 Ambito A_1 Tizzano capoluogo 37

 8.2.2 Ambito A_2 Lagrimone 38

 8.2.3 Ambito A_3 Reno 39

 8.3 Carte delle frequenze naturali dei terreni 41

 8.3.1 Ambito A_1 Tizzano capoluogo 41

 8.3.2 Ambito A_2 Lagrimone 44

 8.3.3 Ambito A_3 Reno 46

 8.4 Carte delle microzone omogenee in prospettiva sismica 48

 8.5 Carte delle velocità delle onde di taglio S 50

 8.5.1 Ambito A_1 Tizzano capoluogo 51

 8.5.2 Ambito A_2 Lagrimone 52

 8.5.3 Ambito A_3 Reno 52

 8.6 Carte di microzonazione sismica 53

 8.7 Commenti finali e criticità 56

9. Confronto della distribuzione dei danni degli eventi passati 57

10. Bibliografia 58

11. Allegati 59

1. INTRODUZIONE

Nel presente documento vengono descritte le attività svolte e i risultati ottenuti nel corso dello *Studio di microzonazione sismica del Comune di Tizzano Val Parma*, effettuato su incarico della Comunità Montana Unione Comuni Parma Est (cfr. Contratto con Repertorio n° 1435 del 29/01/2013) e finanziato con Ordinanza Presidenza Consiglio Ministri 29 febbraio 2012 n. 4007 “Attuazione dell’articolo 11 del Decreto legge 28 aprile 2009 n° 39, convertito, con modificazioni, dalla legge 24 giugno 2009, n° 77. Contributi per gli interventi di prevenzione del rischio sismico per l’anno 2011 (G.U. n° 56 del 7.3.2012).

La microzonazione sismica (MS), cioè la suddivisione dettagliata del territorio in base al comportamento dei terreni durante un evento sismico e ai possibili effetti indotti dallo scuotimento, è uno strumento di prevenzione e riduzione del rischio sismico particolarmente efficace se realizzato e applicato già in fase di pianificazione urbanistica.

Costituisce, quindi, un supporto fondamentale ai pianificatori per indirizzare le scelte verso quelle aree a minore pericolosità sismica.

Lo studio ha comportato l’acquisizione di dati pregressi oltre all’esecuzione di una campagna d’indagini, costituita da 35 prove tomografiche.

Tutte le attività svolte e, in particolare, l’elaborazione e la redazione degli elaborati richiesti, sono state effettuate nel rispetto dei seguenti riferimenti tecnici:

- Allegato C “Criteri per la realizzazione degli studi di microzonazione sismica, di cui all’ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 4007/2012 e decreto del 16 marzo 2012 del Capo del Dipartimento della Protezione Civile” della deliberazione di Giunta regionale n. 1302 del 10.9.2012 “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” (da qui in avanti “Allegato C della delibera regionale”)
- Allegato D “Indicazioni per l’archiviazione informatica, rappresentazione e fornitura dei dati degli studi di microzonazione sismica e dell’analisi della Condizione Limite per l’Emergenza, di cui all’ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 4007/2012 e decreto del 16 marzo 2012 del Capo del Dipartimento della Protezione Civile” della deliberazione di Giunta regionale n. 1302 del 10.9.2012 “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” (da qui in avanti “Allegato D della delibera regionale”)
- “Microzonazione sismica - Standard di rappresentazione e archiviazione informatica” - Versione 2.0, Roma, giugno 2012 - Elaborato e approvato

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	2 di 59

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI TIZZANO VAL PARMA Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

nell'ambito dei lavori della Commissione tecnica per la microzonazione sismica, nominata con DPCM 21 aprile 2011 (da qui in avanti "SRAI")

- "Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica" approvati dal Dipartimento della Protezione Civile e dalla Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome e successive modifiche e integrazioni (da qui in avanti "ICMS")
- Allegato A della 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" (da qui in avanti "indirizzi regionali")

Nel rispetto dei riferimenti tecnici sopramenzionati, lo studio è stato articolato in due differenti fasi di approfondimento:

PRIMO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO, avente le seguenti finalità:

- Individuare le aree suscettibili di effetti locali in cui effettuare le successive indagini di microzonazione sismica.
- Definire il tipo di effetti attesi.
- Indicare, per ogni area, il livello di approfondimento necessario.
- Descrivere le caratteristiche delle unità geologiche del sottosuolo, in termini di litologia, stratigrafia, tettonica e geometria per definire il modello geologico di base per la microzonazione sismica.

SECONDO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO, avente le seguenti finalità:

- Conferma delle condizioni di pericolosità indicate dal precedente livello di approfondimento ed eventuale nuova perimetrazione delle aree in cui effettuare la microzonazione sismica.
- Suddivisione dettagliata del territorio, in base all'amplificazione attesa, in aree a maggiore e minore pericolosità sismica.
- Conferma o migliore definizione delle aree, indicate dal livello di approfondimento precedente, in cui si ritengono necessari approfondimenti di terzo livello e indicazione delle indagini e analisi da effettuare.

Quali aree oggetto di studio, d'accordo con la Comunità Montana Unione Comuni Parma Est e l'Amministrazione Comunale, è stato preso in esame il territorio urbanizzato e urbanizzabile, in corrispondenza dei principali centri abitati, ovvero:

- Tizzano capoluogo
- Lagrimone

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	3 di 59

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI TIZZANO VAL PARMA Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

- Reno

gli unici in cui sono stati reperiti dati geognostici in numero sufficiente da consentire una zonazione del territorio.

Nel corso dello studio sono stati redatti oltre alla presente relazione gli elaborati elencati nel capitolo 11.

Essi sono stati predisposti, oltre che in versione cartacea, in versione digitale (*pdf*, con risoluzione 300 *dp*).

I dati cartografici sono forniti anche in formato vettoriale (*shapefile*).

Per l'archiviazione dei dati e l'editing dei documenti sono stati seguiti gli standard di riferimento forniti dall'Allegato D della delibera regionale e dagli SRAI (Standard di rappresentazione e archiviazione informatica).

L'inserimento dei dati alfanumerici dei siti, delle indagini e dei parametri delle indagini è stato facilitato dall'utilizzo dell'apposito software: "MS – SoftMS" nella versione 1.0.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	4 di 59

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

2.1 Zonizzazione sismogenetica

Gli studi sulla pericolosità sismica, promossi dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (I.N.G.V.), hanno portato alla definizione di una nuova zonazione sismogenetica del territorio italiano, denominata "ZS9" (cfr. Fig. 1), a cura del gruppo di lavoro coordinato da C. Meletti e G. Valensise, 2004, che prevede una suddivisione in 36 zone, i cui limiti sono stati tracciati sulla base di informazioni tettoniche, geologico - strutturali e/o di differenti caratteristiche della sismicità (distribuzione spaziale, frequenza degli eventi, massima magnitudo rilasciata, ecc.). Essa risulta estremamente importante per gli studi pianificazione territoriale ed, in particolare, nelle valutazioni di pericolosità sismica.

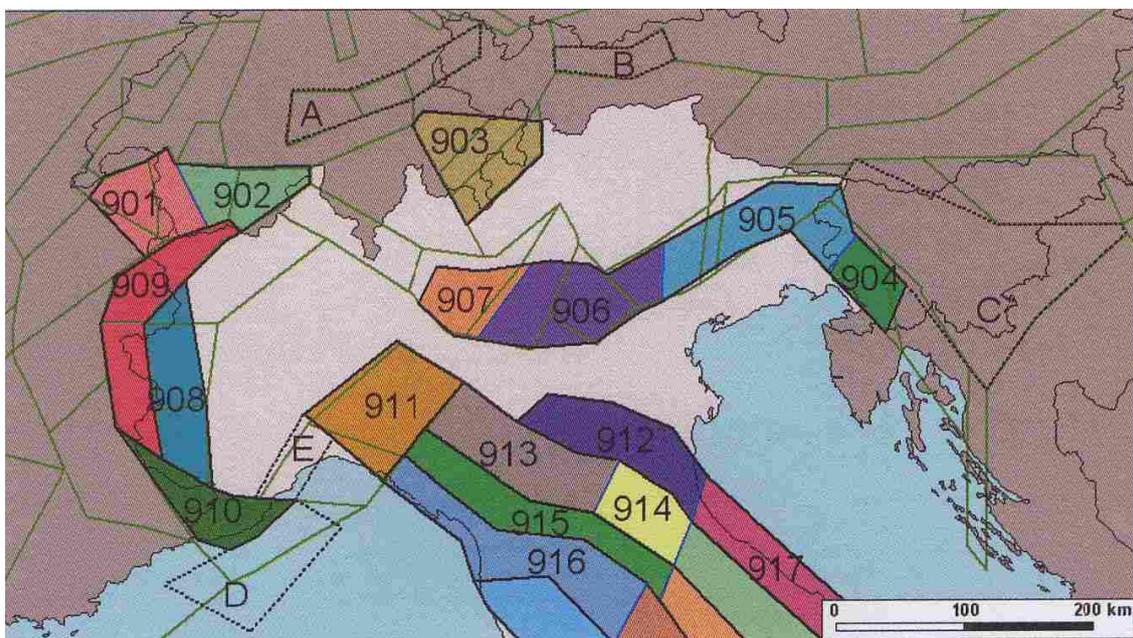


Fig. 1 - Stralcio della zonizzazione sismogenetica ZS9

Più specificatamente, il territorio di studio ricade nella Zona Sismogenetica "913", nella porzione confinante a sud con la Zona "915" e ad ovest con la Zona 911, che costituisce uno "svincolo" cinematico del sistema supposto in migrazione; La zona 913 è caratterizzata da terremoti di magnitudo medio - bassa, originati da movimenti prevalentemente compressivi NW con meccanismi trascorrenti nelle zone di svincolo che dissecano la continuità longitudinale delle strutture sepolte attive. Il maggior numero di terremoti che si verificano in questa zona presenta il proprio ipocentro a profondità comprese tra 12 e 20 km ed i valori di magnitudo massima previsti, sulla base dei meccanismi focali, sono pari a $M_{wmax} = 5,91$.

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	5 di 59

Le Zone 913 e 915 fanno parte di uno dei sistemi di maggior rilascio di energia dell'Appennino settentrionale; esse corrispondono con il settore più interno della catena appenninica, generalmente interessato da importanti faglie primarie e relative zone sismogenetiche. Tali faglie nella zona toscana più prossima all'area di studio, immergono verso NE.

A corredo degli studi di zonizzazione sono stati raccolti ed analizzati quasi 2.500 terremoti, spalmati sugli ultimi 1000 anni, limitatamente agli eventi contraddistinti da intensità epicentrale pari ad almeno il V-VI della scala MCS.

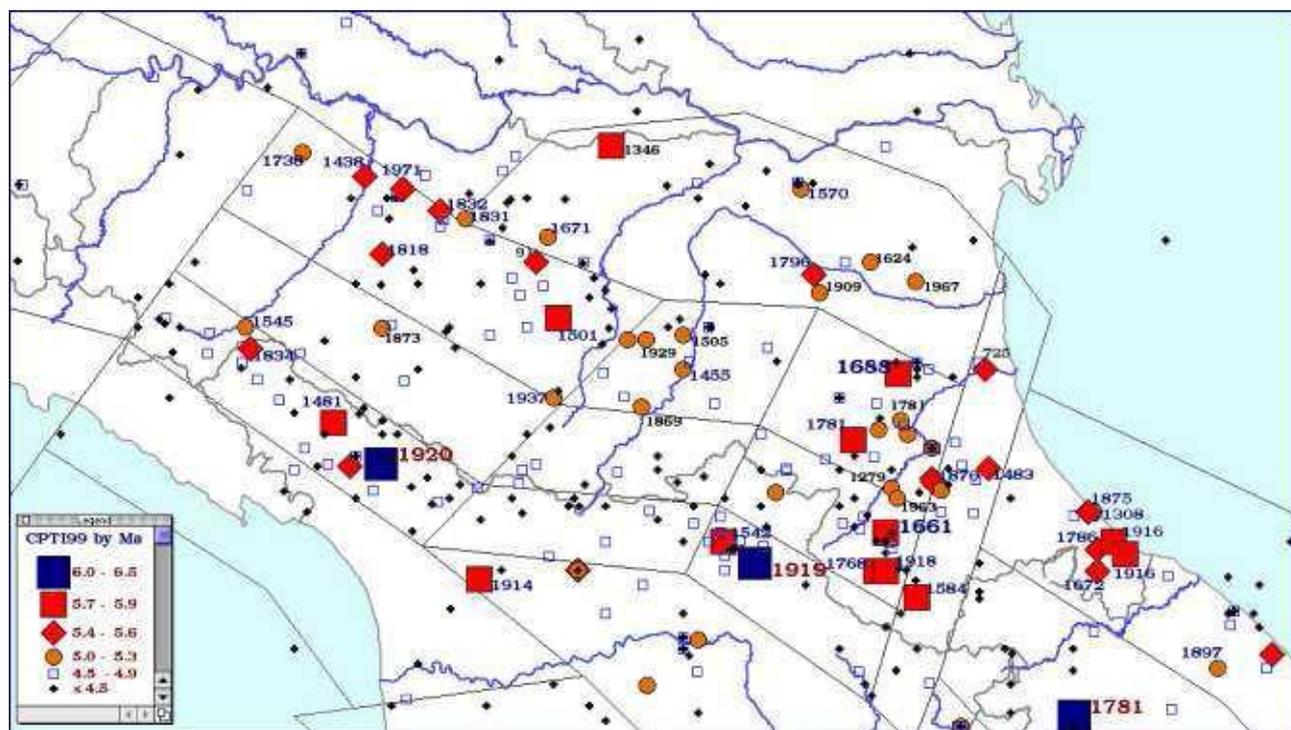


Fig. 2 - Principali terremoti in Emilia -Romagna dall'anno 1.000 d.c. al 1990 con indicazione della magnitudo

2.2 Sismicità del territorio

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

L'appennino nord - occidentale è caratterizzato da una sismicità da moderata a media, che si manifesta principalmente lungo le zone di accavallamento frontale del margine appenninico e secondo una fascia con direttrice appenninica che, dalla zona di Varzi, si estende quasi con continuità sino a Borgo Val di Taro e alla Lunigiana,

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	6 di 59

PROGETTO	LIVELLO
COMUNE DI TIZZANO VAL PARMA Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

proseguendo poi verso strutture del graben della Garfagnana. Allineamenti di terremoti si trovano anche lungo lineamenti trasversali alle due fasce longitudinali e sembrano quasi collegarle; particolarmente evidente è la distribuzione di sismi lungo la Val Parma e la Val Taro.

La storia sismica comunale è stata dedotta da DBMI11 la versione 2011 del Database Macrosismico Italiano (a cura di M. Locati, R. Camassi e M. Stucchi), nel quale sono riportate le osservazioni macrosismiche relative al Comune di Tizzano Val Parma.

Essa è riassunta nella Tab. 1, dove sono stati elencati gli eventi di maggior intensità al sito ($I_s > III$ grado della scala MCS), indicando, per ciascuno di essi, oltre alla stessa intensità al sito: l'anno, il mese, il giorno, l'ora e il minuto in cui si è verificato, la denominazione dell'area dei maggiori effetti (Area Epicentrale), l'intensità massima epicentrale in scala MCS (I_0) e la magnitudo momento (M_w).

Storia sismica di Tizzano Val Parma
[44.520, 10.198]

Numero di eventi: 11

Effetti	In occasione del terremoto del:			
I [MCS]	Data	Ax	Np	I_0 M_w
6-7	1834 07 04 00:45	Lunigiana-Parmense	24	
4	1886 10 15 02:20	COLLECCHIO	44	6 4.70 ±0.24
5	1898 03 04 21:05	Valle del Parma	313	7-8 5.41 ±0.09
7	1920 09 07 05:55	Garfagnana	756	10 6.48 ±0.09
3	1969 06 24 13:25	Parmense	15	4.62 ±0.23
4	1980 11 23 18:34	Irpinia-Basilicata	1394	10 6.89 ±0.09
6	1983 11 09 16:29	Parmense	850	6-7 5.06 ±0.09
NF	1988 03 15 12:03	Reggiano	160	6 4.66 ±0.12
4-5	1995 10 10 06:54	LUNIGIANA	341	7 4.85 ±0.09
NF	2000 06 18 07:42	Parmense	300	5-6 4.43 ±0.09
NF	2002 11 13 10:48	Franciacorta	770	5-6 4.29 ±0.09

Tab. 1 - Massimi eventi sismici verificatisi nel comune di Tizzano reperiti dall'Archivio DBMI11, consultabili al sito <http://emidius.mi.ing.it/DBMI11>

Dalla lettura di Tab. 1 si evidenzia che il massimo evento sismico censito e osservato a Tizzano si è verificato il 07 Settembre 1920 con un'intensità al sito del VII grado della scala MCS.

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

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	7 di 59

Evento sismico	Intensità epicentrale Scala MCS	Magnitudo epicentrale Scala Richter	Distanza in km dall'epicentro e intensità stimata nel Capoluogo Tizzano (tra parentesi)
Terremoto della Garfagnana 07.09.1920	9 - 10	6,48	38 (7)
Terremoto con epicentro tra Parma e Fidenza 11.06.1438	8	5,62	36
Terremoto di Arola di Langhirano 09.12.1818	7 - 8	5,57	18

Tab. 2 - Dati riferiti al Comune di Tizzano ripresi da “Massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani” di Molin, M. Stucchi e G. Valensise,

Secondo tale studio, basato in misura prevalente su valori realmente osservati, facendo ricorso ad aggiustamenti solo per quelle località ove questo si sia reso necessario, la massima intensità macrosismica esaminata è $I_{max} = 8$.

Nei cataloghi sismologici esaminati nel presente studio non sono stati individuati terremoti aventi epicentro nel Comune di Tizzano. Ma il terremoto che ha avuto maggiori effetti nel settore appenninico in esame è certamente l'evento del 07.09.1920 in Garfagnana, anche se il territorio tizzanese sembra risentire maggiormente l'influenza dei terremoti che si sviluppano nel fronte di accavallamento e di sovrascorrimento attivi o recenti della zona pedemontana (terremoti di Arola di Langhirano 09.12.1818) e di pianura (terremoto tra Parma e Fidenza 11.06.1438)

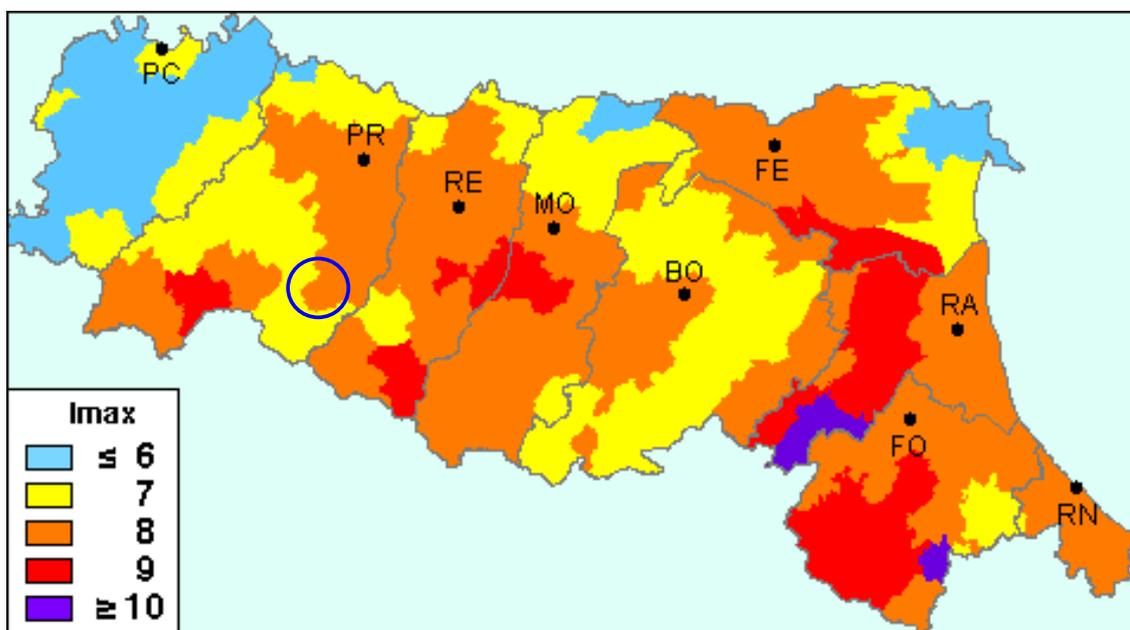


Fig. 3 - Carta della massima intensità macrosismica osservata nei comuni dell'Emilia Romagna

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	8 di 59

2.3 Classificazione sismica comunale

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

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

Ciascuna zona è contraddistinta da un diverso valore dell'accelerazione di picco orizzontale del suolo (ag) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni (Tab. 3), eliminando di fatto la presenza di aree del territorio classificate come non sismiche: in questo modo, ad ogni area del territorio nazionale viene attribuito un differente livello di pericolosità sismica.

Zona	Valori massimi di ag
1	>0,25
2	0,15 ÷ 0,25
3	0,05 ÷ 0,15
4	<0,05

Tab. 3 - Valori di accelerazione orizzontale associati a ciascuna zona sismica

La classificazione vigente, identifica il Comune di Tizzano in zona 3 (Fig. 4), cui corrispondono valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (ag), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, compresi tra 0,05*g e 0,15*g (dove g è l'accelerazione di gravità).

Legenda

zona 2	96	precedente riclassificazione (1983-1984)
	16	
zona 3	214	
zona 4	22	
n. Comuni coinvolti		

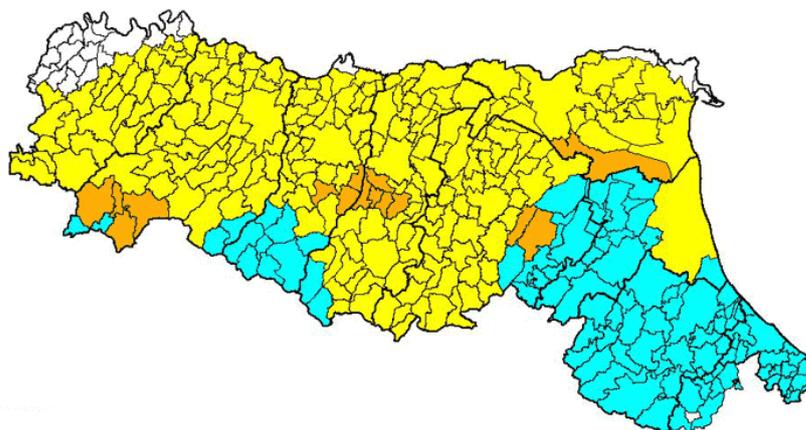


Fig. 4 - Nuova classificazione sismica regionale dei Comuni dell'Emilia Romagna

L'elaborazione dei parametri della mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale redatta da INGV (2004) e riportata nell'OPCM 3519 del 28/04/2006 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone", identifica, per la fascia territoriale in oggetto, valori di accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni compresi tra 0,150 g e 0,175 g (ricavato dalle mappe interattive di pericolosità sismica dell'Istituto di Geofisica e Vulcanologia - INGV. Fig. 5).

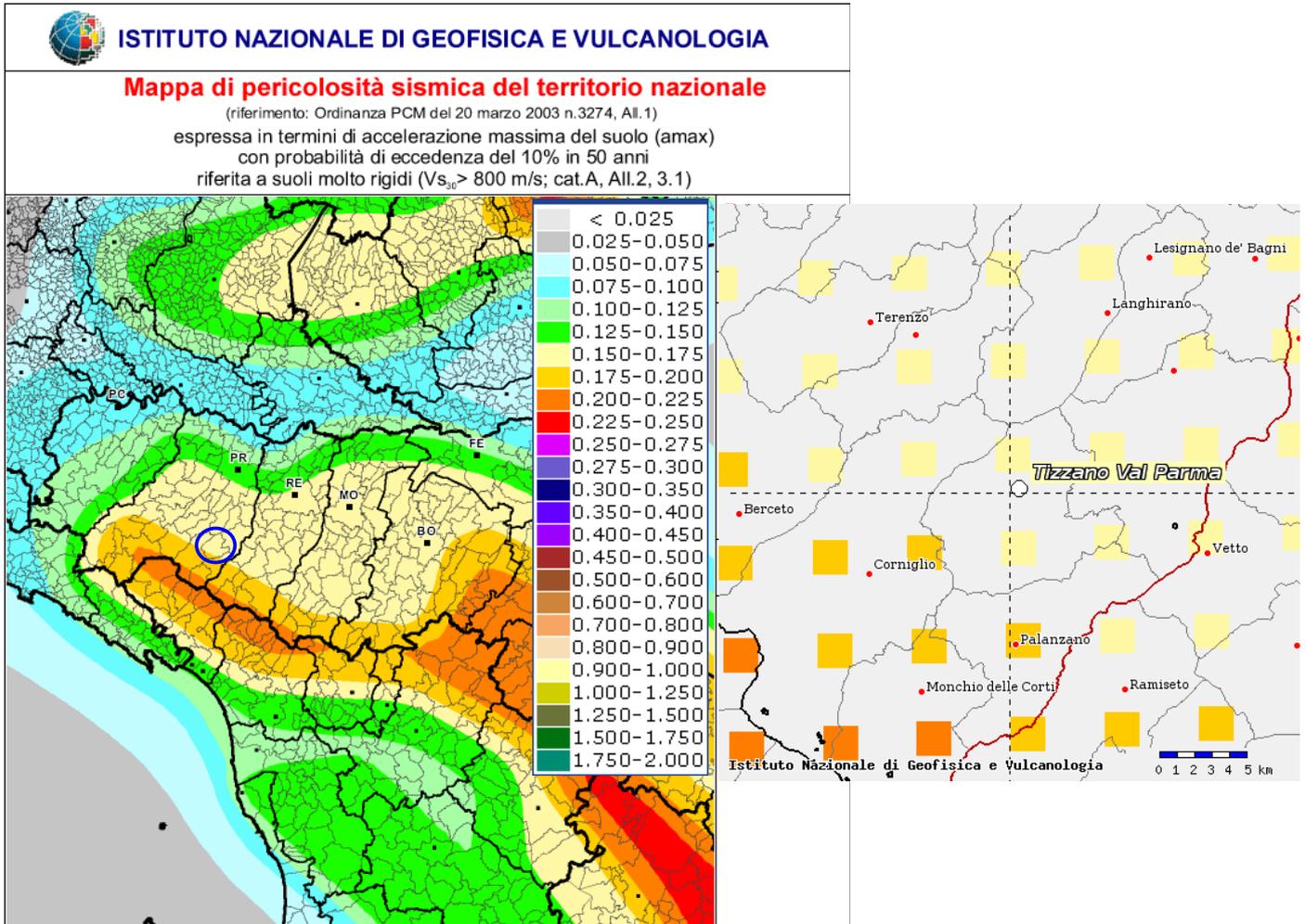


Fig. 5 – Mappa di pericolosità sismica ricavata dal sito dell'Istituto di Geofisica e Vulcanologia

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	10 di 59

2.4 Pericolosità sismica

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

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

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

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

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

Tale dato, in senso probabilistico, è la probabilità che un valore prefissato di pericolosità, espresso da un parametro di moto del suolo (quale ad es. l'accelerazione massima PGA o il grado di intensità macrosismica), venga superato in un dato sito entro un fissato periodo di tempo.

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

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

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

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

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

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	11 di 59

PROGETTO	LIVELLO
COMUNE DI TIZZANO VAL PARMA Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

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

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

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

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

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

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

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	12 di 59

3. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA

3.1 Geologia

L'assetto geo-strutturale dei luoghi è da mettere in relazione con l'impilamento di unità tettoniche secondo lo schema a falde di ricoprimento, ipotizzato già nel 1960 da P. Elter, vergenti in direzione nord-est, per effetto del sovrascorrimento delle unità di origine marina più antiche (Unità Liguridi), attraverso l'interposizione delle unità Subliguri, sulle più recenti Unità Toscane, che si trovano nella posizione tettonicamente più bassa. La storia geologica dell'area viene completata dalla deposizione, in discordanza con le sottostanti unità, della Successione Epiligure, caratterizzata da facies transizionali, che si depongono man mano che il fronte dell'accavallamento avanzava sulle sovrascorse Unità Liguridi e da sedimenti continentali fluvio - lacustri plio - pleistocenici, anch'essi in discordanza con le sottostanti Unità, prodotti per il riempimento di conche e bacini intramontani legati alla tettonica distensiva verificatasi successivamente alla dominante fase compressiva responsabile della struttura appenninica. Il successivo innalzamento del crinale appenninico, avvenuto nel quaternario, ha determinato una rapida erosione delle Unità Liguridi ed Epiliguri e la venuta a giorno delle Unità Toscane nella zona della dorsale appenninica. Schematicamente, in tale edificio, alle quote più elevate si collocano le Unità appartenenti al Dominio Ligure, mentre verso il basso affiorano prima le Unità Toscane seguite dalle unità appartenenti al cosiddetto Autoctono Padano.

L'Insieme detto Esterno è costituito dal margine continentale della Placca Apula e dalla relativa copertura continentale.

L'Insieme Interno è formato da una serie di Unità tettoniche, che per la presenza di ofioliti si pensa si siano deposte sul fondo oceanico. Queste unità hanno abbandonato il loro substrato originario, scomparendo in subduzione, per sovrascorrere, come coltri alloctone, l'insieme Esterno, che ha avuto il ruolo di avampaese. La struttura a falde è dovuta alla formazione di un prisma di accrezione per sottoscorrimento verso ovest delle unità prima oceaniche e poi continentali (Principi e Treves, 1984). Tutto questo ha provocato una struttura data dall'impilamento di unità più interne, sopra e più esterne, sotto. Le Liguridi (Insieme Interno) sovrastano tettonicamente l'Unità Subligure di Canetolo, intermedia, che a sua volta sovrasta il cosiddetto Complesso Modino - Cervarola e l'Insieme Tosco - Umbro.

L'edificazione di questa struttura è il risultato di una complessa storia tettonica, nella quale quanto più precoce è la deformazione, tanto più rapida è la perdita di significato paleogeografico e di identità deposizionale, le cui fasi possono essere raggruppate in tre cicli (Elter, 1973): il primo comprende le Fasi Liguri che hanno interessato esclusivamente l'insieme Interno, prima che si verificasse la sua traslazione sull'avampaese toscano, si

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	13 di 59

conclude nell'Eocene sup.; il secondo riguarda le Fasi Subliguri e corrisponde alla messa in posto dell'Unità Canetolo sul Macigno, è datato Miocene inf.; il terzo ciclo comprende le Fasi Toscane, mioceniche, grazie alle quali si ha la messa in posto delle Liguridi sull'insieme Esterno e si conclude nel Tortoniano.

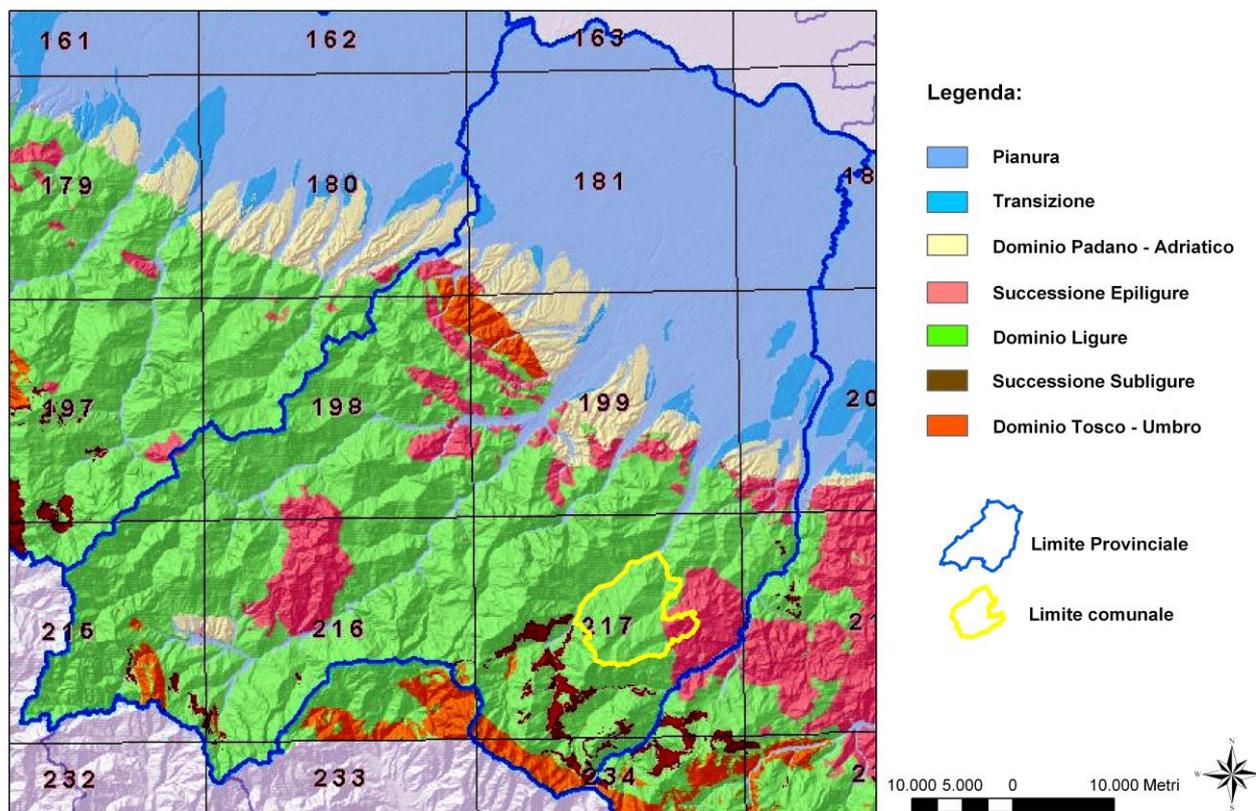


Fig. 6 - Schema geologico semplificato della Provincia di Parma con ubicazione del Comune di interesse

Martini e Plesi (1988) introducono una fase più recente di deformazione, datata Tortoniano – Pliocene medio, che comporta accavallamenti solo sul bordo esterno della catena, che si esprimono soprattutto nel ripiegamento di contatti già acquisiti.

Le Unità Epiliguri si trovano in discordanza stratigrafica sulle Unità Liguridi e si sono deposte in numerosi bacini dal Paleogene al Neogene. Questi depositi, che possono essere ricondotti ad un'unica successione, rappresentano i depositi sintettonici sul prisma orogenico appenninico che si andava progressivamente strutturando durante l'avanzamento, est - vergente, della catena. Tali unità si depositano in bacini "Piggy back" o "satellit". Il primo termine descrive la situazione di appoggio discordante e di traslazione passiva di questi bacini sulle unità alloctone liguridi del prisma di accrezione, mentre il secondo esprime la posizione marginale e laterale dei bacini stessi rispetto al grande

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	14 di 59

bacino di avanfossa presente al fronte del prisma di accrezione, prodotto dalla flessione della litosfera sotto il carico del prisma stesso.

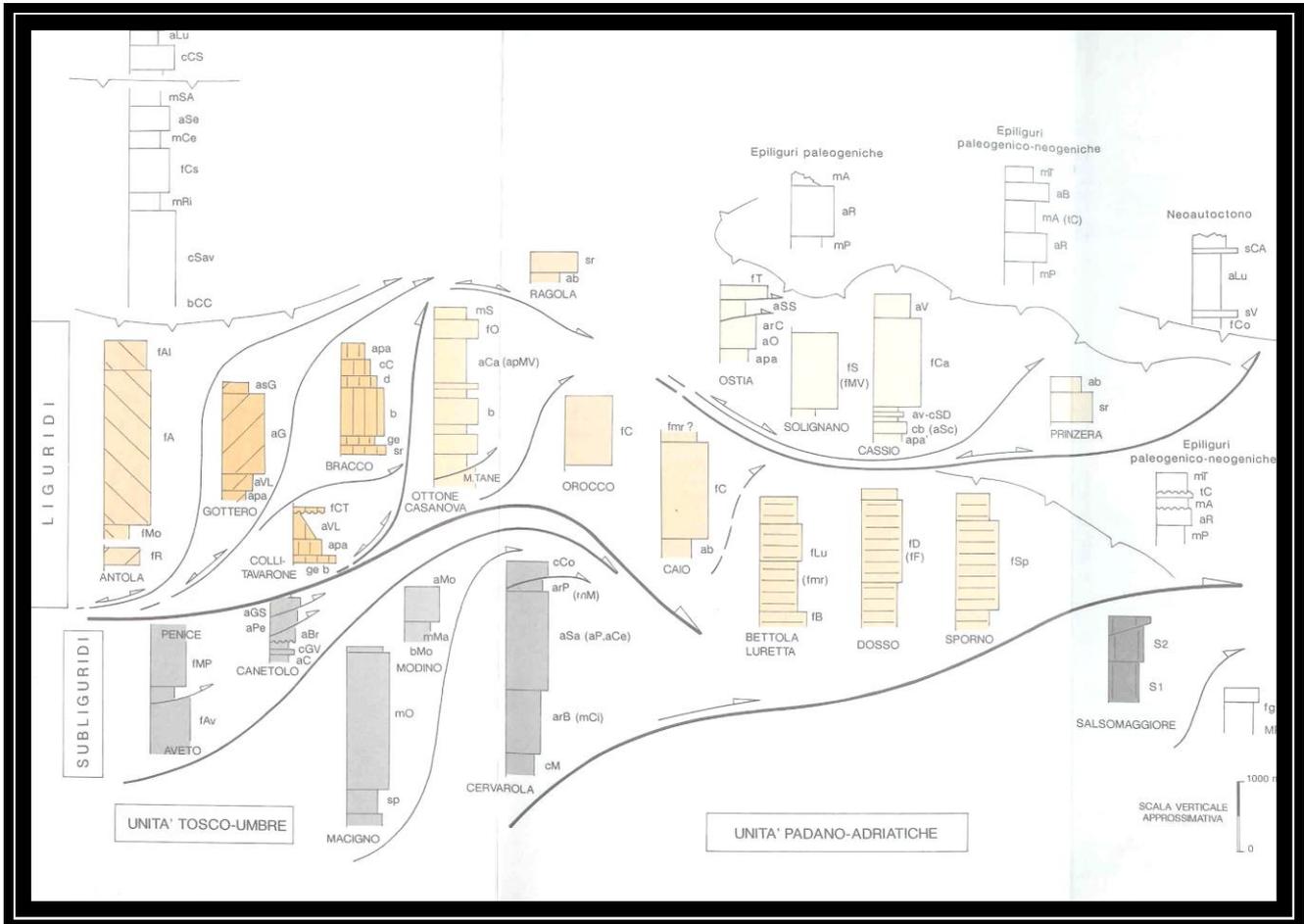


Fig. 7 - Schema strutturale della porzione di Appennino in esame

L'intensità dell'azione tettonica è testimoniata dalle frequenti strutture plicative, tra le quali va segnalata l'imponente piega rovesciata che interessa la porzione meridionale del territorio di Monchio delle Corti, l'anticlinale del M. Fageto, la sinclinale di Vetto – Carpineti e dalle numerose dislocazioni per faglia con direzione prevalentemente appenninica NW – SE.

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

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

Il territorio in esame costituisce uno spaccato significativo e ampio dell'alloctono ligure; esso infatti, nella quasi totalità, è interessato da flysch terziari calcareo - marnosi

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	15 di 59

appartenenti al Dominio Ligure Interno ed Esterno, che nel quadro dell'orogenesi appenninica hanno subito la massima traslazione, venendo scollate dal loro basamento originario. Oltre a queste individuamo piccoli lembi di formazioni pre-flysch, costituenti i cosiddetti "Complessi di Base" interpretati come l'originario substrato dei flysch ad helmintoidi, la cui analisi stratigrafica è quanto mai complessa a causa della notevole deformazione di cui essi sono stati oggetto. Nel settore orientale del territorio comunale si individuano anche sedimenti di pertinenza epiligure, costituenti i depositi sintettonici sul prisma orogenico appenninico che si andava progressivamente strutturando durante l'avanzamento est - vergente della catena.

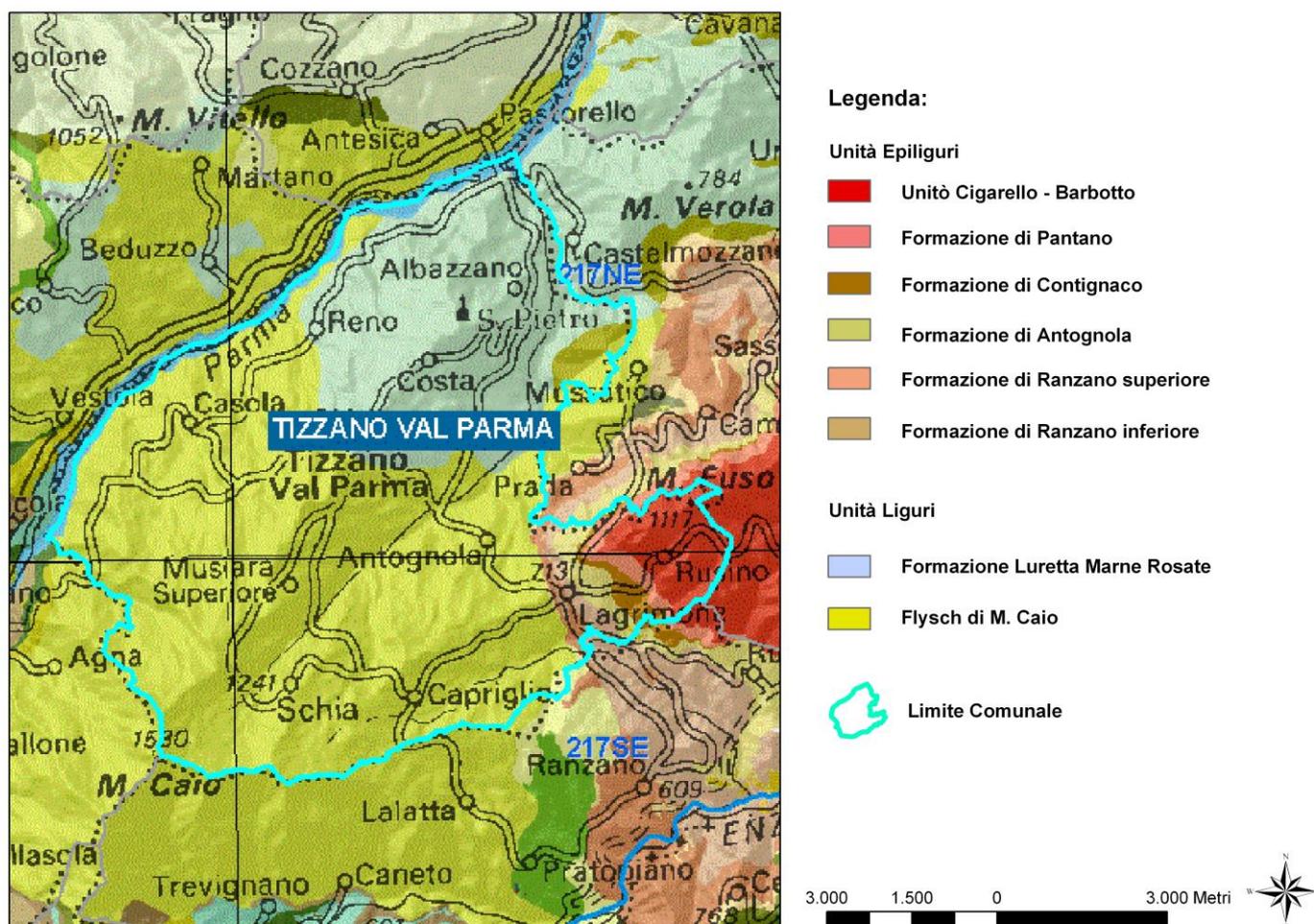


Fig. 8 - Inquadramento geologico schematico del territorio di interesse (Progetto CARG della Regione Emilia - Romagna, Servizio Geologico e Sismico dei Suoli)

Di seguito saranno brevemente descritte le formazioni affioranti nel territorio comunale di Tizzano Val Parma, seguendo la distinzione operata nelle Carte Geologiche

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	16 di 59

dell'Appennino Emiliano – Romagnolo, alla scala 1:10.000, realizzate dalla Regione Emilia – Romagna nell'ambito del Progetto CARG.

L'analisi delle unità trattate sarà di tipo schematico e limitata alle principali caratteristiche petrografiche e giaciture, al fine di definire le proprietà geomeccaniche di resistenza caratteristiche di tali rocce.

Le unità tettonico-sedimentarie presenti sono state raggruppate nelle seguenti classi:

- Depositi Quaternari Continentali;
- Successione Neogenico – Quaternaria del Margine appenninico – padano;
- Successione Epiligure;
- Unità Liguri;
- Unità Sub-liguri;

3.1.1 Depositi Quaternari Continentali

- **a1_ Depositi di Frane attive.** Depositi gravitativi con evidenze di movimenti in atto o recente, costituiti da litotipi eterogenei raramente monogenici ed eterometrici, più o meno caotici. La tessitura prevalente risulta costituita da clasti di dimensione variabile e natura calcarea e arenitica, immersi in una abbondante matrice pelitica e/o sabbiosa. La cinematica dei fenomeni è prevalentemente attribuibile a processi complessi, di scivolamento e colamento lento.
- **a2_ Depositi di frana quiescente.** Terreni detritici costituiti da depositi caotici a dominante matrice pelitica, con inclusi litoidi eterometrici ed eterogenei, apparentemente stabilizzati, legati prevalentemente a processi complessi, di scivolamento, colamento lento e scivolamento in blocco o DGPV.
- **a3_ Deposito di versante.** Coltre di materiale detritico generalmente fine, prodotto da alterazione “in situ” o selezionato dall'azione mista delle acque di ruscellamento e della gravità, con a luoghi clasti a spigoli vivi o leggermente arrotondati.
- **a4_ Detrito eluvio – colluviale.** Coltre detritica costituita da materiale fine prevalentemente pelitico, prodotto per alterazione “in situ”, o selezionato dall'azione mista del ruscellamento e della gravità.
- **a6_ Detrito di falda.** Accumulo detritico costituito da materiale eterometrico ed eterogeneo, generalmente prodotto a quote elevate per fenomeni di dilavamento e crioclastismo, con frammenti litoidi di dimensioni variabili, con matrice scarsa di natura sabbioso – pelitica alterata e pedogenizzata. Frequentemente alla base di scarpate e lungo versanti acclivi.
- **b1_ Depositi alluvionali in evoluzione.** Ghiaie, talora embriciate, sabbie e limi – argillosi di origine fluviale, attualmente soggette a variazioni dovute alla dinamica

 EN GEO S.r.l. <small>ENGINEERING GEOLOGY</small>	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	17 di 59

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI TIZZANO VAL PARMA Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

fluviale. Detrito generalmente incoerente e caotico, costituito da clasti arrotondati eterometrici ed eterogenei. I depositi dell'alveo inciso caratterizzano una distesa di alluvioni ciottolose solcata da uno o al massimo due canali con andamento debolmente sinuoso e da barre fluviali longitudinali situate in posizione centrale e/o laterale. Nei canali sono presenti ghiaie poligeniche pulite con alto grado di cernita, che costituiscono il letto della corrente. Le barre sia laterali che centrali sono invece contraddistinte da ghiaie eterometriche poligeniche in scarsa matrice sabbiosa.

- **i1_ Conoidi alluvionali.** Sono depositi di forma convessa, che si aprono a ventaglio allo sbocco dei rii nella valle. I detriti vengono distribuiti sulla superficie della conoide, per mezzo di frequenti spostamenti dell'alveo, secondo i raggi del ventaglio. Questi depositi sono costituiti da materiale eterogeneo per dimensioni: ciottoli, ghiaie, sabbie, limi.

3.1.2 Successione Neogenico - Quaternaria del Margine appenninico - padano

- **AES_ Unità** costituita da depositi alluvionali intravallivi terrazzati, di conoide alluvionale ghiaiosa e di interconoide, il tetto è rappresentato dalla superficie topografica, mentre il contatto di base è erosivo e discordante su unità più antiche. Pleistocene medio - Olocene. Si individua: **AES8 Sistema di Ravenna.** Depositi di piana alluvionale, di terrazzo. Ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati, con copertura discontinua di limi argillosi. Depositi intravallivi terrazzati. Pleistocene sup. - Olocene; e **AES8a Unità di Modena.** Ghiaie prevalenti e sabbie ricoperte da una coltre limoso - argillosa discontinua. Depositi alluvionali intravallivi. Il profilo di alterazione è esiguo. Olocene.

Sono delle aree relativamente pianeggianti, di dimensioni variabili, che rappresentano vecchie superfici di origine fluviale, delimitate da scarpate, che risultano da un successivo intaglio. Spesso le scarpate dei terrazzi hanno una forma simile ad archi concavi, riconducibile all'erosione operata dalle anse ricurve dei torrenti.

Le alluvioni terrazzate, risultano sopraelevate rispetto a quelle recenti e si rinvengono quasi esclusivamente lungo l'incisione del T. Parma. Esse sono formate da depositi di origine fluviale, caratterizzati da una successione prevalentemente ghiaiosa, con intercalazioni sabbiose, a giacitura sub-orizzontale e geometria lenticolare. Questi depositi sono ricoperti da un sottile strato di copertura limosa e/o argillosa che, allontanandosi dall'asse fluviale, aumenta progressivamente di spessore. I depositi di terrazzo in evoluzione orlano l'alveo inciso del torrente e per questo sono interessati dalle acque fluviali durante gli eventi di piena più significativi. Si tratta delle stesse ghiaie affioranti in alveo con clasti calcarei, calcareo-marnosi, arenacei, eterometrici e ben arrotondati. Se ne differenziano per il contenuto in matrice sabbiosa la quale è

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	18 di 59

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI TIZZANO VAL PARMA Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

praticamente assente nei depositi d'alveo attuale mentre in questi è solitamente presente in percentuali variabili dal 10 al 30% circa.

3.1.3 Successione Epiligure

La Successione Epiligure costituisce l'unità strutturale più elevata di questo settore d'Appennino. Durante la traslazione della coltre ligure sulle unità dell'avanfossa, si è assistito alla formazione, sul dorso dei suddetti sovrascorrimenti, di bacini satellite (piggyback) a sedimentazione fortemente condizionata dalla tettonica: si è sviluppata così, in tale contesto geodinamico, la Successione Epiligure, contraddistinta da diverse sequenze deposizionali separate da discordanze strettamente connesse alle fasi plicative che si sono susseguite tra l'Eocene superiore ed il Pliocene Inferiore. Tali formazioni presenti nei versanti meridionale e occidentale del massiccio di M. Fusò, si rinvengono nel settore orientale del territorio comunale e costituiscono il settore più occidentale della struttura tettonica denominata "Sinclinale Vetto - Carpineti"

- **CIG3_ Formazione di Cigarello - Membro delle Arenarie di Vetto.**

Torbiditi arenaceo-pelitici, con areniti calcilittiche medio-grossolane con clasti a componente calcarea e bioclasti, in strati medi e spessi, gradati, piano-paralleli, localmente cuneiformi; peliti grigie e peliti emipelagiche con Pteropodi ($A/P \geq 1$). Colore grigio-nocciola, giallo-ocraceo per alterazione. Distinte una litofacies arenaceo-pelitica (CIG3a) ed una litofacies pelitico-arenacea (CIG3c). Passaggio graduale, per alternanze (localmente contatti erosivi), sulle peliti di CIG; contatto discordante su PAT, ANT, RAN. (Langhiano - Serravalliano)

- **PAT5_ Formazione di Pantano - Membro della Pietra di Bismantova.**

Biocalcareni, subordinatamente biocalciruditi, ad Echinidi, Briozoi, Foraminiferi bentonici, Alghe coralline, Molluschi e denti di pesci, massive, o in banchi con laminazione obliqua a grande scala o tabulare, con superfici di stilolitizzazione diagenetica. Localmente arenarie carbonatiche medio-grossolane e peliti siltose, generalmente a stratificazione mal distinguibile per bioturbazione. Ambiente di piattaforma. (Langhiano).

- **CTG_ Formazione di Contignaco.**

Marne selciose, più o meno siltose, di colore grigio, con patine manganesifere nerastre e ocracee, o arenarie risedimentate da fini a spesse grigie. Selce generalmente diffusa, localmente in noduli e liste. Possono essere presenti banchi tripolacei chiari spessi fino a 8-10 m, talora cartografati (tp1), ricchissimi in silice sia di origine vulcanoclastica che biogenica. Sono intercalate nella formazione anche argille fogliettate grigio-verdastre in livelli da sottili a spessi. Il limite inferiore è sfumato per alternanza con ANT. La potenza varia da qualche decina di metri a circa 200 m. (Aquitaniense - Burdigaliano).

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	19 di 59

- **CTG1_ Formazione di Contignaco - Membro di Villaprara.** Pacchi di strati arenaceo-pelitici ($A/P > 1$) gradati, medi e spessi. Contatto inferiore netto su ANT. Sedimentazione da correnti di torbidità. (Aquitaniiano).
- **ANT_ Marne di Antognola.** Marne argillose e marne siltose verdognole o grigie con patine manganeseifere. Stratificazione difficilmente percepibile. Sono presenti livelli torbiditici sottili e medi di arenarie vulcanoclastiche, arcose e quarzoso-feldspatiche. Localmente è stata distinta una litofacies arenacea (ANTa), caratterizzata dalla presenza di torbiditi arenaceo-pelitici con areniti medio-fini, in strati sottili e medi, e areniti grossolane in strati medi e spessi. Localmente presente un orizzonte a slumping (sl). Il limite inferiore è rapido o discordante su RAN e sul substrato ligure. La potenza totale della formazione varia da pochi metri a oltre 500 m. (Rupeliano terminale - Aquitaniiano).
- **LGR_ Arenarie di Lagrimone.** Torbiditi arenacei ($A/P \gg 1$) grigie, in strati generalmente spessi e molto spessi a grana fine amalgamati; talora banchi a base conglomeratica. (Rupeliano).
- **RAN3_ Formazione di Ranzano - Membro di Varano de' Melegari.** Litoareniti grigie, talora a base conglomeratica, a prevalenti clasti carbonatici, alternate a peliti marnose grigie; strati da sottili a spessi, talora molto spessi; A/P molto variabile, da $>$ a $\ll 1$; alla base è presente un orizzonte di frana sottomarina non cartografabile, nella parte medio-alta sono presenti livelli sottili di areniti vulcanoclastiche. Localmente è presente una litofacies arenaceo-pelitica con areniti grigio piombo a grana media, in strati da medi a molto spessi, senza apparente gradazione, con intercalazioni di sottili livelli vulcanoclastici. Localmente distinta una litofacies pelitica (RAN3d). Passaggio inferiore netto su RAN2 e su MMP. Potenza massima di varie centinaia di metri. (Rupeliano medio - sup.).
- **RAN3a_ Formazione di Ranzano - Membro di Varano de' Melegari. Litofacies caotica.** Deposito caotico, con base erosiva, costituito da matrice prevalentemente pelitica grigio scura inglobante clasti e lembi disarticolati e ripiegati di Liguridi, MMP, RAN1 e RAN2. Nella parte inferiore di RAN3, talora ne costituisce la base. Potenza da pochi metri a 200m. (Rupeliano medio - sup.).
- **RAN2_ Membro della Val Pessola -** Litofacies molto variabili, da pelitico-arenacee ad arenaceo-conglomeratiche. Strati da medi a molto spessi con geometria generalmente tabulare, talora lenticolare quella degli strati grossolani. Torbiditi marnose di colore grigio con intercalazioni di strati o banchi arenacei con $A/P < 1$. Litoareniti grigio-verdi, a marcata componente ofiolitica, e modeste quantità di rocce sedimentarie, in letti da medi a molto spessi, talora con base grossolana, alternati a peliti siltoso-marnose scure (A/P generalmente > 1). Localmente distinte una litofacies

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	20 di 59

arenaceo-pelitica (RAN2ap) ed una litofacies pelitico-arenacea (RAN2pa). Contatto discontinuo, spesso erosivo e a luoghi discordante su MMP e su RAN1. (Priaboniano terminale - Rupeliano inf.).

- **MMP_ Marne di M. Piano.** Argille, argille marnose e marnoso-siltose, marne rosse, rosate, grigio chiaro e verdi, con rari e sottilissimi strati di siltiti e feldspatoareniti risedimentate, marne e marne siltose grigie, grigio verdi, talora rosate, nella parte superiore della successione. Stratificazione generalmente poco evidente. Sedimentazione di tipo pelagico, in ambiente confinato e profondo, con rari apporti torbiditici. Il limite inferiore è discordante sulle unità liguri o netto su BAI, limite superiore netto con le Arenarie di Ranzano. La potenza affiorante è non superiore a 180 m. (Luteziano sup. - Priaboniano).

3.1.4 Unità Liguri

- **MCS_ Flysch di Monte Cassio.** Torbiditi a base calcarenitica fine e media passante a marne calcaree grigio-biancastre, marne e calcari marnosi in strati da spessi a molto spessi, passanti gradualmente ad un tetto argilloso-siltoso, alternate a pacchi di strati torbiditici arenaceo-pelitici da sottili a spessi, grigiastri. Intercalazioni regolari di sottili livelli pelitici grigio-verdastri e neri e di arenarie medie e fini, quarzoso-feldspatiche, grigio chiare, in strati medi e sottili. Torbiditi e fanghi intrabacinali, in ambiente di piana, sotto la superficie di compensazione dei carbonati. Contatto per alternanze su AVV, localmente tettonizzato. Potenza parziale di un migliaio di metri. (Campaniano sup. - Maastrichtiano).
- **MRO3_ Formazione delle Marne Rosate di Tizzano - Membro di Castelmozzano.** Marne e peliti marnose grigie intercalate da calcari biancastri e da calcareniti ricche di Nummuliti in strati medi e spessi e localmente da arenarie litiche in strati medi. (Eocene inf. - medio).
- **MRO2_ Formazione delle Marne Rosate di Tizzano - Membro di Folgheto.** Peliti grigio scure con intercalazioni di arenarie, poco cementate, in strati medi e sottili e localmente di calcari marnosi bianco-rosati in strati medi e spessi. (Paleocene sup.).
- **MRO1_ Formazione delle Marne Rosate di Tizzano - Membro di Bersatico.** Calcari e calcari marnosi biancastri, talvolta rosati, in strati molto spessi; marne e marne argillose rosso vinato in banchi alternati ad arenarie torbiditiche fini in strati medi e spessi; calcari marnosi dalla caratteristica alterazione zonata (pietra paesina) in strati medi, areniti calcilitiche e peliti grigio nocciola in strati medi e sottili. Localmente distinte una litofacies marnoso-calcareo (MRO1b) ed una litofacies calcareo-marnosa (MRO1c). Potenza parziale di alcune decine di metri. (Paleocene inf. - sup.).

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	21 di 59

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI TIZZANO VAL PARMA Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

- **CAO_ Flysch di M. Caio.** Torbiditi calcareo-marnose, grigio-scure, in strati da medi a molto spessi con una base arenitica media o fine passante a marna; a tetto intervalli sottili e medi di argilla nerastra fissile. Si alternano a pacchi di torbiditi arenaceo-pelitiche da sottili a medie e a torbiditi calcareo-pelitiche chiare in strati sottili e medi. Si intercalano localmente (Flysch di Testanello Auctt.) areniti grigio-nocciola da fini a grossolane passanti a marne siltose, in strati da medi a spessi e strati spessi di breccie monogeniche ad elementi calcareo-marnosi. Torbiditi di piana abissale e fanghi intrabacinali. Contatto inferiore netto con SSI. Potenza fino ad alcune centinaia di metri. (Campaniano sup. - Maastrichtiano).
- **AGS_ Arenarie di Groppo Sovrano.** Arenarie grigio chiare bioclastiche da fini a molto grossolane, in strati spessi e molto spessi intercalati da peliti grigio-verdastre e, localmente, da sottili livelli micritici bianchi. Sedimentazione torbiditica da sorgenti terrigene ed intrabacinali con apporti da ambienti neritici. Spessore circa 90 m. (Eocene inf.).
- **SCB_ Arenarie di Scabiazza.** Torbiditi arenaceo-pelitiche e pelitico-arenacee con arenarie litiche grigio-nocciola, grigio-scure o grigio-verdastre, fini e medie in strati sottili e medi regolarmente alternate a peliti grigie o verdastre o marne siltose debolmente marnose; si intercalano talora marne grigio chiare a base arenacea fine e molto fine in strati da molto sottili a spessi (rapporto A/P da <1 a >1), conglomerati e calciliti in strati spessi. Possono essere presenti marne siltose grigie in strati molto spessi con base arenitica e conglomeratica fine ad elementi sedimentari. Localmente distinta una litofacies a breccie argillose (SCBa) costituita da breccie a blocchi di calcari grigio-verdini e biancastri e lembi eterometrici di marne grigiogiallastre, inglobati in matrice argillitica nera e verdastra, di potenza variabile da pochi metri a 50 m circa; una litofacies arenaceo-pelitica (SCBb); una litofacies calcareo-marnosa (SCBc) caratterizzata da strati molto spessi di marna siltosa grigio chiara a base arenacea grossolana e strati medi e spessi caratterizzati da basi ruditiche biancastre ad elementi di micriti e radiolariti, e da un tetto marnoso-calcareo; una litofacies conglomeratica (SCBd); una litofacies argillitica (SCBp) con siltiti nerastre passanti ad argille siltose rosso vinato e localmente lenti di breccie ad elevato tenore in clorite. Sedimentazione torbiditica di ambiente marino profondo. Potenza geometrica affiorante può raggiungere 700 metri. (Cenomaniano – Santoniano).
- **AVS_ Argille Varicolori della Val Samoggia.** Argille nerastre, localmente rosse e verdastre, intercalate a sottili livelli di arenarie fini e medie grigio scure e violacee ed a calcari micritici silicizzati grigio-verdastri a patine manganesifere. Alla base della formazione è presente localmente una litofacies più pelitico-calcareo, costituita da argille grigio scure e nerastre intercalate a micriti grigiastre in strati medi e sottili e ad

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	22 di 59

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI TIZZANO VAL PARMA Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

arenarie fini laminate in strati molto sottili. Localmente distinta la litofacies calcarea (AVSc). Ambiente di sedimentazione emipelagico con limitati apporti terrigeni. (Hauteriviano sup. - Cenomaniano (Paleocene?).

3.1.5 Unità Sub-liguri

- **ACC_ Argille e Calcari di Canetolo.** Argilliti grigio-nere in strati medi e spessi alternate a calcilutiti grigie o grigio-scure in strati medio-sottili e calcari marnosi in strati spessi e moltospessi, calcareniti gradate, brecce ad elementi micritici, calcarenitici e arenacei; brecciole organogene (Nummuliti, Discocycline?), e calcari marnosi a base calcarenitica. Intercalazioni di areniti, spesso bioclastiche, e siltiti in strati gradati e laminati medio-sottili. Interazioni metriche di argilliti rosse alternate a strati spessi di calcsiltiti gradate marnose, arenacee alla base, di colore rosato (ACCac - litofacies varicolorata). Sedimentazione emipelagica, intervallata a torbiditi intrabacinali e terrigene. Spessore massimo circa 400 m. (Cretaceo sup.? - Eocene medio).

3.2 Geomorfologia

L'attuale assetto geomorfologico dell'ambito territoriale del Comune di Tizzano Val Parma è il risultato dell'effetto combinato di alterne vicende climatiche di varia intensità, lente deformazioni tettoniche ed interventi antropici, che si sono imposti negli ultimi millenni ed hanno direttamente interagito sull'andamento morfologico del territorio.

Le aree di specifico interesse, appartengono alla zona di transizione fra i rilievi appenninici propriamente detti e la fascia collinare.

Uno dei parametri geomorfologici più importanti nella modifica ed evoluzione del territorio è costituito dal diverso grado di morfoselezione presente, che risulta strettamente correlato con le litologie presenti e dipendente da altri fattori come clima, acclività, coperture boschive e arboree ecc...

La morfoselezione può essere definita come la tendenza dei terreni e delle rocce ad evolversi verso forme e strutture selettive sotto l'azione dei processi e degli agenti morfogenetici principali (acque superficiali e meteoriche, vento, gelo-disgelo, gravità, ecc.).

In questa ottica, la morfoselezione risulta correlata all'impedenza (capacità dei suoli di opporsi all'erosione operata dalle acque superficiali dilavanti) ed alla ritenzione idrica dei suoli (quantità di acque superficiali assorbita dai terreni superficiali), a loro volta condizionate dal tipo e grado di copertura vegetale esistente e dalla geologia e litologia del substrato; litofacies argillose o pelitiche offrono infatti una minore resistenza

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	23 di 59

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI TIZZANO VAL PARMA Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

all'erosione rispetto a rocce arenacee o calcaree e, quindi, hanno meno possibilità di queste ultime di originare nel tempo forme selettive (picchi o rilievi rocciosi, scarpate strutturali, ecc.).

Tutti questi elementi condizionano in ultima analisi la stabilità idrogeologica dei versanti ed i tempi di corrivazione (velocità di ruscellamento delle acque superficiali verso valle) e quindi i tempi di formazione delle piene fluviali.

La bassa morfoselettività delle rocce pelitiche e di quelle argilloso-marnose in genere, è di norma abbinata ad una elevata e diffusa franosità, che col tempo si evolve verso morfologie più dolci e meno acclivi (ossia più stabili), che consentono, di conseguenza, una più agevole e conveniente utilizzazione antropica dei suoli e dei terreni.

Non a caso, infatti, le zone meno densamente antropizzate della fascia appenninica risultano quelle in cui affiorano le rocce maggiormente morfoselettive, ossia quelle che originano una morfologia impervia, con acclività e pendenze elevate e che comportano la formazione di suoli di ridotto spessore e produttività; su tali superfici, localizzate per lo più nelle zone di crinale, si sviluppano quindi boschi, cespugli e praterie.

Alla luce delle caratteristiche geologiche e litologiche principali delle rocce affioranti nel territorio collinare-montano di Tizzano, in grado di determinare un comportamento geomorfologico piuttosto omogeneo anche su grandi areali, sono state individuate le 4 classi di morfoselezione seguenti:

- 1) Terreni con grado di morfoselezione da basso a molto basso: comprendono, di norma, le litofacies pelitiche (argillose) e marnoso-argillose, ma anche quelle in cui la fitta stratificazione o l'alternanza di litologie diverse o l'elevato grado di fratturazione delle stesse (tipo rocce argilloso-caotiche), portano ad evidenziare un comportamento poco resistente nei confronti dell'erosione e dell'alterazione morfologica. In tale classe sono state pertanto comprese le formazioni argillose quali le Argille e Calcari di Canetolo, le Argille Varicolori, le Marne di Antognola, le Marne di M. Piano e le Marne Rosate, ecc.
- 2) Terreni con grado di morfoselezione da basso a medio: sono composti da litologie con comportamento geomorfologico intermedio, in quanto costituiti da litofacies marnose, marnoso-argillose, marnoso-calcaree e marnoso-arenacee resistenti, ma condizionate negativamente dal grado di fratturazione della compagine rocciosa, o dalla costante presenza di livelli a bassa resistenza, che li rendono poco stabili o sufficientemente stabili. In tale classe sono state considerate le formazioni costituite da fitte alternanze pelitico - arenacee come le Arenarie di Scabiazza o il Membro di Villaprara della Formazione di Contignaco.
- 3) Terreni con grado di morfoselezione da medio ad alto: ricadono in questa classe le litofacies riferibili alle note sequenze flyschoidi e conglomeratiche, spesso intensamente fratturate, anche se porzioni di flysch particolarmente marnose possono

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	24 di 59

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI TIZZANO VAL PARMA Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

far rientrare tali unità più tipicamente nella classe precedente. La stratificazione massiccia più o meno regolare di tali litofacies, porta alla formazione di rilievi selettivi tabulari (in condizioni geologico-strutturali particolari), o di picchi rocciosi e linee di crinale ben definite rispetto al territorio circostante. In tale classe sono state comprese le formazioni dei Flysch di M. Caio e M. Cassio.

I terreni rientranti in queste tre classi interessano più della metà del territorio Tizzanese e rendono ragione dell'elevata instabilità e franosità di tali zone.

4) Terreni con grado di morfoselezione da alto a molto alto: comprende alcune formazioni rocciose, perlopiù con affioramenti di ridotta estensione, la cui resistenza all'erosione risulta talmente evidente da costituire una peculiarità geomorfologica unica e tipicamente riconoscibile sul territorio. Le litofacies che presentano tali caratteristiche di morfoselezione, sono quelle ad alta resistenza e spiccata energia di rilievo e comprendono le formazioni arenacee delle Arenarie di Ranzano o le Arenarie di Lagrimone, le Arenarie di Vetto o del Membro della Pietra di Bismantova.

In generale si può affermare che il territorio tizzanese è contraddistinto da una morfologia "giovanile" caratterizzata da versanti più o meno acclivi, con incisioni vallive spesso pronunciate, dovute prevalentemente all'azione erosiva dei corsi d'acqua. Le forme di accumulo fluviale hanno estensione piuttosto limitata (ad eccezione della piana alluvionale del T. Parma), occupando i depositi alluvionali sul fondo di valli strette (comprese fra versanti ricoperti da depositi gravitativi o incassate in pendii rocciosi). Molto più diffuse sono le forme di erosione fluviale, specialmente sulle sponde geologicamente instabili o costituite da depositi detritici o litologie "tenere" (argilliti, marne, formazioni flyschoidi ecc.). Spesso tali fenomeni sono la causa dell'insacco di movimenti franosi di neoformazione sui versanti o della riattivazione di vecchie frane quiescenti.

Risultano evidenti gli stretti legami esistenti tra l'aspetto morfologico ed i motivi stratigrafico - tettonici e le caratteristiche geomeccaniche delle rocce. Laddove predominano i litotipi arenacei e calcarei, il rilievo si presenta accidentato, con pendii ripidi che seguono quasi fedelmente l'inclinazione degli strati, quando disposti a franappoggio; mentre sono caratterizzati da una forte acclività con strati a reggipoggio. Sono questi i caratteri morfologici tipici dei rilievi monoclinali tipici del territorio e che hanno la loro massima espressione nella zona di M. Caio. Al contrario dove affiorano i terreni prevalentemente marnoso - argillosi la morfologia assume caratteri attenuati ed un aspetto relativamente addolcito e si osservano frequentemente versanti interessati da diffusi e talora ampi fenomeni di dissesto.

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	25 di 59

In tale contesto, è chiaro che i fenomeni di gran lunga più significativi e diffusi nel territorio e che per i loro effetti hanno più rilevanti e significative ricadute sul territorio stesso, a causa delle limitazioni e dei danni che provocano, sono i fenomeni legati alla gravità.

Nel presente studio, per la definizione dei movimenti gravitativi che interessano le aree in esame, si è fatto riferimento, principalmente, alla Carta del Dissesto della Provincia di Parma, alla scala 1:10.000, che ne prevede l'identificazione e la classificazione sulla base dello stato di attività e della tipologia.

Più precisamente, sulla base dello stato di attività, si distinguono solo due classi:

- **frana attiva:** movimento gravitativo ritenuto attivo o riattivato (in un settore di corpo di frana quiescente) all'atto dell'indagine fotointerpretativa, ovvero rilevato o confermato da controllo sul terreno; l'attività può trovare conferma anche in dati documentali recenti (pubblicazioni, carte geologiche, relazioni tecniche, ecc.);
- **frana quiescente:** riguarda tutti i tipi di dissesto in cui è possibile desumere, da indizi di natura geomorfologica e considerazioni di evoluzione morfoclimatica del territorio appenninico, la temporanea inattività del corpo di frana e della scarpata principale ad essa connessa.

Infatti, nelle porzioni di territorio cartografate, non sono mai stati individuati corpi di frana ritenuti inattivi, intesi come fenomeni le cui cause e processi che li hanno generati non sono più presenti o sono stati rimossi (definiti "frane relitte" nella Carta del Dissesto della Provincia di Parma).

Quanto alla tipologia, esaminando la Carta del Dissesto della Provincia di Parma, che fa riferimento alla classificazione dei movimenti gravitativi di *Cruden & Varnes* (1996), e tenendo conto delle classi stabilite dagli ICMS, nel territorio in esame, si sono distinte le seguenti frane:

- Scorrimento: classe in cui sono accorpati gli scivolamenti rotazionali e quelli traslazionali o planari
- Colata: che può essere di terra o di fango
- Complessa: data dalla combinazione di 2 o più movimenti di tipo semplice
- Non definita: indicata, altrimenti, come indeterminata (quando la tipologia di movimento non è chiara)

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	26 di 59

4. DATI GEOTECNICI E GEOFISICI

La ricerca effettuata presso l’archivio dell’Ufficio Tecnico Comunale, ma anche della Comunità Montana Unione Comuni Parma Est, del Servizio Tecnico Bacini Affluenti del Po e del Consorzio Bonifica Parmense, ha consentito di esaminare numerose relazioni geologiche, prodotte a corredo di progetti edilizi e di opere pubbliche e di acquisire copia delle indagini geognostiche eseguite.

Tutte le indagini sono state trasformate in formato digitale con modalità georiferita, al fine di consentirne l’elaborazione in ambiente GIS.

A tal proposito sia i dati di base, che i dati elaborati sono stati organizzati in formato vettoriale (*shapefile*) nel rispetto dell’Allegato D della delibera regionale.

Tali indagini, unitamente alle informazioni presenti in letteratura e ai sopralluoghi in sito, hanno permesso di ricostruire il modello geologico delle aree interessate dallo studio di microzonazione sismica.

Ad integrazione dei dati esistenti è stata progettata ed eseguita una specifica campagna di indagine.

Più in particolare sono state eseguite n° 35 indagini di sismica passiva mediante misure di ascolto delle vibrazioni ambientali secondo la tecnica HVSR a stazione singola.

Le misure HVSR sono state condotte utilizzando un sismometro a stazione singola (tromografo digitale) di proprietà dello scrivente soggetto attuatore, in grado di registrare, attraverso dei velocimetri, i microtremori lungo le due direzioni orizzontali (X, Y) e lungo quella verticale (Z), di un ampio intervallo di frequenze (0.1-100 Hz) e per una durata sufficientemente lunga (20 minuti).

Le misure registrate sono state poi elaborate e restituite graficamente in forma di spettri H/V (rapporto H/V in funzione della frequenza) e spettri delle singole componenti (componente del moto in funzione della frequenza per ognuna delle tre direzioni).

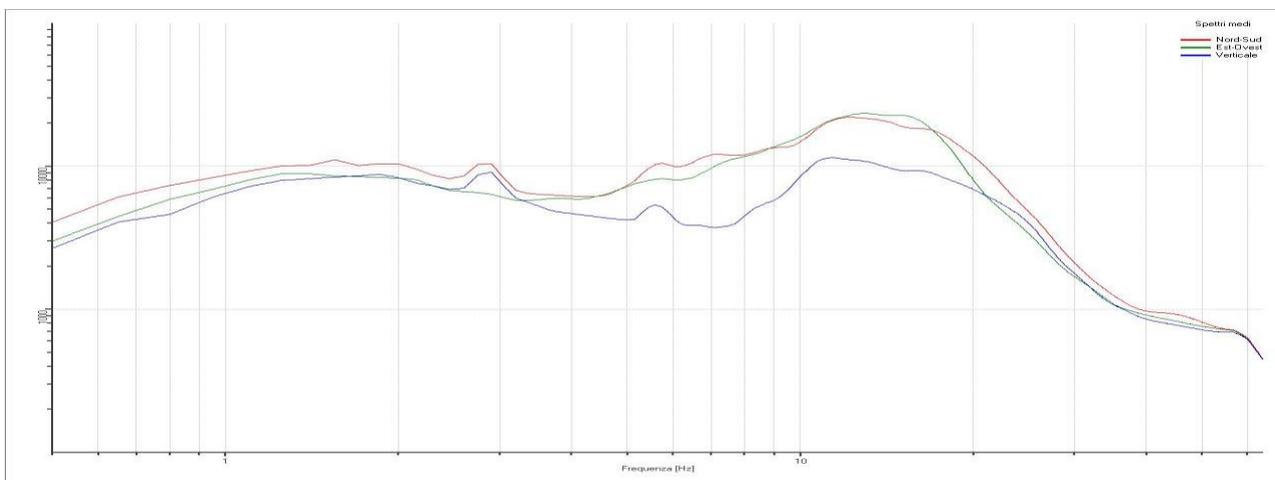


Fig. 9 – Esempio di spettro delle singole componenti

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	27 di 59

PROGETTO	LIVELLO
COMUNE DI TIZZANO VAL PARMA Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

5. MODELLO DEL SOTTOSUOLO

La base per uno studio di microzonazione sismica è la definizione, quanto più accurata possibile, del modello geologico del sottosuolo, cercando di individuare come varia la successione stratigrafica all'interno delle aree in esame e a che profondità si possa trovare il substrato rigido.

A tale scopo, per il Comune di Tizzano Val Parma, sono stati esaminati e confrontati tra loro tutti i dati geognostici raccolti oltre a differenti cartografie tematiche, con scale di diverso grado di dettaglio.

Rimandando al paragrafo 8.2 la descrizione specifica delle caratteristiche delle 3 porzioni di territorio comunale oggetto del presente studio, di seguito, ci si limita a proporre alcune considerazioni su come il complesso assetto geologico rilevato possa modificare il moto sismico in superficie e quali problematiche comporti per la determinazione degli effetti locali.

A riguardo, in primo luogo, va considerato che in tutta la zona in esame, sotto le coperture quaternarie, sono presenti unità liguri o epiliguri, quasi sempre stratificate, e, costituite da depositi a differente litologia (calcari, areniti, marne, peliti) all'interno dei quali le velocità di propagazione delle onde sismiche sono molto differenti tra loro, anche se in pochissimi casi raggiungono velocità da *bedrock* sismico, maggiori di 800 m/s.

Si consideri, inoltre, che dette velocità risultano fortemente condizionate anche dal grado di fratturazione degli ammassi rocciosi, determinato da vari fattori, primi fra tutti, l'azione tettonica, la gravità e gli agenti atmosferici. Ciò interessa, in particolare, il livello di roccia più superficiale, di spessore variabile, fortemente alterato (regolite).

Anche nelle coperture quaternarie si osservano significative variazioni nei profili delle Vs, sia in relazione allo stato di addensamento dei depositi, generalmente maggiore all'aumentare della profondità, che al tipo di litologie attraversate.

Le conoscenze geognostiche, quando possibile, consentono di individuare le prime superfici di discontinuità, ad esempio al contatto tra i depositi quaternari e il substrato marino. Quanto alle discontinuità più profonde, come potrebbe essere il limite regolite/roccia in posto o determinate dal passaggio tra strati costituiti da litotipi differenti, all'interno del substrato marino, è difficile che si abbiano informazioni attendibili.

D'altra parte, come verrà illustrato nel prosieguo della relazione, le indagini tromografiche effettuate restituiscono curve H/V in cui sono generalmente presenti più picchi, con contrasti d'impedenza bassi e simili tra loro, a frequenze associabili a differenti profondità.

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	28 di 59

E' evidente che, in un tale contesto, definire la risposta sismica locale non sia sempre facile, così come risulta spesso una discreta forzatura assimilare l'assetto geologico delle varie zone ad un modello fisico monodimensionale.

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	29 di 59

6. INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE

Come già indicato, il presente studio, oltre ad utilizzare una grande quantità di dati pregressi, ha previsto l'esecuzione di una nuova campagna d'indagini sismiche.

La caratterizzazione dei terreni è stata effettuata tramite la tecnica sismica passiva (tecnica dei rapporti spettrali) o HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*).

I risultati ottenuti per ciascuna prova, riportati nell'Elaborato 7 - Prove tomografiche, sono:

1. il grafico rapporto spettrale H/V naturale con curva H/V sintetica, in cui si possono osservare picchi caratteristici, in corrispondenza di determinate frequenze

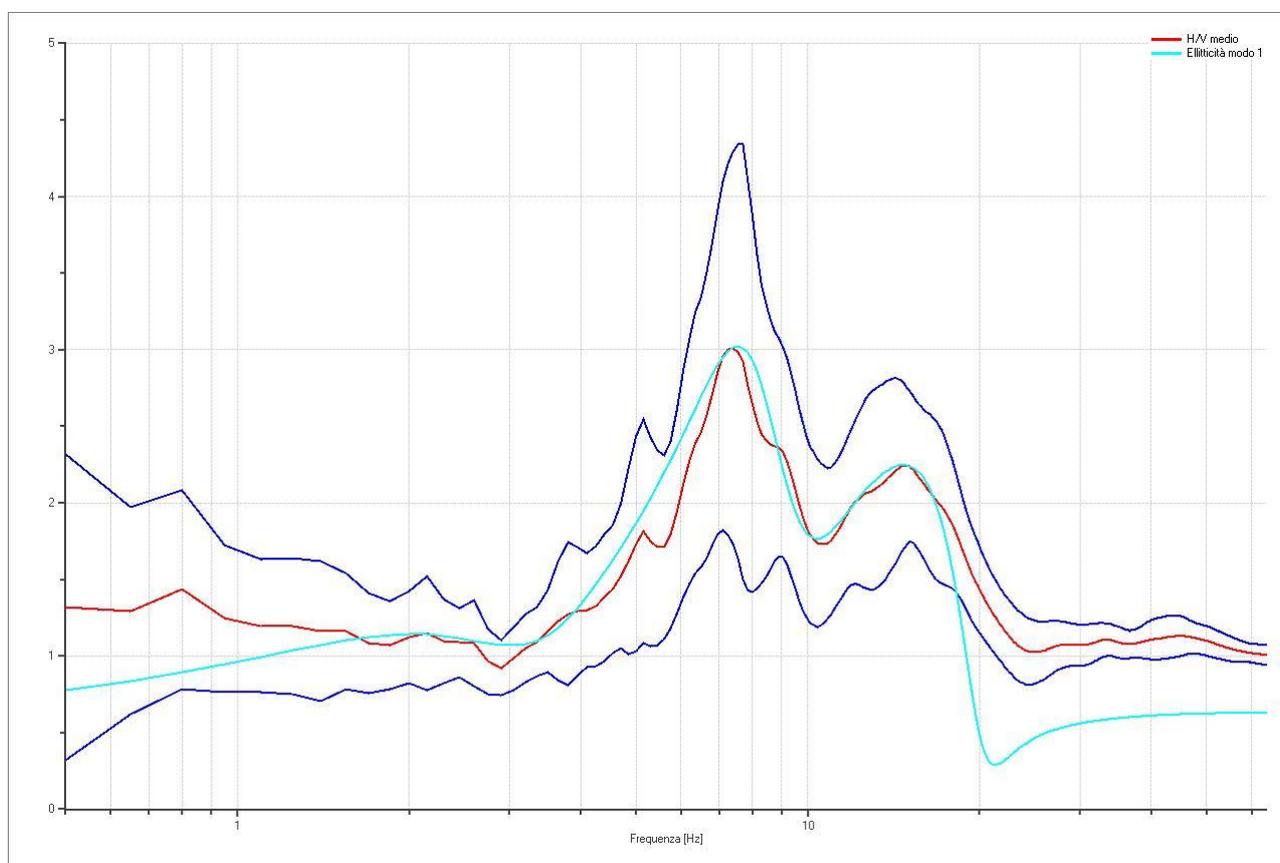


Fig. 10 - Esempio di curva H/V naturale con curva H/V sintetica

2. La velocità media delle onde di taglio V_s

Per determinare la velocità delle onde di taglio V_s viene utilizzata l'inversione vincolata dello spettro H/V ricavato attraverso il rilievo tomografico.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	30 di 59

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI TIZZANO VAL PARMA Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

La relazione seguente lega la frequenza di risonanza del terreno (f) alla velocità delle onde S (Vs) e alla profondità della base dello strato (H):

$$f(Hz) = \frac{Vs}{4H}$$

Nota la profondità di un singolo livello stratigrafico, è possibile procedere all'inversione dello spettro H/V, modellando la curva sintetica in modo da ottenere la sovrapposizione con quella misurata, per poi ricavare la Vs media per ogni singolo strato.

Sulla base di tali elaborazioni viene ottenuta la curva della Vs con la profondità.

Al fine di determinare la qualità delle singole misure HVSR effettuate e la loro relativa affidabilità, si è, inoltre, provveduto alla classificazione delle prove valutando, in accordo con i più recenti studi in materia, le caratteristiche dei fondamentali principi su cui si basa la tecnica di indagine a sismica passiva utilizzata.

Nello specifico si è proceduto all'analisi della durata complessiva delle singole registrazioni, utilizzando esclusivamente quelle capaci di produrre stime "robuste" del campo medio delle vibrazioni ambientali, soddisfacendo in tal senso i primi 3 criteri del progetto SESAME (linee guida 2005), relativi alla robustezza statistica del segnale. Quindi, per ogni singola acquisizione è stato valutato l'andamento complessivo della curva H/V, prestando particolare attenzione, durante la fase di elaborazione, alla plausibilità fisica della curva stessa, verificabile attraverso l'individuazione di massimi caratterizzati da una diminuzione localizzata di ampiezza dello spettro verticale.

In fase di elaborazione, sfruttando le possibilità di analisi direzionale e temporale del software utilizzato (*EasyHVSR di Geostru*), è stata valutata la stazionarietà temporale dei rapporti spettrali misurati, prestando inoltre particolare attenzione alle variazioni azimuthali di ampiezza, nel rispetto della condizione di isotropia del segnale.

Quanto ai criteri delle linee guida SESAME 2005 relativi alla "chiarezza" del picco di possibile risonanza, essi risultano spesso non soddisfatti per i motivi già anticipati nel capitolo 5 (le caratteristiche geologiche del territorio esaminato fanno sì che, nelle curve H/V, siano generalmente presenti più picchi, con contrasti d'impedenza bassi e simili tra loro).

Ciononostante, a prescindere da tali verifiche, tutte le prove allegate al presente studio si sono ugualmente potute utilizzare in quanto la loro interpretazione, nel rispetto di quanto stabilito dallo stesso progetto SESAME, è stata supportata dal confronto e dalla relativa taratura con profili stratigrafici derivanti dai sondaggi geognostici disponibili.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	31 di 59

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI TIZZANO VAL PARMA Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

7. METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI

Nella prima fase di lavoro, di concerto con la Comunità Montana Unione Comuni Parma Est e l'Ufficio Tecnico Comunale, sono stati definiti i limiti degli areali da sottoporre allo studio di Microzonazione Sismica, individuando, oltre alle porzioni di territorio già urbanizzate, quelle che saranno presumibilmente interessate da nuove edificazioni, nuove infrastrutture o sostanziali trasformazioni urbanistiche, su cui incentrare gli studi.

Una volta eseguita tale operazione, sono stati acquisiti dati bibliografici e di archivio, sono stati condotti rilievi sul territorio ed è stata analizzata la cartografia geologica e geomorfologica disponibile.

Successivamente è stata eseguita una campagna di indagini di sismica passiva (misure di ascolto dei microtremori con tromografo digitale portatile) ai fini della definizione delle frequenze fondamentali dei terreni.

Gli elaborati prodotti in questa prima fase sono costituiti da:

- **Carte delle indagini:** in tale cartografia sono riportate le indagini pregresse e quelle di nuova esecuzione; tutte le prove sono state classificate in base alla tipologia;
- **Carte geologico-tecniche:** tali carte sono state derivate dalla revisione a scala dettagliata dei rilievi disponibili. In questa cartografia sono rappresentati gli elementi geologici e morfologici che possono modificare il moto sismico in superficie;
- **Carte delle frequenze naturali dei terreni:** tali carte riportano i punti di misura e i risultati di indagini di sismica passiva (misure HVSR); in particolare, sono stati indicati il valore F_0 del picco significativo, corrispondente alla frequenza di risonanza fondamentale (frequenza principale) e, quando presente, di un secondo picco significativo (frequenza secondaria), meno evidente del primo (F_1).
- **Carte delle microzone omogenee in prospettiva sismica:** in questa cartografia sono indicate le aree in cui si ritiene necessario effettuare indagini e analisi di microzonazione sismica e i livelli di approfondimento ritenuti necessari, distinguendo tra zone suscettibili di instabilità, ove sono richiesti approfondimenti di terzo livello, e zone suscettibili di amplificazioni locali, oggetto di approfondimenti di secondo livello, all'interno delle quali sono state operate ulteriori distinzioni, identificando delle microzone omogenee, sulla base delle caratteristiche litostratigrafiche.

Successivamente e in diretta continuità con la prima, è stata svolta la seconda fase di lavoro, che ha quale obiettivo la Microzonazione Sismica del territorio indagato.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	32 di 59

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI TIZZANO VAL PARMA Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

In questa fase sono stati prodotti i seguenti elaborati:

- **Carte delle velocità delle onde di taglio S:** carte in sono ubicati tutti i punti di misura di V_s con indicazione, per ogni punto misura, del valore di V_{s_H} o di $V_{s_{30}}$.
- **Carte di microzonazione sismica:** carte in cui sono raffigurate le amplificazioni stimate, tramite procedure semplificate, per i vari settori di territorio in esame.

Le elaborazioni sono state rappresentate nelle varie cartografie, ciascuna delle quali costituita da tre tavole, una per ciascuno dei tre ambiti esaminati: Tizzano capoluogo, Reno e Lagrimone.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	33 di 59

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI TIZZANO VAL PARMA Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

8. ELABORATI CARTOGRAFICI

8.1 Carte delle indagini

Nelle Carte delle indagini, alla scala 1:5.000, sono state riportate le ubicazioni delle prove di nuova esecuzione (per i cui report si faccia riferimento all'*Elaborato 7- Prove tromografiche*) e dei dati pregressi, relativi a indagini geognostiche e/o sismiche depositate presso i vari uffici.

Esse sono state distinte in base alla tipologia in:

- sondaggio a carotaggio continuo
- prova penetrometrica statica con punta meccanica (CPT)
- prova penetrometrica dinamica pesante
- prova penetrometrica dinamica leggera
- trincea o pozzetto esplorativo
- stazione microtremore a stazione singola
- MASW
- Prova *REfraction Microtremors*
- Profilo sismico a rifrazione

come raffigurato nella legenda riportata in Fig. 11.

Legenda

Indagini

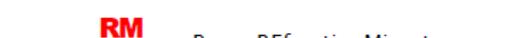
 Sondaggio a carotaggio continuo	 Stazione microtremore a stazione singola
 Prova penetrometrica statica con punta meccanica (CPT)	 MASW
 Prova penetrometrica dinamica pesante	 Prova REfractionMicrotremors
 Prova penetrometrica dinamica leggera	 Profilo sismico a rifrazione
 Trincea o pozzetto esplorativo	

Fig. 11 – Legenda delle Carte delle indagini

In corrispondenza di Tizzano capoluogo sono anche state recuperate e archiviate 3 sezioni geologiche.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	34 di 59

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI TIZZANO VAL PARMA Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

Nelle carte sono indicate alcune indagini esterne ai perimetri del territorio urbanizzato e urbanizzabile, ove sono state concentrate le analisi, ma ugualmente utili a definire le sue caratteristiche litostratigrafiche.

Nei successivi paragrafi vengono specificati numero e tipologia di indagini con riferimento ai tre ambiti oggetto di studio.

8.1.1 Ambito A_1 Tizzano capoluogo

La ricerca effettuata ha consentito di acquisire i seguenti dati:

- N° 28 sondaggi a carotaggio continuo, di cui n° 2 esterni al perimetro del territorio urbanizzato e urbanizzabile
- N° 3 prove penetrometriche statiche con punta meccanica (CPT)
- N° 6 prove penetrometriche dinamiche pesanti, di cui n° 1 esterna al perimetro del territorio urbanizzato e urbanizzabile
- N° 5 prove penetrometriche dinamiche leggere
- N° 10 trincee o pozzetti esplorativi, di cui n° 9 esterni al perimetro del territorio urbanizzato e urbanizzabile
- N° 15 profili sismici a rifrazione
- N° 3 stazioni microtremore a stazione singola
- N° 6 MASW
- N° 3 Sezioni geologiche

Ad integrazione di tali dati, è stata progettata ed eseguita una specifica campagna di indagine costituita da n° 19 misure di ascolto di microtremori a stazione singola (HVSR).

8.1.2 Ambito A_2 Lagrimone

La ricerca effettuata ha consentito di acquisire le seguenti indagini:

- N° 17 sondaggi a carotaggio continuo, di cui n° 2 esterni al perimetro del territorio urbanizzato e urbanizzabile
- N° 5 prove penetrometriche dinamiche leggere
- N° 1 trincee o pozzetti esplorativi
- N° 2 MASW

Ad integrazione di tali dati, è stata progettata ed eseguita una specifica campagna di indagine costituita da n° 8 misure di ascolto di microtremori a stazione singola (HVSR).

8.1.3 Ambito A_3 Reno

La ricerca effettuata ha consentito di acquisire le seguenti indagini:

- N° 4 sondaggi a carotaggio continuo di cui n° 1 esterno al perimetro del territorio urbanizzato e urbanizzabile

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	35 di 59

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI TIZZANO VAL PARMA Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

- N° 3 prove penetrometriche dinamiche pesanti
- N° 9 prove penetrometriche dinamiche leggere, di cui n° 5 esterne al perimetro del territorio urbanizzato e urbanizzabile
- N° 5 trincee o pozzetti esplorativi
- N° 2 profili sismici a rifrazione
- N° 1 MASW

Ad integrazione di tali dati, è stata progettata ed eseguita una specifica campagna di indagine costituita da n° 8 misure di ascolto di microtremori a stazione singola (HVSF), di cui n° 1 esterna al perimetro del territorio urbanizzato e urbanizzabile.

8.2 Carte geologico-tecniche per la microzonazione sismica

Nelle Carte geologico tecniche per la microzonazione sismica sono state riportate le informazioni di base (geologia, geomorfologia, caratteristiche litotecniche, geotecniche e idrogeologiche) derivate da elaborati esistenti e da indagini geognostiche pregresse.

Questi dati hanno consentito di definire il modello di sottosuolo e sono risultate funzionali alla realizzazione delle Carte delle microzone omogenee in prospettiva sismica (livello 1), che saranno descritte nel successivo paragrafo 8.4.

Nel presente studio, per la stesura delle Carte geologico tecniche, si è fatto riferimento, in particolare, alla seguente documentazione, opportunamente verificata mediante sopralluoghi di campagna:

- “Carta Geologica della Regione Emilia-Romagna”. Tavole n° 217NW, 217NE, 217SW, 217SE, alla scala 1:25.000, e Sezioni 217030, 217060, 217070, 217080, 217100, 217110, 217120,, alla scala 1:10.000, Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna
- “Carta del dissesto” da Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Parma”. Sezioni 217030, 217060, 217070, 217080, 217100, 217110, 217120, alla scala 1:10.000. Servizio di Programmazione e Pianificazione Territoriale della Provincia di Parma.
- indagini puntuali, per la descrizione delle quali si rimanda al precedente paragrafo (8.1).

Sulla base di tali fonti informative, le unità geologico-litotecniche sono state distinte tra terreni di copertura (cartografati quando presentano uno spessore minimo di 3 m) e substrato geologico che, nelle zone di studio, risulta sempre non rigido (caratterizzato da $V_s \leq 800$ m/s).

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	36 di 59

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI TIZZANO VAL PARMA Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

Esse sono identificate da un codice che, nel caso del substrato, differenzia quello fratturato da quello non fratturato, mentre per le coperture identifica sia le caratteristiche tessiturali che l'ambiente genetico-deposizionale.

A parte sono raffigurate le aree interessate da instabilità di versante, con retini che ne indicano la tipologia e lo stato di attività.

Nelle Carte geologico tecniche sono stati indicati anche gli elementi tettonico-strutturali.

Altri elementi geologici rappresentati sono i sondaggi che non raggiungono mai il substrato rigido, con indicazione della loro profondità.

La scala di rilevamento e di rappresentazione è 1:5.000.

Nei successivi paragrafi viene sinteticamente descritto l'assetto litostratimetrico che caratterizza i tre ambiti oggetto di studio.

8.2.1 Ambito A_1 Tizzano capoluogo

Nell'Ambito A_1 ricadono l'abitato di Tizzano Val Parma e la frazione di Costa, entrambi ubicati a cavallo del crinale che separa la valle del torrente Parma da quella del torrente Parmossa.

In questa porzione di territorio, il substrato geologico, non rigido e stratificato, appartiene alla formazione delle Marne Rosate di Tizzano o, limitatamente al settore più meridionale, a quella del Flysch di Monte Caio.

Esso, per ampi tratti, risulta affiorante o sub-affiorante (con terreni di copertura di spessore inferiore a 3 m), ma sono state cartografate anche delle zone, in cui sono presenti coperture detritiche costituite da clasti di dimensioni variabili immersi e sostenuti da una matrice pelitica e/o sabbiosa (con spessori presumibili talora di 5 e talora di 10 m) e altre con depositi collegati a movimenti gravitativi, con diverso grado di attività e di differente tipologia.

A riguardo, si segnala che parte del Capoluogo è classificata come zona da consolidare ai sensi della legge n. 445 del 9/7/1908.

La presenza di faglie e le giaciture degli strati indicano un assetto strutturale estremamente tettonizzato.

L'assetto litostratigrafico sopradescritto è confermato anche dalle sezioni geologiche raccolte presso l'ufficio tecnico comunale e archiviate nel database, di cui è riportato uno stralcio nella successiva Fig. 12.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	37 di 59

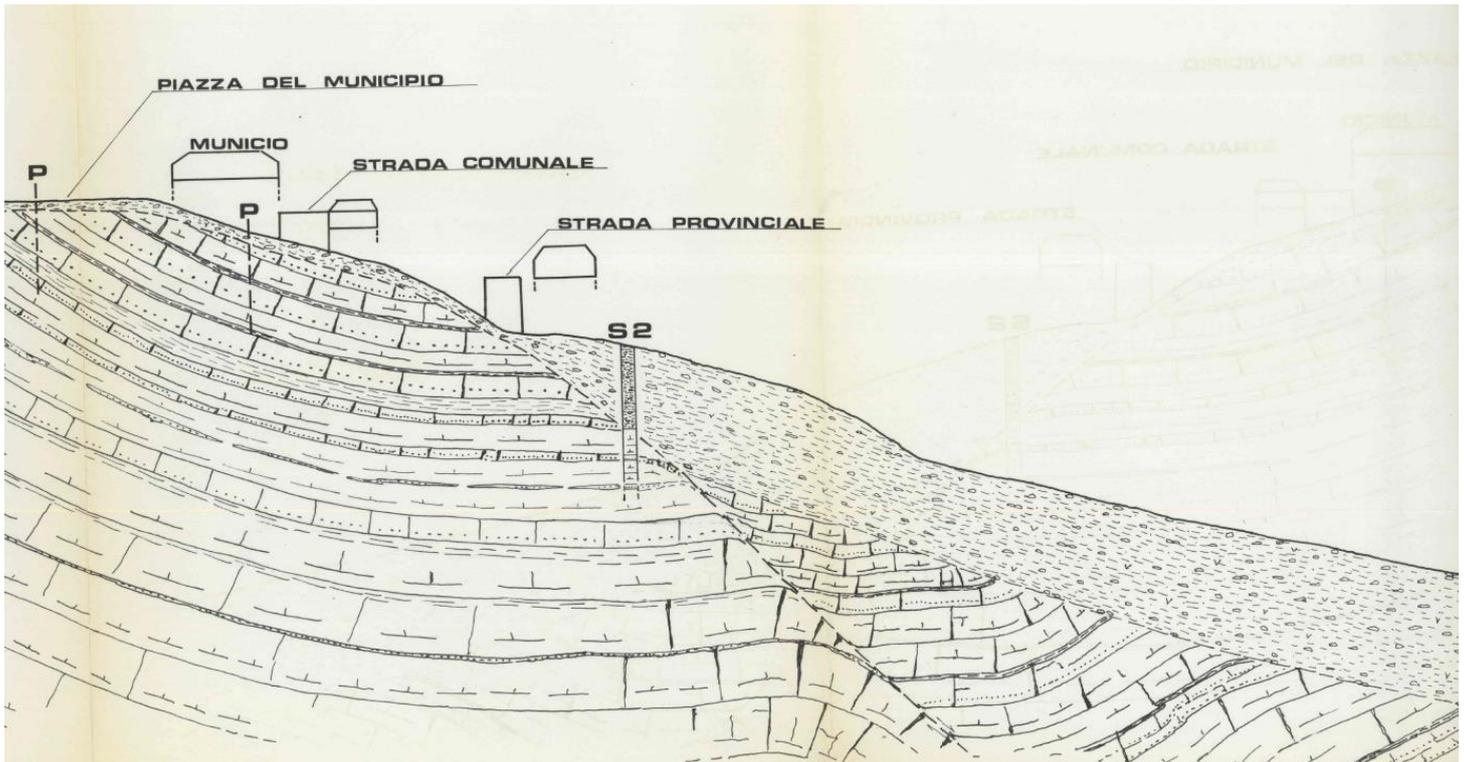


Fig. 12 - Sezione geologica a Tizzano capoluogo

8.2.2 Ambito A_2 Lagrimone

In corrispondenza dell'abitato di Lagrimone sono presenti formazioni liguri ed epiliguri, in gran parte stratificate (Arenarie di Lagrimone, Marne di Monte Piano, Marne di Antognola e Flysch di Monte Caio) e, in misura minore, non stratificate (Formazione di Ranzano - Litofacies caotica della Val Pessola).

Esse risultano affioranti o sub-affioranti (con terreni di copertura di spessore inferiore a 3 m) sulla maggior parte dell'area oggetto di studio.

Fanno eccezione i settori coinvolti in fenomeni di instabilità di versante (vedi l'ampia frana complessa quiescente che interessa la porzione orientale del paese, l'adiacente colata attiva e il piccolo scorrimento attivo, posto sul confine settentrionale dell'area di studio) e quelli in cui si rinvergono coperture detritiche costituite da clasti di dimensioni variabili immersi e sostenuti da una matrice pelitica e/o sabbiosa (con spessori presumibili talora di 5 e talora di 10 m).

Anche questo ambito risulta estremamente tettonizzato.

La sezione riportata nella successiva Fig. 13 raffigura quanto sopradescritto:

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	38 di 59

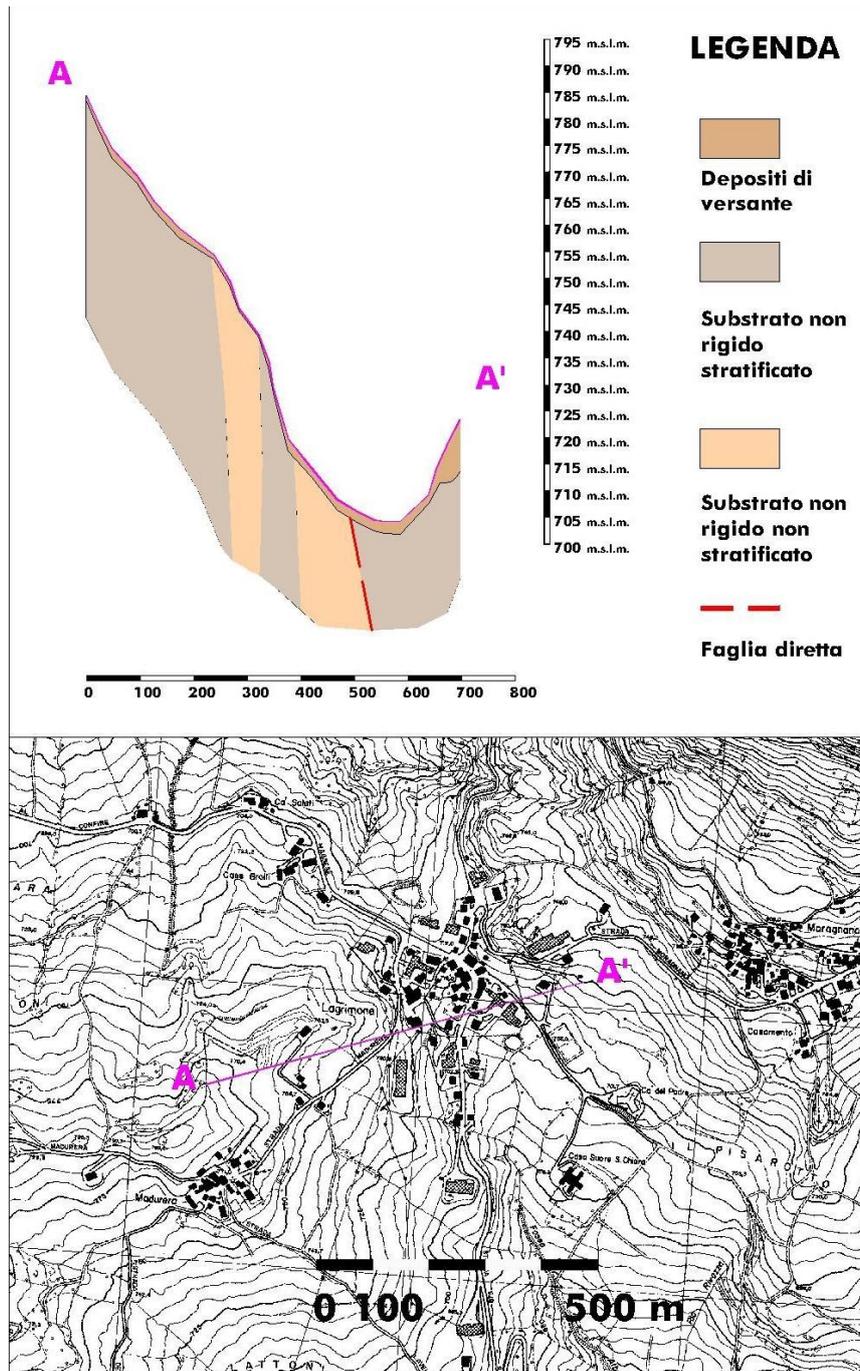


Fig. 13 - Sezione geologica a Lagrimone

8.2.3 Ambito A_3 Reno

L'abitato di Reno è ubicato sul versante in sponda idrografica destra del torrente Parma, in un settore di territorio in cui il substrato, non rigido e stratificato, è costituito dalla Formazione delle Marne Rosate di Tizzano.

Queste risultano affioranti o sub-affioranti (con terreni di copertura di spessore inferiore a 3 m) solo alle estremità settentrionale e meridionale dell'area di studio.

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	39 di 59

Tutto il settore centrale è, invece, contraddistinto dalla presenza di movimenti gravitativi perlopiù indefiniti, sia in termini di tipologia che di stato di attività.

A nord è stata cartografata anche un'area con coperture detritiche, costituite da clasti di dimensioni variabili immersi e sostenuti da una matrice pelitica e/o sabbiosa, che si presume abbia uno spessore medio nell'ordine dei 5 m.

Anche in questo caso, la presenza di faglie e le giaciture degli strati indicano un assetto strutturale estremamente tettonizzato.

La sezione riportata nella successiva Fig. 14 raffigura quanto sopradescritto:

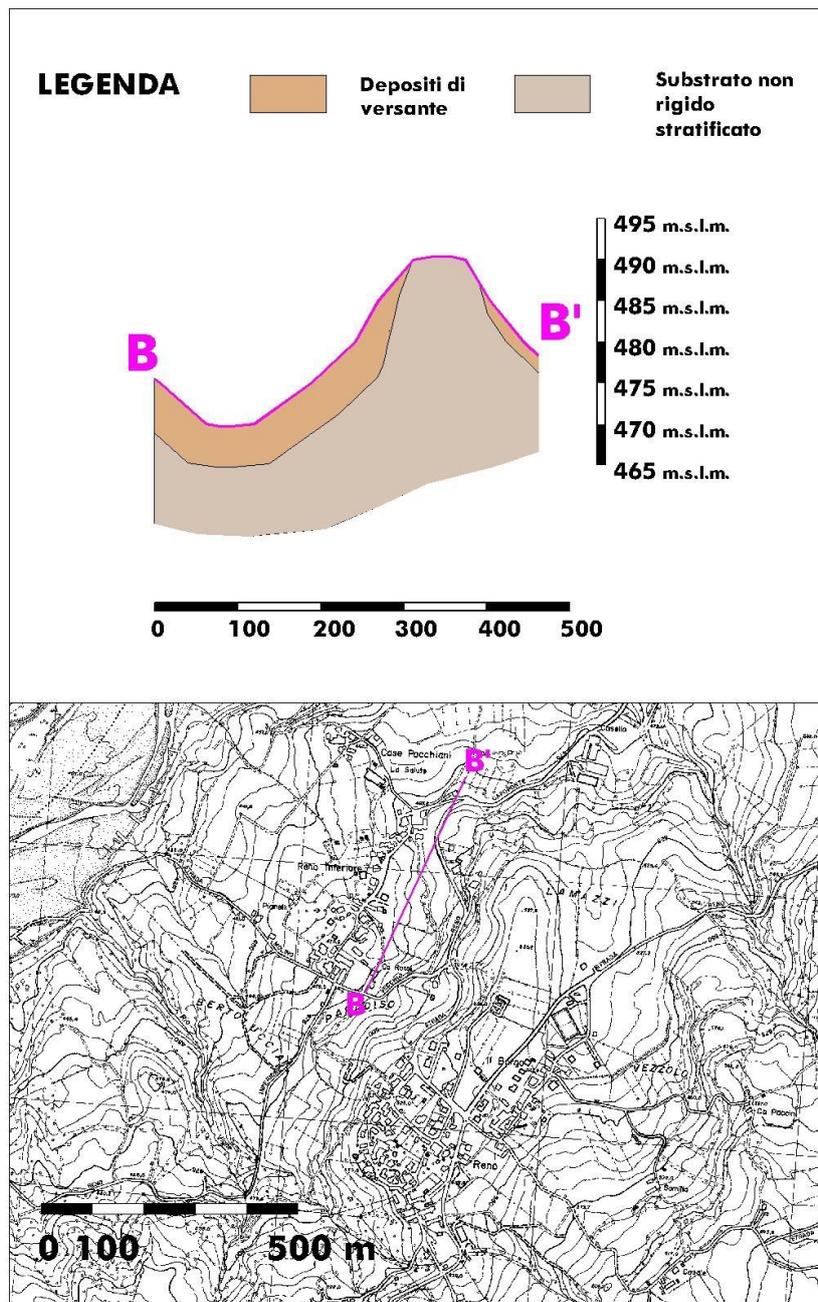


Fig. 14 - Sezione geologica a Reno

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	40 di 59

8.3 Carte delle frequenze naturali dei terreni

Sulla base di tutti i dati tomografici disponibili, sia derivanti da indagini pregresse, sia di nuova acquisizione, sono state redatte le Carte delle frequenze naturali dei terreni, sempre a scala 1:5.000.

In queste carte sono stati riportati tutti i punti di misura (38), con associati i risultati delle singole prove. In particolare, sono stati indicati il valore F_0 del picco significativo, corrispondente alla frequenza di risonanza fondamentale (frequenza principale) e, quando presente, di un secondo picco significativo (frequenza secondaria), meno evidente del primo (F_1).

Sono stati tralasciati i picchi con frequenze superiori ai 20 Hz, in quanto di scarso significato ai fini del presente studio.

Gli indirizzi tecnici a cui si è fatto riferimento prescrivono, per rendere graficamente più evidenti le variazioni in relazione alla posizione, di utilizzare colorazioni differenti per distinguere le prove a seconda della frequenza principale ottenuta, definendo le seguenti classi:

- $F_0 \leq 1$ Hz
- $1 \text{ Hz} < F_0 \leq 2$ Hz
- $2 \text{ Hz} < F_0 \leq 8$ Hz
- $F_0 > 8$ Hz

Inoltre, sono state utilizzate simbologie diverse a seconda che la prova sia caratterizzata, in corrispondenza della frequenza principale, da un alto contrasto di impedenza ($H/V > 3$) o da un basso contrasto di impedenza (ampiezza $H/V \leq 3$).

Nei successivi paragrafi vengono descritti e commentati i risultati a cui si è pervenuti nei tre ambiti oggetto di studio.

8.3.1 Ambito A_1 Tizzano capoluogo

Di seguito, viene proposta una tabella riepilogativa dei risultati delle prove tomografiche eseguite a Tizzano capoluogo, specificando, per ciascuna di esse, frequenza e ampiezza dei picchi principali ed, eventualmente, secondari, oltre all'ubicazione e le caratteristiche geologiche:

prova	ubicazione	caratteristiche geologiche	picco principale F0		picco secondario F1	
			frequenza Hz	ampiezza H/V	frequenza Hz	ampiezza H/V
034039P139HVS140	Costa di Tizzano	substrato subaffiorante	15.35	2.02	10.85	1.76
034039P143HVS144	Tizzano	substrato subaffiorante	10.55	1.26		

prova	ubicazione	caratteristiche geologiche	picco principale F0		picco secondario F1	
			frequenza Hz	ampiezza H/V	frequenza Hz	ampiezza H/V
034039P144HVSR145	Tizzano	substrato subaffiorante	17.75	1.84	0.65	1.37
034039P145HVSR146	Tizzano	substrato subaffiorante	10.25	1.38	15.35	1.32
034039P150HVSR151	Tizzano	substrato subaffiorante	11.3	1.25	8.9	1.21
034039P151HVSR152	Tizzano	substrato subaffiorante	0.8	1.13		
034039P153HVSR154	Tizzano	substrato subaffiorante	16.7	2.46		
034039P146HVSR147	Tizzano	substrato a -5 m da p.c.	5.15	1.45	1.1	1.43
034039P149HVSR150	Tizzano	substrato a -5 m da p.c.	6.95	1.75	5	1.4
034039P156HVSR157	Tizzano	substrato a -5 m da p.c.	18	1.2	4.7	1.16
034039P157HVSR158	Tizzano	substrato a -5 m da p.c.	4.1	1.35		
034039P140HVSR141	Tizzano	substrato a -10 m da p.c.	14.6	1.49	10.25	1.33
034039P141HVSR142	Tizzano	depositi di frana	11.3	1.28		
034039P142HVSR143	Tizzano	depositi di frana	7.4	3.01	14.75	2.24
034039P147HVSR148	Tizzano	depositi di frana	15.05	1.45	0.8	1.22
034039P148HVSR149	Tizzano	depositi di frana	8.45	1.75	10.1	1.74
034039P152HVSR153	Tizzano	depositi di frana	11.6	1.36	9.8	1.31
034039P154HVSR155	Tizzano	depositi di frana	14.9	1.26	0.8	1.26
034039P155HVSR156	Tizzano	depositi di frana	19.4	1.54	14.6	1.52

Tab. 4 - Riepilogo dei risultati delle prove tromografiche a Tizzano capoluogo

Gli stessi dati sono stati utilizzati per ricostruire il grafico di Fig. 15.



Fig. 15 - Picchi principali (F0) e secondari (F1) a Tizzano capoluogo

Sulla base dell’esame di Tab. 4 e di Fig. 15, si possono formulare le seguenti osservazioni:

- ad eccezione della prova 034039P142HVSR143, non si registrano mai picchi con alti contrasti di impedenza ($H/V > 3$); anzi, mediamente questi sono molto bassi, con ampiezza H/V nell’ordine di 1,5;
- senza considerare le caratteristiche geologico-tecniche del territorio in esame, non balza all’occhio una classe di frequenze caratterizzata da una maggiore concentrazione di numero di picchi;
- dove il substrato è sub-affiorante si osservano alcuni picchi sopra i 15 Hz (vedi in particolare quelli con $H/V > 2$, determinati con le prove 034039P139HVSR140 e 034039P153HVSR154), correlabili con superfici di discontinuità molto superficiali, coincidenti col passaggio tra copertura quaternaria e corpi rocciosi, mentre quelli a frequenze più basse (che quasi sempre presentano $H/V < 1,5$) risultano di individuazione non chiara, con le informazioni litostratimetriche disponibili (considerata la variabilità, sia dal punto di vista litologico che strutturale, all’interno delle formazioni presenti in zona);

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	43 di 59

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI TIZZANO VAL PARMA Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

- per le prove fatte nei corpi franosi, picchi con frequenza superiori ai 7 Hz (tra questi si notino in particolare quelli con $H/V > 2$, determinati con la prova 034039P142HVSR143) si possono correlare a superfici di discontinuità presenti o all'interno dei depositi quaternari di frana o al passaggio tra questi e i corpi rocciosi; tuttavia, anche in questo caso, si osservano picchi a frequenze più basse di individuazione non chiara;
- la prova 034039P140HVSR141, realizzata dove è presente una copertura detritica di spessore mediamente pari a 10 m evidenzia un picco principale a 14,6 Hz e uno secondario 10,25 Hz; pur essendo entrambi caratterizzati da bassi contrasti d'impedenza ($H/V < 2$), si tratta di valori cui corrispondono profondità delle superfici di discontinuità che, in uno dei 2 casi, potrebbero coincidere con il passaggio al substrato;
- dove sono presenti coperture detritiche di spessore modesto (mediamente pari a 5 m) sono presenti picchi, con H/V quasi sempre minore di 1,5 e frequenze inferiori a 6 Hz, cui corrispondono spessori attesi tali da non consentire l'individuazione delle superfici di discontinuità.

8.3.2 Ambito A_2 Lagrimone

Analogamente a quanto fatto per Tizzano capoluogo, di seguito, viene proposta una tabella riepilogativa dei risultati delle prove tomografiche eseguite a Lagrimone, specificando, per ciascuna di esse, frequenza e ampiezza dei picchi principali ed, eventualmente, secondari, oltre all'ubicazione e le caratteristiche geologiche:

prova	ubicazione	caratteristiche geologiche	picco principale F0		picco secondario F1	
			frequenza Hz	ampiezza H/V	frequenza Hz	ampiezza H/V
034039P158HVSR159	Lagrimone	substrato subaffiorante	7.55	2.11	8.9	1.95
034039P159HVSR160	Lagrimone	substrato subaffiorante	3.95	1.29	0.65	1.28
034039P162HVSR163	Lagrimone	substrato subaffiorante	13.25	1.34	20	1.23
034039P163HVSR164	Lagrimone	substrato subaffiorante	11.45	1.75	8.9	1.46
034039P165HVSR166	Lagrimone	substrato subaffiorante	14	1.93		
034039P164HVSR165	Lagrimone	substrato non stratificato subaffiorante	12.35	2.67	7.1	1.63
034039P160HVSR161	Lagrimone	substrato a -10 m da p.c.	18.5	2.01	15.05	1.68
034039P161HVSR162	Lagrimone	depositi di frana	3.35	1.74	1.4	1.25

Tab. 5 – Riepilogo dei risultati delle prove tomografiche a Lagrimone

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	44 di 59

Gli stessi dati sono stati utilizzati per ricostruire il grafico di Fig. 16.

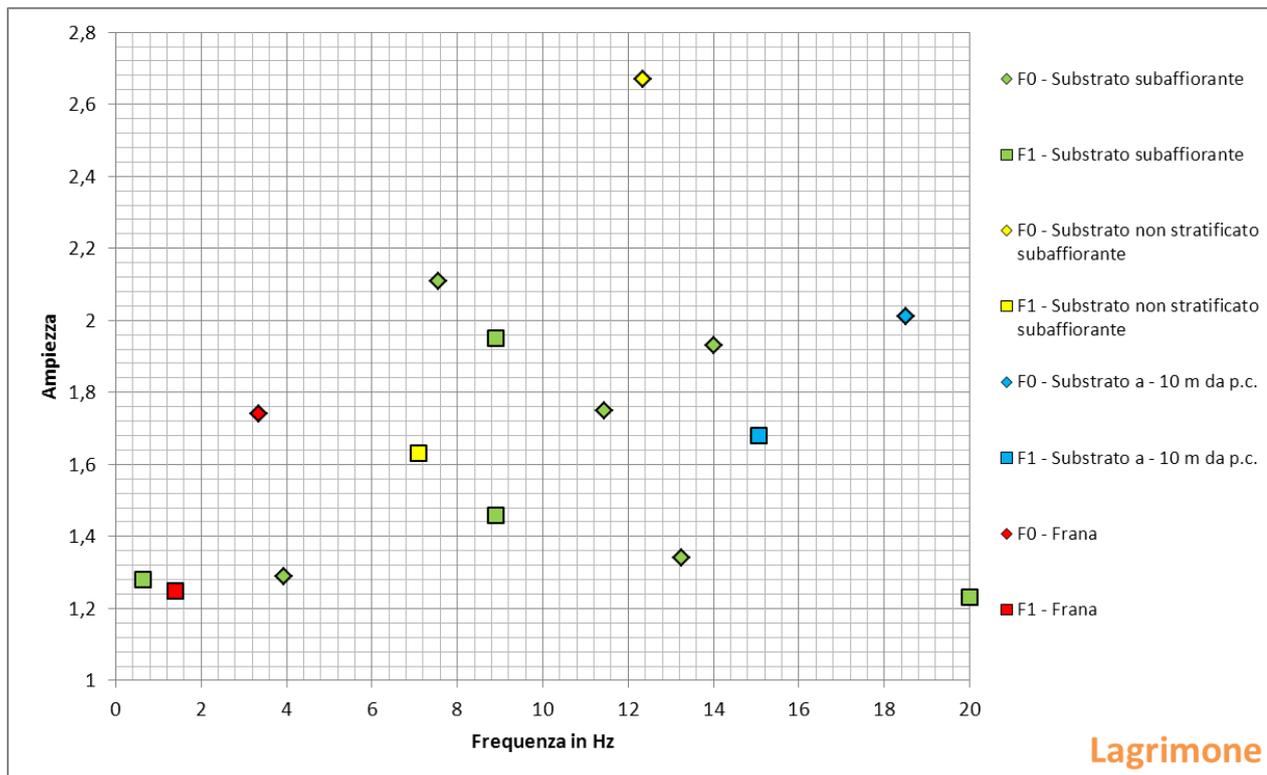


Fig. 16 - Picchi principali (F0) e secondari (F1) a Lagrimone

Sulla base dell’esame di Tab. 5 e di Fig. 16, si possono formulare le seguenti osservazioni:

- a Lagrimone, si registrano sempre picchi con bassi contrasti di impedenza ($H/V < 3$), spesso inferiori a 2;
- come per Tizzano capoluogo, senza considerare le caratteristiche geologico-tecniche del territorio in esame, non balza all’occhio una classe di frequenze caratterizzata da una maggiore concentrazione di numero di picchi;
- le prove effettuate dove il substrato è sub-affiorante, ma anche quelle all’interno dei corpi franosi, hanno evidenziato picchi a frequenze troppo basse per essere correlati con le superfici di discontinuità note, più superficiali, e pertanto risultano di individuazione non chiara, con le informazioni litostratimetriche disponibili (considerata la variabilità, sia dal punto di vista litologico che strutturale, all’interno delle formazioni presenti in zona);

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI TIZZANO VAL PARMA Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

- la prova 034039P160HVSR161, realizzata dove è presente una copertura detritica di spessore mediamente pari a 10 m evidenzia dei picchi ad alta frequenza, cui corrispondono superfici di discontinuità comprese all'interno dei depositi quaternari.

8.3.3 Ambito A_3 Reno

Analogamente a quanto fatto per gli altri due ambiti di studio, di seguito, viene proposta una tabella riepilogativa dei risultati delle prove tromografiche eseguite a Reno, specificando, per ciascuna di esse, frequenza e ampiezza dei picchi principali ed, eventualmente, secondari, oltre all'ubicazione e le caratteristiche geologiche:

prova	ubicazione	caratteristiche geologiche	picco principale F0		picco secondario F1	
			frequenza Hz	ampiezza H/V	frequenza Hz	ampiezza H/V
034039P166HVSR167	Reno	substrato subaffiorante	3.5	1.59	16.1	1.41
034039P172HVSR173	Reno	substrato subaffiorante	4.1	1.68		
034039P167HVSR168	Reno	depositi di frana	15.2	1.29	5.15	1.26
034039P168HVSR169	Reno	depositi di frana	14.15	1.15	9.65	1.13
034039P169HVSR170	Reno	depositi di frana	13.4	2.16	16.1	1.82
034039P170HVSR171	Reno	depositi di frana	16.7	2.39	10.25	1.53
034039P171HVSR172	Reno	depositi di frana	14.3	1.38		
034039P173HVSR174	Reno	depositi di frana	4.7	1.47		

Tab. 6 - Riepilogo dei risultati delle prove tromografiche a Reno

Gli stessi dati sono stati utilizzati per ricostruire il grafico di Fig. 17.

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	46 di 59

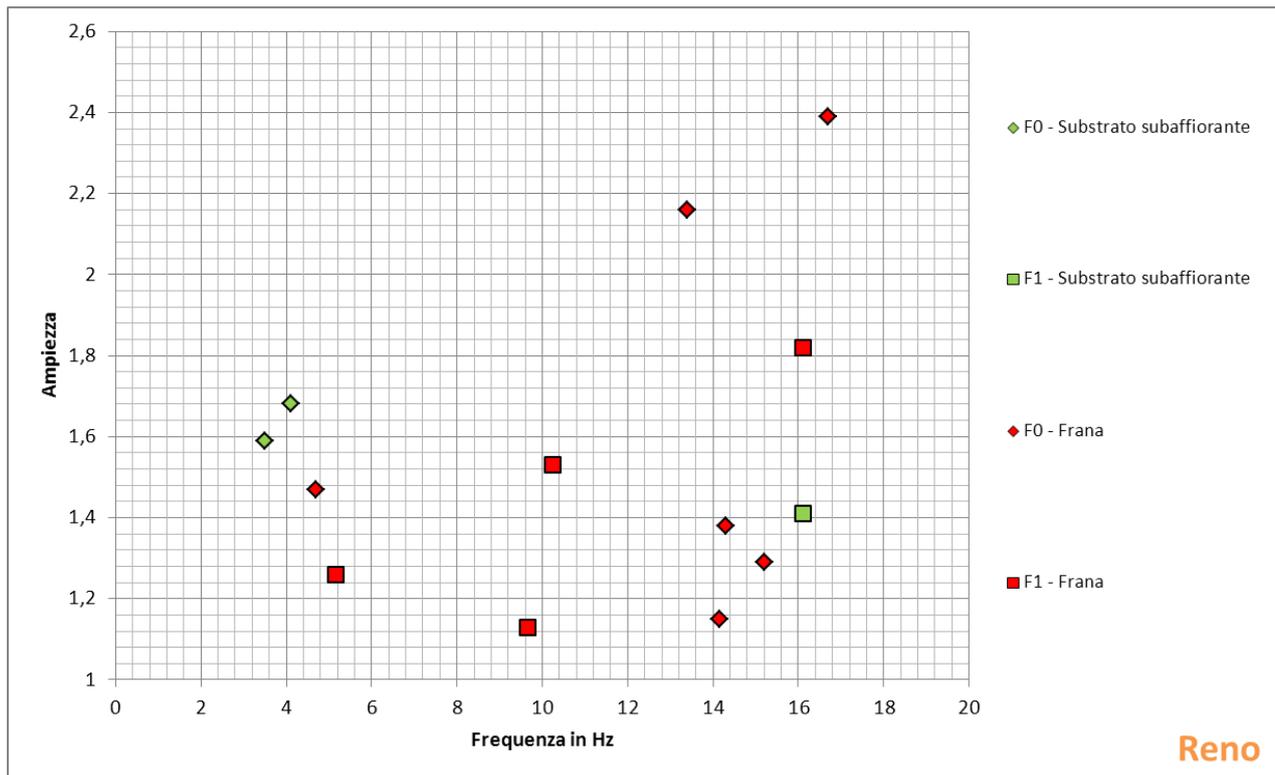


Fig. 17 - Picchi principali (F0) e secondari (F1) a Reno

Sulla base dell'esame di Tab. 6 e di Fig. 17, si possono formulare le seguenti osservazioni:

- in tutte le prove si registrano picchi con bassi contrasti di impedenza: H/V è sempre minore di 2,4 e solo in 2 casi è superiore a 2;
- anche a Reno, come nelle altre 2 località studiate, senza considerare le caratteristiche geologico-tecniche del territorio in esame, non balza all'occhio una classe di frequenze caratterizzata da una maggiore concentrazione di numero di picchi;
- per le prove fatte nei corpi franosi, quasi tutti i picchi (tra questi si notino in particolare quelli con $H/V > 2$, determinati con le prove 034039P169HVSR170 e 034039P170HVSR171) si possono correlare a superfici di discontinuità presenti o all'interno dei depositi quaternari di frana o al passaggio tra questi e i corpi rocciosi;
- dove il substrato è sub-affiorante, a parte il picco secondario a 16,1 Hz della prova 034039P166HVSR167, correlabile con una superficie di discontinuità molto superficiale, coincidente col passaggio tra copertura quaternaria e corpi rocciosi, se ne rinvencono 2 a frequenze intorno ai 4 Hz, di individuazione non chiara, con le informazioni litostratimetriche disponibili

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	47 di 59

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI TIZZANO VAL PARMA Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

(considerata la variabilità, sia dal punto di vista litologico che strutturale, all'interno delle formazioni presenti in zona).

8.4 Carte delle microzone omogenee in prospettiva sismica

Le Carte delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS), rappresentano il documento fondamentale del primo livello di approfondimento.

In questa cartografia il territorio in esame viene distinto a seconda dell'appartenenza ad una delle seguenti 3 categorie:

1. **zone stabili.** Si tratta di zone con affioramento di un substrato rigido e morfologia pianeggiante o poco acclive, nelle quali non si ipotizzano effetti locali di alcuna natura e in cui non sono richiesti ulteriori approfondimenti.
2. **zone stabili suscettibili di amplificazioni locali.** Si tratta di aree in cui sono attese amplificazioni del moto sismico, causate dall'assetto litostratigrafico e/o morfologico locale. In queste zone sono richiesti approfondimenti di secondo livello.
3. **zone suscettibili di instabilità.** Si tratta di zone nelle quali effetti sismici attesi e predominanti, oltre i fenomeni di amplificazione, sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio, quali instabilità di versante (frane attive e quiescenti), liquefazioni e densificazione. In queste zone sono richiesti approfondimenti di terzo livello.

Dalla lettura delle Carte delle microzone omogenee in prospettiva sismica si osserva che, in corrispondenza delle aree esaminate in Comune di Tizzano Val Parma, non è mai presente la categoria 1 - zone stabili, mentre sono state cartografate varie e ampie zone suscettibili di instabilità, riconducibili a fenomeni di instabilità di versante attive, quiescenti e non definite.

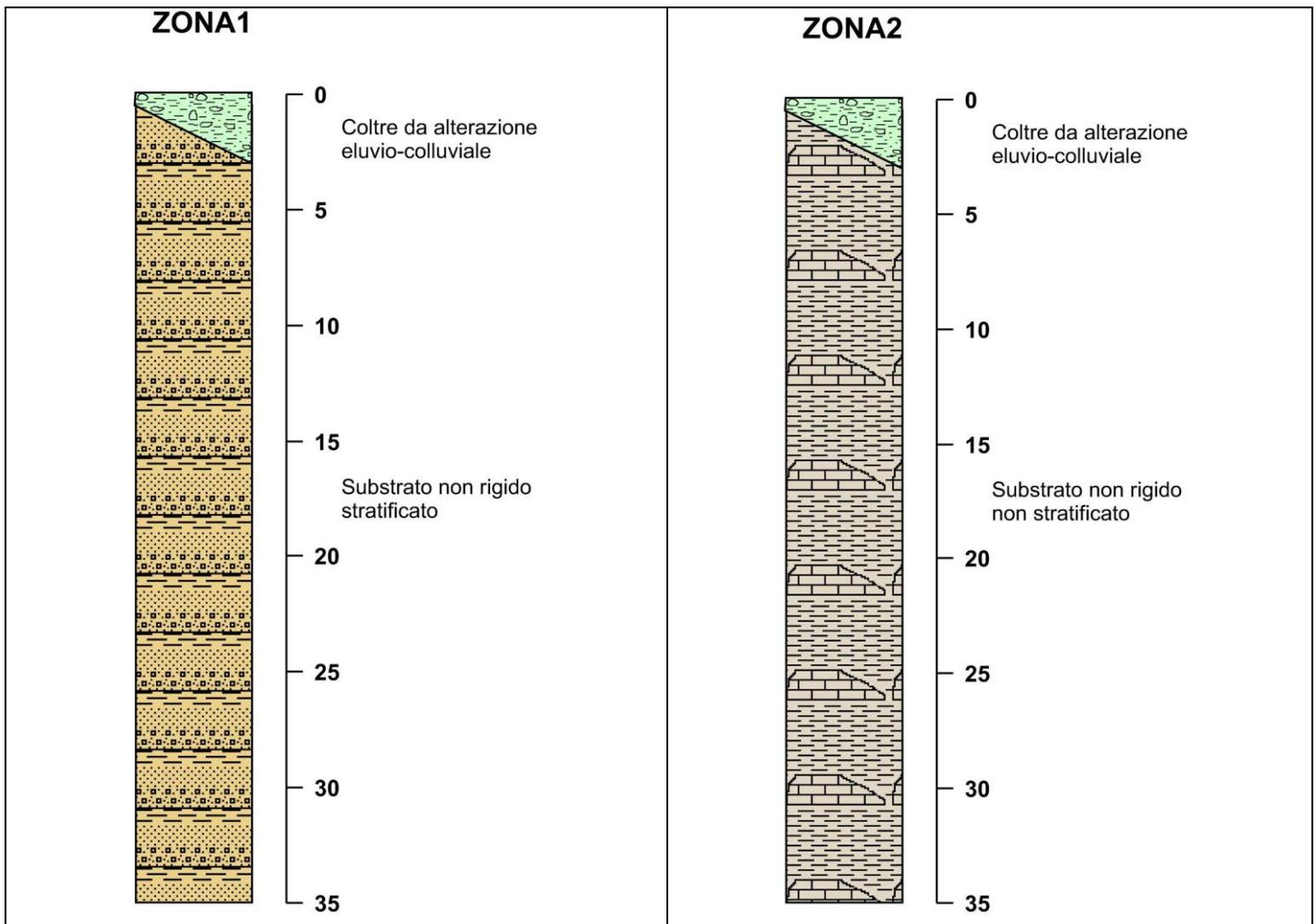
Con eccezione dell'abitato di Reno, che risulta in buona parte in frana, la categoria dominante all'interno delle aree urbanizzate e urbanizzabili è la 2 - zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, all'interno della quale sono state operate ulteriori distinzioni. Infatti, sulla base delle caratteristiche litostratigrafiche, sono state identificate 4 microzone omogenee ognuna con un proprio profilo stratigrafico tipo (cfr. Fig. 18):

- Zona 1 - Successione stratigrafica costituita da substrato non rigido stratificato ricoperto da una coltre di depositi eluvio-colluviali di spessore inferiore a 3,00 m. Si rinviene diffusamente in tutte le aree oggetto di studio.
- Zona 2 - Successione stratigrafica costituita da substrato non rigido non stratificato ricoperto da una coltre di depositi eluvio-colluviali di spessore inferiore a 3,00 m. E' presente solo in corrispondenza dell'abitato di

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	48 di 59

Lagrimone, dove risulta affiorante o sub-affiorante la litofacies caotica della Val Pessola della Formazione di Ranzano.

- Zona 3 - Successione stratigrafica costituita da substrato non rigido stratificato ricoperto da depositi di origine detritica, costituiti da clasti di dimensioni variabili immersi e sostenuti da una matrice pelitica e/o sabbiosa di spessore medio pari a circa 5,00 m. Interessa 3 ampie zone, 2 a Tizzano capoluogo e 1 a Reno, ma anche 3 aree di dimensioni più contenute, 1 a Costa, 1 a Lagrimone e un'altra, sempre, a Reno.
- Zona 4 - Successione stratigrafica costituita da substrato non rigido stratificato ricoperto da depositi di origine detritica, costituiti da clasti di dimensioni variabili immersi e sostenuti da una matrice pelitica e/o sabbiosa di spessore medio pari a circa 10,00 m. E' stata cartografata in 2 porzioni di territorio sia sul confine orientale dell'abitato di Tizzano Val Parma che nel settore orientale di Lagrimone.



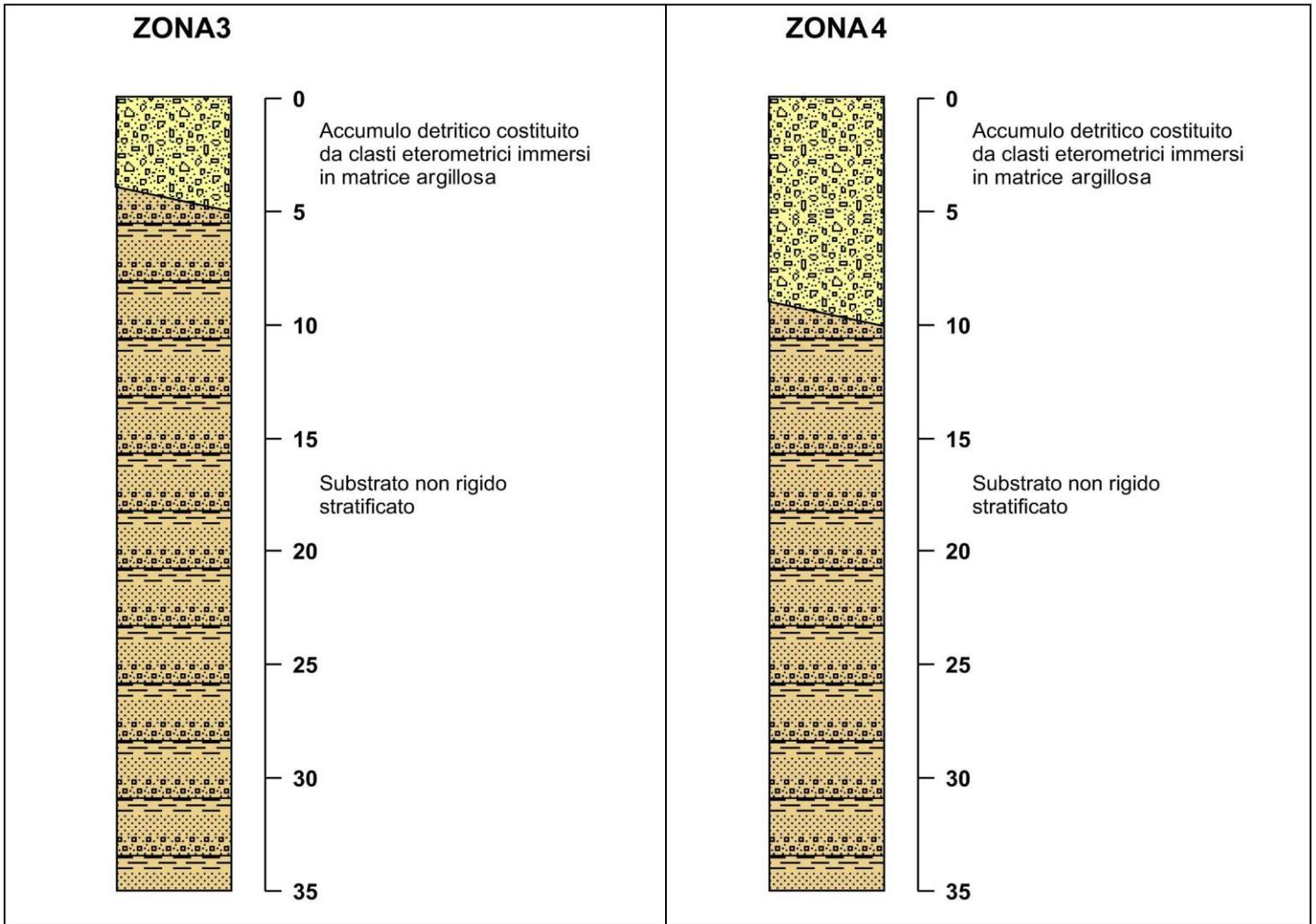


Fig. 18 - Colonne litostratigrafiche sintetiche, rappresentative della microzone

8.5 Carte delle velocità delle onde di taglio S

In ottemperanza ai riferimenti tecnici citati nelle premesse, sono state redatte per tutte le aree oggetto di studio delle Carte delle velocità delle onde di taglio S (V_s).

In tali elaborati sono ubicati tutti i punti di misura, distinguendoli a seconda della tipologia di prova effettuata (prova tromografica, MASW o ReMi) e indicando il corrispondente valore di V_{s30} o di V_{sH} (in m/s), dove:

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

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

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

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

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

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

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

A riguardo, va chiarito che, si è indicato V_{S_H} quando la profondità (H , anch'essa rappresentata nelle carte) da p.c. del contrasto di velocità più significativo individuato dalla prove è risultata compresa tra 3 e 50 m, mentre, per profondità inferiori a 3 m o superiori a 50 m è stato riportato il valore di $V_{S_{30}}$.

Nei successivi paragrafi vengono riportati i risultati a cui si è pervenuti nei tre ambiti oggetto di studio.

8.5.1 Ambito A_1 Tizzano capoluogo

Di seguito, viene proposta una tabella riepilogativa delle misure di velocità delle onde di taglio S a Tizzano capoluogo.

prova	$V_{S_{30}}$	V_{S_H}
034039P139HVSR140	419	
034039P143HVSR144		160
034039P144HVSR145	322	
034039P145HVSR146		307
034039P150HVSR151		268
034039P151HVSR152		217
034039P153HVSR154	360	
034039P146HVSR147		222
034039P149HVSR150	304	
034039P156HVSR157	562	
034039P157HVSR158		322

PROGETTO	LIVELLO
COMUNE DI TIZZANO VAL PARMA Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

prova	Vs ₃₀	Vs _H
034039P140HVS141		288
034039P141HVS142		293
034039P142HVS143		280
034039P147HVS148		308
034039P148HVS149	322	
034039P152HVS153		220
034039P154HVS155	741	
034039P155HVS156		217

Tab. 7 - Risultati delle misure di velocità delle onde di taglio S a Tizzano capoluogo

Dall'esame di Tab. 7, si osserva che, a Tizzano capoluogo, i valori di Vs₃₀ sono mediamente pari a circa 433 m/s, anche se contraddistinti da una forte variabilità (il valore massimo è di 741 m/s mentre il minimo è di 304 m/s). Le Vs_H presentano, invece, un andamento più regolare oscillando attorno ad un valor medio di circa 258 m/s e con valori minimo e massimo rispettivamente uguali a 160 e 322 m/s.

8.5.2 Ambito A_2 Lagrimone

Di seguito, viene proposta una tabella riepilogativa delle misure di velocità delle onde di taglio S a Lagrimone.

prova	Vs ₃₀ (m/s)	Vs _H (m/s)
034039P158HVS159	497	
034039P159HVS160	475	
034039P162HVS163		236
034039P163HVS164		252
034039P165HVS166		210
034039P164HVS165		173
034039P160HVS161	555	
034039P161HVS162	411	

Tab. 8 - Risultati delle misure di velocità delle onde di taglio S a Lagrimone

Dall'esame di Tab. 8, si osserva che a Lagrimone i valori di Vs₃₀ sono mediamente pari a circa 484 m/s e variabili tra 411 m/s e 555 m/s. Le Vs_H, invece, oscillano attorno ad un valor medio di circa 218 m/s e con valori massimo e minimo rispettivamente uguali a 252 e 173 m/s.

8.5.3 Ambito A_3 Reno

Di seguito, viene proposta una tabella riepilogativa delle misure di velocità delle onde di taglio S a Reno.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	52 di 59

prova	$V_{s_{30}}$ (m/s)	V_{s_H} (m/s)
034039P166HVS167	660	
034039P172HVS173		230
034039P167HVS168	424	
034039P168HVS169		231
034039P169HVS170		322
034039P170HVS171		200
034039P171HVS172	377	
034039P173HVS174		379

Tab. 9 – Risultati delle misure di velocità delle onde di taglio S a Reno

In Tab. 9 si osserva che a Reno i valori di $V_{s_{30}}$ sono mediamente pari a 487 m/s e variabili tra 377 m/s e 660 m/s. Le V_{s_H} , invece, oscillano attorno ad un valor medio di circa 272 m/s e con valori massimo e minimo rispettivamente uguali a 379 e 200 m/s.

8.6 Carte di microzonazione sismica

Gli ultimi elaborati in cui sono riportati i risultati del presente studio sono le Carte dei fattori di amplificazione, anch'esse redatte alla scala 1:5.000, in cui sono raffigurate le amplificazioni stimate per i vari settori di territorio in esame.

La stima dell'amplificazione stratigrafica è stata effettuata tramite procedure semplificate (utilizzo di abachi e formule), possibile laddove l'assetto geologico è assimilabile ad un modello fisico monodimensionale.

Essa è stata quantificata in termini di rapporto di accelerazione massima orizzontale (PGA/PGA_0) sia di rapporto di Intensità di Housner (SI/SI_0) per prefissati intervalli di periodi. Dove PGA_0 e SI_0 sono rispettivamente l'accelerazione massima orizzontale e l'Intensità di Housner al suolo di riferimento, e PGA e SI sono le corrispondenti grandezze di accelerazione massima orizzontale e Intensità di Housner calcolate alla superficie dei siti esaminati.

La scelta dell'abaco per la stima è stata valutata sulla base delle caratteristiche stratigrafiche del sottosuolo. Considerato che, in Comune di Tizzano Val Parma, il substrato marino risulta caratterizzato sempre da $V_s < 800$ m/s, si sono usate le seguenti tabelle, proposte nell'Allegato 2 degli indirizzi regionali, paragrafo A2.1.1 - APPENNINO E MARGINE APPENNINICO-PADANO, degli indirizzi regionali:

- Tabelle riportate in Tab. 10 quando il substrato marino risulta affiorante o sub-affiorante (cfr. Zona 1 e 2 nel paragrafo 8.4)
- Tabelle riportate in Tab. 11 quando il substrato marino non risulta affiorante o sub-affiorante (cfr. Zone 3 e 4 nel paragrafo 8.4)

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	53 di 59

F.A. P.G.A.

V_{S30}	450	500	600	700	800
F.A.	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0

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

V_{S30}	450	500	600	700	800
F.A.	1.5	1.4	1.3	1.1	1.0

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

V_{S30}	450	500	600	700	800
F.A.	1.4	1.4	1.3	1.3	1.0

Tab. 10 – Tabelle da utilizzare per la stima di F.A. per APPENNINO E MARGINE APPENNINICO-PADANO in caso substrato marino affiorante caratterizzato da $V_s < 800$ m/s (da Allegato 2 degli indirizzi regionali)

F.A. P.G.A.

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

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

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

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

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

Tab. 11 – Tabelle da utilizzare per la stima di F.A. per APPENNINO E MARGINE APPENNINICO-PADANO in caso substrato marino non affiorante caratterizzato da $V_s < 800$ m/s (da Allegato 2 degli indirizzi regionali)

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	54 di 59

Il calcolo dei singoli fattori di amplificazione è stato effettuato considerando la profondità del substrato marino già definita, per ciascuna microzona, nei precedenti paragrafi (cfr. 8.2 e 8.4); mentre, per quanto concerne le velocità, alla luce dei valori desunti dalle indagini e riportati nel paragrafo 8.5, si è optato per assumere cautelativamente un valore V_{s30} pari a 450 m/s nel caso di substrato affiorante e uso delle tabelle riportate in Tab. 10, e un valore V_{sH} pari a 250 m/s nel caso di substrato non affiorante e uso delle tabelle riportate in Tab. 11.

Conseguentemente, per gli areali oggetto di microzonazione sono stati attribuiti i valori riportati nella seguente tabella (Tab. 12):

	ZONE			
	1	2	3	4
F.A. P.G.A.	1.4	1.4	1.7	2.0
F.A. Is (0.1s < T₀ < 0.5s)	1.5	1.5	1.5	1.9
F.A. Is (0.5s < T₀ < 1.0s)	1.4	1.4	1.4	1.5

Tab. 12 - Valori dei fattori di amplificazione sismica

I fattori di amplificazione calcolati, come sopradescritto sono stati rappresentati nelle relative carte, effettuando gli accorpamenti indicati dagli SRAI e riportati nella seguente figura.

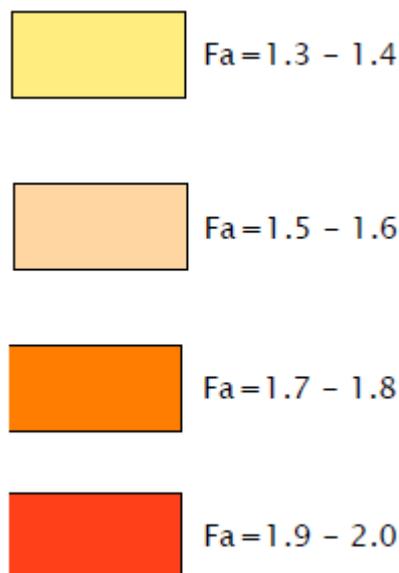


Fig. 19 - Legenda adottata per l'accorpamento dei fattori di amplificazione nelle zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

Nelle stesse carte sono state cartografate a parte le zone suscettibili di instabilità di versante per le quali sono richiesti approfondimenti di terzo livello.

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI TIZZANO VAL PARMA Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

Di seguito sono, invece, indicate le colonne utilizzate nello *shape* “*Stab*” per inserire i differenti modi in cui vengono quantificati i fattori di amplificazione:

- Colonna Fx per F.A. P.G.A.
- Colonna Fy per F.A. Is ($0.1s < T_0 < 0.5s$)
- Colonna Fz per F.A. Is ($0.5s < T_0 < 1.0s$)

8.7 Commenti finali e criticità

Va precisato che il presente studio presenta carattere sperimentale, trattandosi di una delle prime applicazioni, in un contesto territoriale quale quello indagato, di microzonazione sismica mediante l’applicazione dei criteri contenuti negli ICMS e negli indirizzi regionali.

Del resto, nei capitoli precedenti, è stato ampiamente evidenziato come l’assetto geologico delle aree indagate sia tale per cui la risposta sismica locale risulti condizionata da vari fattori, spesso di difficile definizione, con le informazioni litostratigrafiche e sismiche, sia già disponibili che reperibili a costi sostenibili.

Anche l’interpretazione delle indagini tomografiche effettuate - che restituiscono curve H/V in cui sono generalmente presenti più picchi, con contrasti d’impedenza bassi e simili tra loro, a frequenze associabili a differenti profondità, anche tali da non trovare un riscontro stratigrafico attendibile - non è sempre facile.

Ciononostante, per i centri abitati principali, in cui sono stati raccolti un sufficiente numero di dati geognostici (Tizzano capoluogo, Lagrimone e Reno), è stato possibile effettuare, pur tramite procedure semplificate, una microzonazione del territorio con attribuzione di differenti fattori di amplificazione.

Sostanzialmente, sotto l’aspetto stratigrafico, in un contesto caratterizzato dalla presenza di un substrato marino caratterizzato da Vs variabili, quasi sempre minore di 800 m/s, si è riconosciuto un graduale aumento dei fattori di amplificazione all’aumentare dello spessore delle coperture quaternarie (variabile, a seconda delle zone, da 0 a 10 m).

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	56 di 59

9. CONFRONTO DELLA DISTRIBUZIONE DEI DANNI DEGLI EVENTI PASSATI

In Comune di Tizzano Val Parma, non è stato possibile effettuare un'analisi della distribuzione dei danni degli eventi sismici avvenuti in passato, in quanto, relativamente a tale tematica, non sono stati trovati documenti specifici.

A riguardo, non è stata utile neppure la consultazione di DBMI11, la versione 2011 del Database Macrosismico Italiano, poiché, in esso, l'unica località considerata ricadente all'interno del territorio comunale è il Capoluogo.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	57 di 59

10. BIBLIOGRAFIA

- Albarello D., Castellaro S. (2011) - TECNICHE SISMICHE PASSIVE: INDAGINI A STAZIONE SINGOLA, Ingegneria Sismica Anno XXVIII - n. 2 - 2011, Appendice I e II, pp 50-62
- Baldi M., Baldini U., Bevivino R., Castagnetti S., Daminelli R., Gianferrari C., Marcellini A., Martelli L. e Tinto A., 2010: UNIONE TERRE DI CASTELLI: VALIDAZIONE DELLA MICROZONAZIONE SISMICA DI II LIVELLO (2010) - 29° Convegno Nazionale Gruppo Nazionale Geofisica della Terra Solida, Prato.
- 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
- Locati M., Camassi, R. e Stucchi M. (a cura di) (2011) . BDMI11, LA VERSIONE 2011 DEL DATABASE MICROSISMICO ITALIANO. Milano, Bologna,
<http://Emidius.mi.ingv.it/DBMI11>
- Marcellini A., Martelli L, Tinto A., Daminelli R. - L'AMPLIFICAZIONE SISMICA NEGLI "INDIRIZZI PER GLI STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA IN EMILIA-ROMAGNA PER LA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE E URBANISTICA" (2009)
- Meletti C. e Valensise G., (2004). ZONAZIONE SIMOGENETICA 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.
- CARTA SISMOTETTONICA DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA - Scala 1:250.000 (2004) - Regione Emilia-Romagna, Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli - CNR - Istituto di Geoscienze e Georisorse, Sezione di Firenze
- GUIDELINES FOR THE IMPLEMENTATION OF THE H/V SPECTRAL RATIO TECHNIQUE ON AMBIENT VIBRATIONS MEASUREMENTS, PROCESSING AND INTERPRETATION - SESAME European research project, dicembre 2004
- MICROZONAZIONE SISMICA, UNO STRUMENTO CONSOLIDATO PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO. L'esperienza della Regione Emilia-Romagna (2012) - Regione Emilia-Romagna, Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli
- NOTE ILLUSTRATIVE DELLA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA - FOGLIO 217 APAT - REGIONE EMILIA-ROMAGNA

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	58 di 59

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI TIZZANO VAL PARMA Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

11. ALLEGATI

Nel corso dello studio sono stati redatti i seguenti elaborati grafici:

Elaborato 1.a	Carta delle indagini - Tizzano capoluogo	scala 1:5.000
Elaborato 1.b	Carta delle indagini- Lagrimone	scala 1:5.000
Elaborato 1.c	Carta delle indagini- Reno	scala 1:5.000
Elaborato 2.a	Carta geologico tecnica - Tizzano capoluogo	scala 1:5.000
Elaborato 2.b	Carta geologico tecnica - Lagrimone	scala 1:5.000
Elaborato 2.c	Carta geologico tecnica - Reno	scala 1:5.000
Elaborato 3.a	Carta delle frequenze naturali dei terreni - Tizzano capoluogo	scala 1:5.000
Elaborato 3.b	Carta delle frequenze naturali dei terreni - Lagrimone	scala 1:5.000
Elaborato 3.c	Carta delle frequenze naturali dei terreni - Reno	scala 1:5.000
Elaborato 4.a	Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica - Tizzano capoluogo	scala 1:5.000
Elaborato 4.b	Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica - Lagrimone	scala 1:5.000
Elaborato 4.c	Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica - Reno	scala 1:5.000
Elaborato 5.a	Carta delle velocità delle onde di taglio S (Vs) - Tizzano capoluogo	scala 1:5.000
Elaborato 5.b	Carta delle velocità delle onde di taglio S (Vs) - Lagrimone	scala 1:5.000
Elaborato 5.c	Carta delle velocità delle onde di taglio S (Vs) - Reno	scala 1:5.000
Elaborato 6.a1	Carta di microzonazione sismica Livello 2 - F.A. P.G.A. - Tizzano capoluogo	scala 1:5.000
Elaborato 6.a2	Carta di microzonazione sismica Livello 2 - F.A. Is (0.1s<T ₀ <0.5s) - Tizzano capoluogo	scala 1:5.000
Elaborato 6.a3	Carta di microzonazione sismica Livello 2 - F.A. Is (0.5s<T ₀ <1.0s) - Tizzano capoluogo	scala 1:5.000
Elaborato 6.b1	Carta di microzonazione sismica Livello 2 - F.A. P.G.A. - Lagrimone	scala 1:5.000
Elaborato 6.b2	Carta di microzonazione sismica Livello 2 - F.A. Is (0.1s<T ₀ <0.5s) - Lagrimone	scala 1:5.000
Elaborato 6.b3	Carta di microzonazione sismica Livello 2 - F.A. Is (0.5s<T ₀ <1.0s) - Lagrimone	scala 1:5.000
Elaborato 6.c1	Carta di microzonazione sismica Livello 2 - F.A. P.G.A. - Reno	scala 1:5.000
Elaborato 6.c2	Carta di microzonazione sismica Livello 2 - F.A. Is (0.1s<T ₀ <0.5s) - Reno	scala 1:5.000
Elaborato 6.c3	Carta di microzonazione sismica Livello 2 - F.A. Is (0.5s<T ₀ <1.0s) - Reno	scala 1:5.000

Inoltre, alla presente relazione, è allegato l'Elaborato 7- Prove tomografiche, in cui sono riportati tutti i report delle nuove indagini sismiche effettuate.

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	59 di 59