



**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 Palanzano



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

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
<b>COMUNE DI PALANZANO</b> Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

## 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 .....	10
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 .....	22
3.1.5	Unità Sub - liguri .....	24
3.2	Geomorfologia .....	25
4.	Dati geotecnici e geofisici .....	29
5.	Modello del sottosuolo .....	30
6.	Interpretazioni e incertezze .....	32
7.	Metodologie di elaborazione e risultati .....	34
8.	Elaborati cartografici .....	36
8.1	Carte delle indagini .....	36
8.1.1	Ambito A_1 Palanzano capoluogo .....	36
8.1.2	Ambito A_2 Ranzano .....	37
8.2	Carte geologico-tecniche per la microzonazione sismica .....	37
8.2.1	Ambito A_1 Palanzano capoluogo .....	38
8.2.2	Ambito A_2 Ranzano .....	41
8.3	Carte delle frequenze naturali dei terreni .....	41
8.3.1	Ambito A_1 Palanzano capoluogo .....	42
8.3.2	Ambito A_2 Ranzano .....	44
8.4	Carte delle microzone omogenee in prospettiva sismica .....	46
8.5	Carte delle velocità delle onde di taglio S .....	49
8.5.1	Ambito A_1 Palanzano capoluogo .....	49
8.5.2	Ambito A_2 Ranzano .....	50
8.6	Carte di microzonazione sismica .....	50
8.7	Commenti finali e criticità .....	60
9.	Confronto della distribuzione dei danni degli eventi passati .....	61
10.	Bibliografia .....	62
11.	Allegati .....	63

 <b>EN GEO S.r.l.</b> ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	1 di 63

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
<b>COMUNE DI PALANZANO</b> Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

## 1. INTRODUZIONE

Nel presente documento vengono descritte le attività svolte e i risultati ottenuti nel corso dello *Studio di microzonazione sismica del Comune di Palanzano*, 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 36 prove tomografiche e 6 saggi esplorativi con escavatore.

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”)

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	2 di 63

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
<b>COMUNE DI PALANZANO</b> Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

- “Microzonazione sismica - Standard di rappresentazione e archiviazione informatica” - Versione 2.0, Roma, giugno 2012 - Elaborato e approvato nell’ambito dei lavori della Commissione tecnica per la microzonazione sismica, nominata con DPCM 21 aprile 2011 (da qui in avanti “SRAI”)
- “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:

- Palanzano capoluogo

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	3 di 63

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
<b>COMUNE DI PALANZANO</b> Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

- Ranzano

gli unici in cui sono stati reperiti dei dati geognostici anche se in numero limitato per 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).

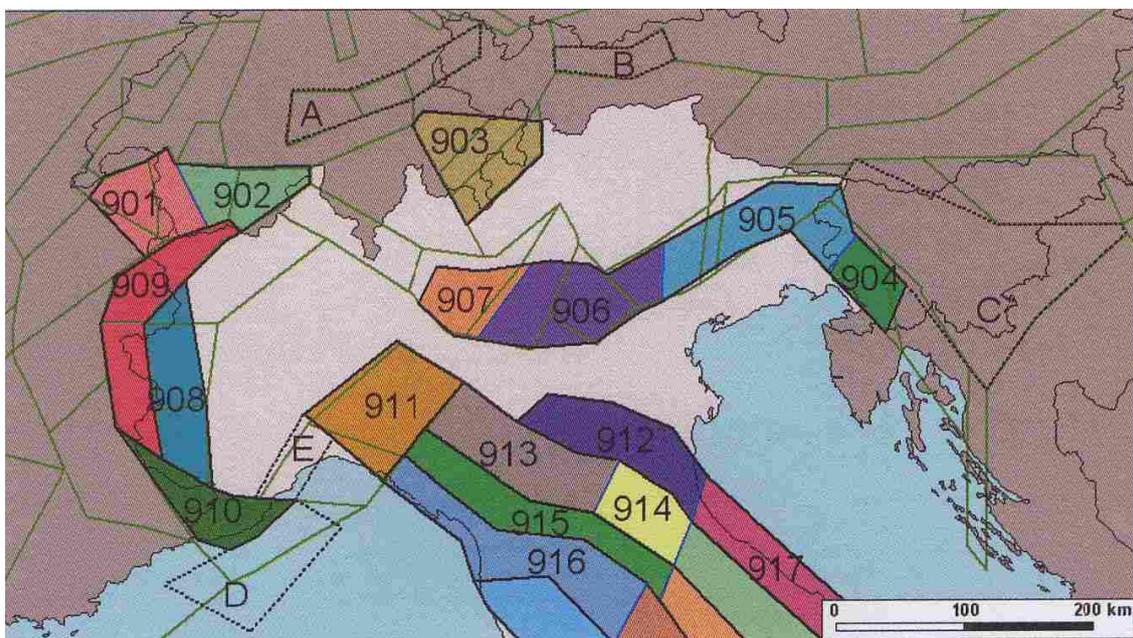
L'inserimento dei dati alfanumerici dei siti, delle indagini e dei parametri delle indagini è stato facilitato dall'utilizzo dell'apposito software: "MS – SoftMS" nella versione 1.0.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	4 di 63

## 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.



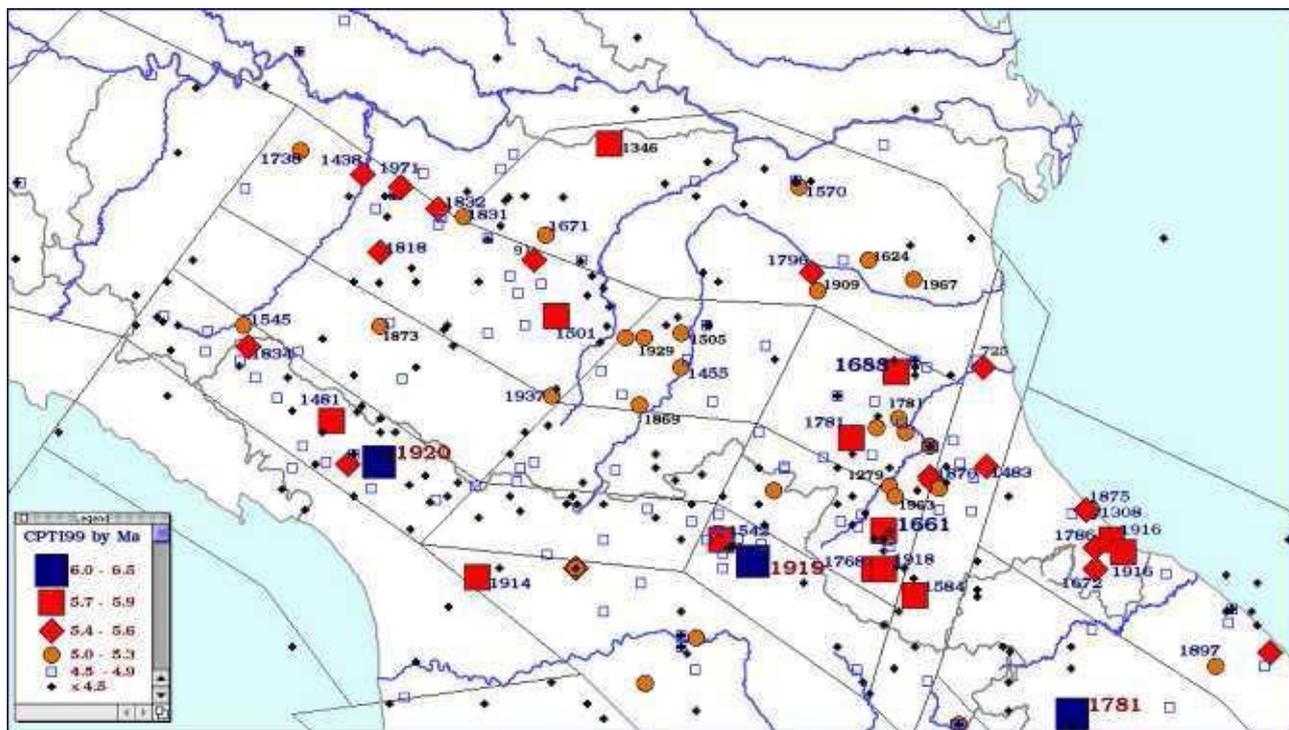
**Fig. 1 - Stralcio della zonizzazione sismogenetica ZS9**

Più specificatamente, il territorio di studio ricade nella zona sismogenetica "913", nel settore prossimo alla Zona 915, nella porzione confinante ad ovest con la Zona 911, che costituisce uno "svincolo" cinematico del sistema supposto in migrazione; essa 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  $M_{wmax} = 5,91$ .

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	5 di 63

La Zona "915" fa parte di uno dei sistemi di maggior rilascio di energia dell'Appennino settentrionale, essa corrisponde 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 grado 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

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	6 di 63

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
<b>COMUNE DI PALANZANO</b> Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

marginale 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, 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 Palanzano.

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 ( $I_o$ ) e la magnitudo momento ( $M_w$ ).

**Storia sismica di Palanzano**  
**[44.435, 10.192]**

Numero di eventi: 10

Effetti	In occasione del terremoto del:				
I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw	
NF	1886 10 15 02:20	COLLECCHIO	44	6 4.70 ±0.24	
6	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	
2	1969 06 24 13:25	Parmense	15	4.62 ±0.23	
4	1983 11 09 16:29	Parmense	850	6-7 5.06 ±0.09	
NF	1986 12 06 17:07	BONDENO	604	6 4.61 ±0.10	
NF	1988 03 15 12:03	Reggiano	160	6 4.66 ±0.12	
4	1995 10 10 06:54	LUNIGIANA	341	7 4.85 ±0.09	
NF	1998 03 26 16:26	Appennino umbro-marchigiano	408	6 5.29 ±0.09	
NF	2000 06 18 07:42	Parmense	300	5-6 4.43 ±0.09	

**Tab. 1 - Massimi eventi sismici verificatisi nel comune di Palanzano 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 Palanzano 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.

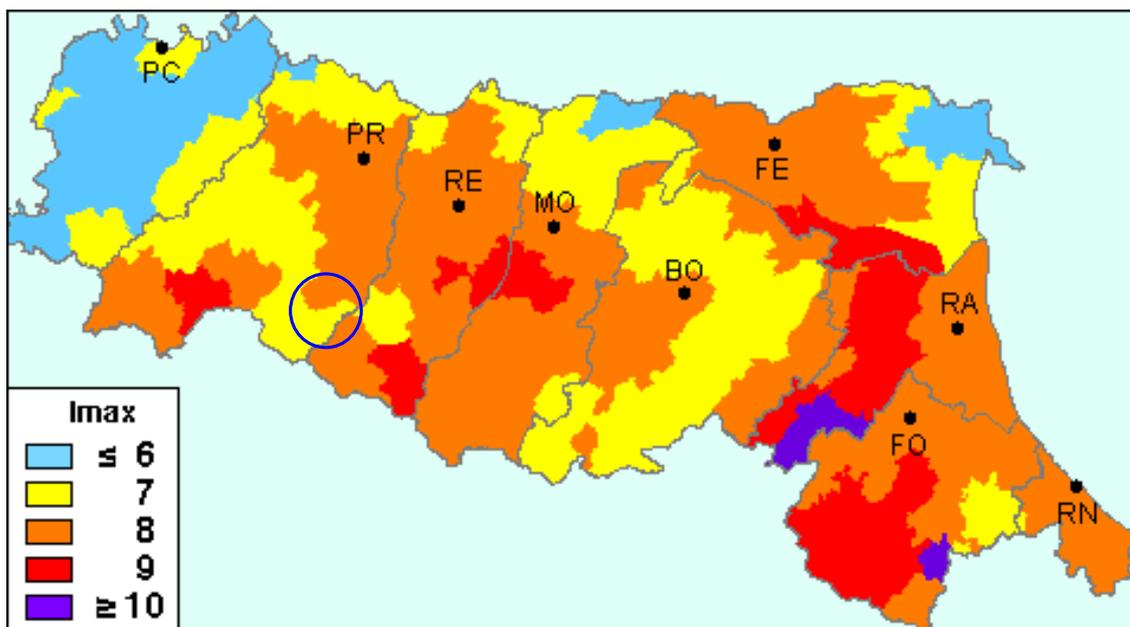
 <b>EN GEO S.r.l.</b> ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	7 di 63

Eventosismico	Intensità epicentrale Scala MCS	Magnitudo epicentrale Scala Richter	Distanza in km dall'epicentro e intensità stimata nel Capoluogo Palanzano (tra parentesi)
Terremoto della Garfagnana 07.09.1920	9 - 10	6,48	29 (6 - 7)
Terremoto con epicentro tra Parma e Fidenza 11.06.1438	8	5,62	45
Terremoto di Arola di Langhirano 09.12.1818	7 - 8	5,57	26

**Tab. 2 - Dati riferiti al Comune di Palanzano 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 Palanzano. Ma il terremoto che ha avuto maggiori effetti nel settore appenninico in esame è certamente l'evento del 07.09.1920 in Garfagnana. Le cronache dell'epoca raccontano che l'evento sismico causò spaccature nel terreno, frane con cadute di massi a Castiglione di Garfagnana e nelle frazioni di Rigoso e Trefiumi poste nel comune di Monchio delle Corti nei pressi del confine con il Comune di Palanzano. Il sisma provocò effetti e modificazioni sul regime delle acque della zona (intorbidimento, e variazione dei regimi sorgentizi).



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

 <b>EN GEO S.r.l.</b> ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	8 di 63

### 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.

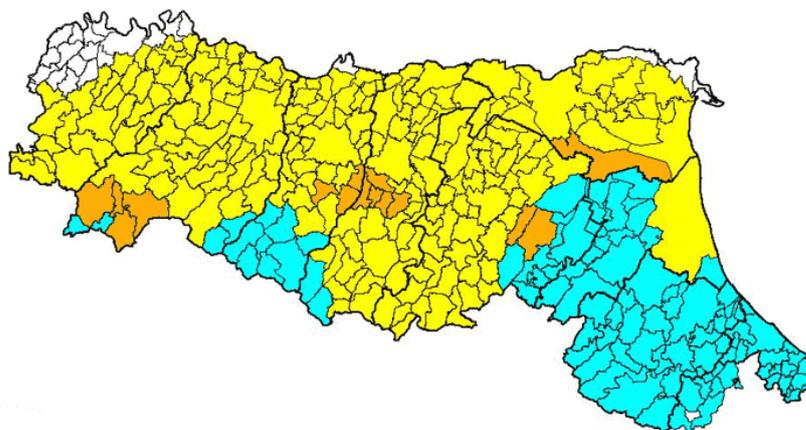
Zona	Valori massimi di ag
1	>0,25
<b>2</b>	<b>0,15 ÷ 0,25</b>
3	0,05 ÷ 0,15
4	<0,05

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

La classificazione vigente, identifica il Comune di Palanzano in zona 2 (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 0,15\*g e 0,25\*g (dove g è l'accelerazione di gravità).

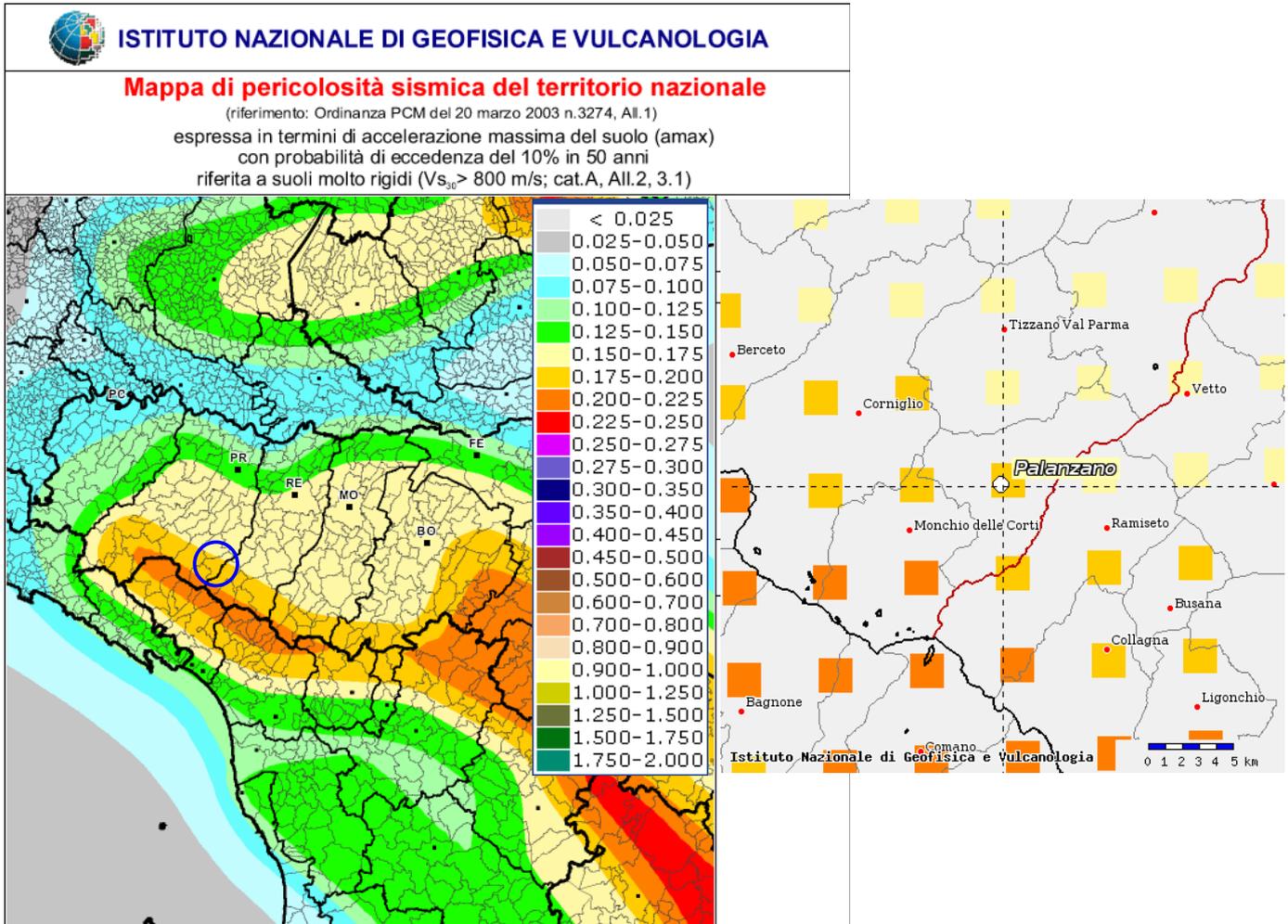
**Legenda**

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 0,175 e 0,200 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**

**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.

 <b>EN GEO S.r.l.</b> ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	10 di 63

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
<b>COMUNE DI PALANZANO</b> Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

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.

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

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	11 di 63

PROGETTO	LIVELLO
<b>COMUNE DI PALANZANO</b> Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

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).

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	12 di 63

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
<b>COMUNE DI PALANZANO</b> Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

### 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.

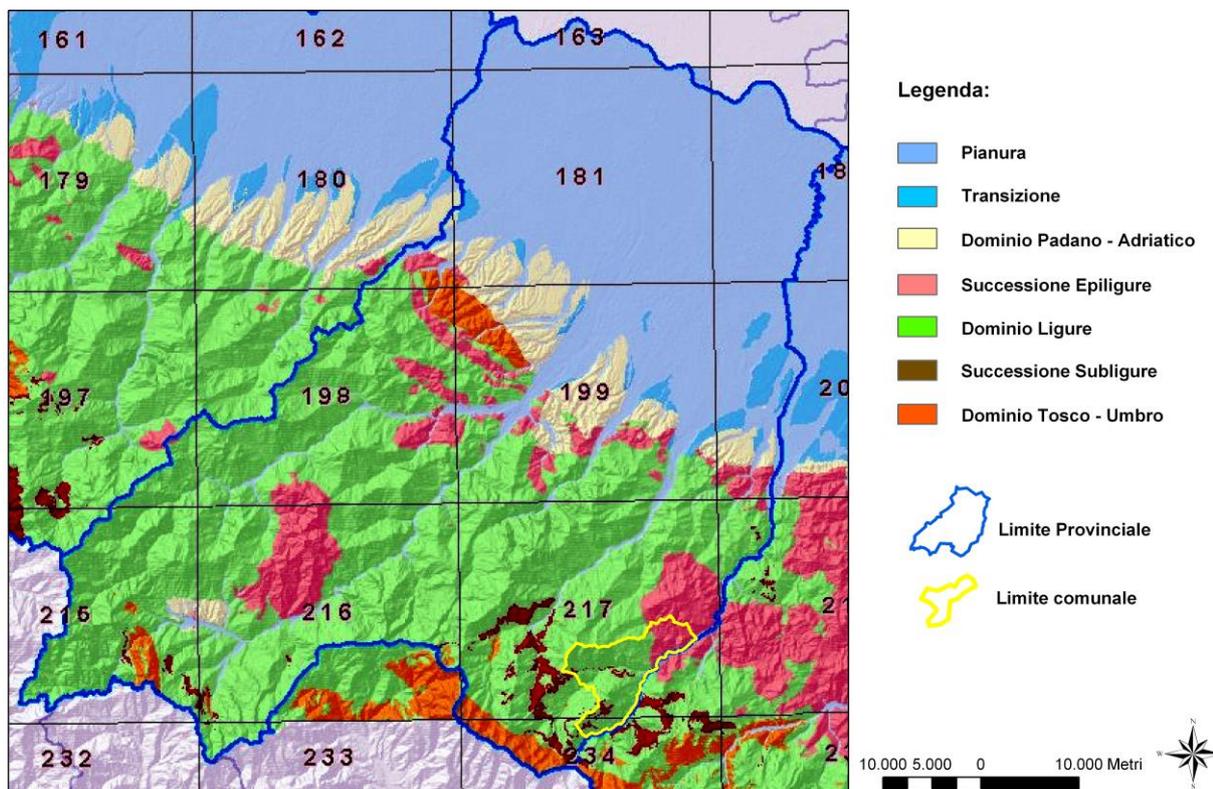
L'Insieme detto Esterno è costituito dal margine continentale della Placca Apula e dalla relativa copertura continentale.

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

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	13 di 63

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.



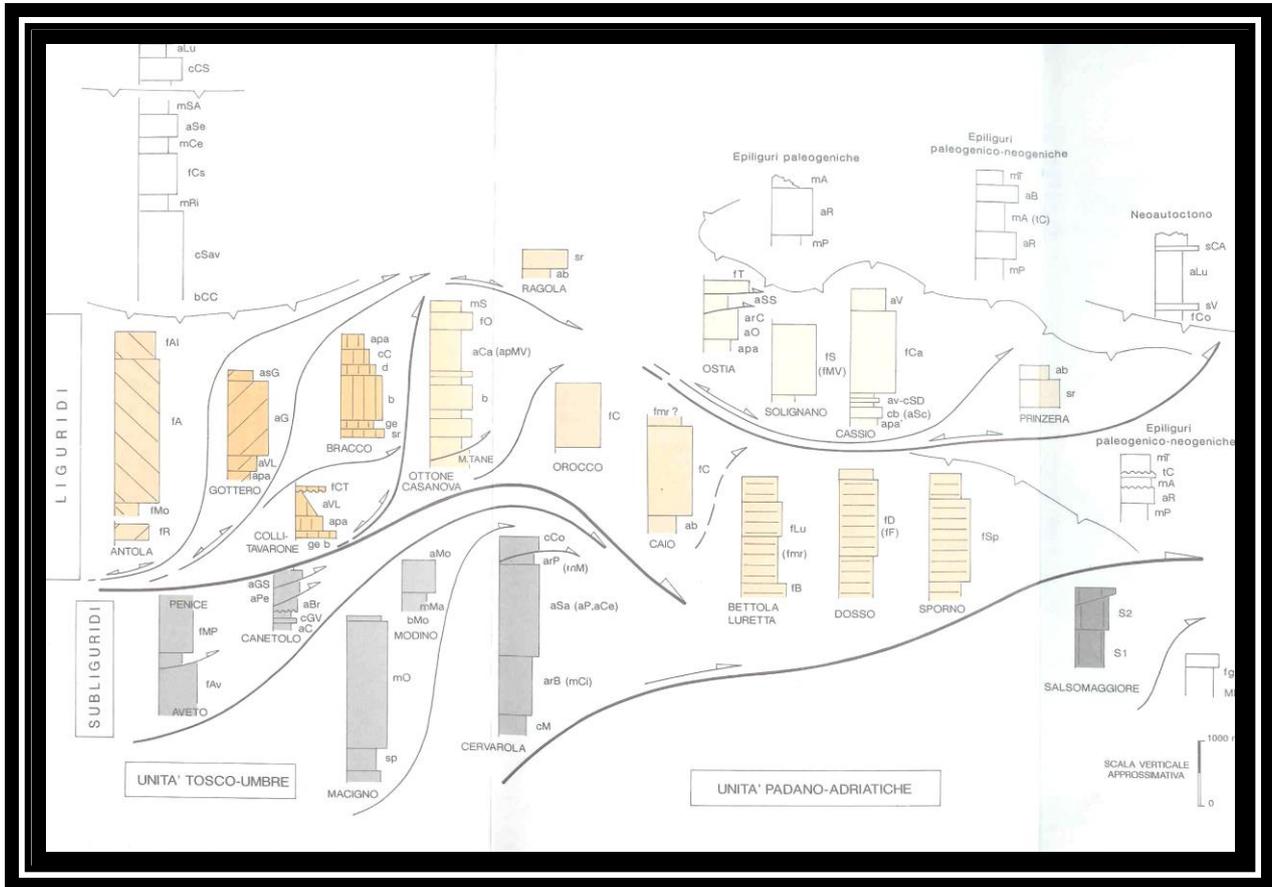
**Fig. 6 – Schema geologico semplificato della Provincia di Parma con ubicazione del Comune di interesse**

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

 <b>EN GEO S.r.l.</b> ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	14 di 63

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.

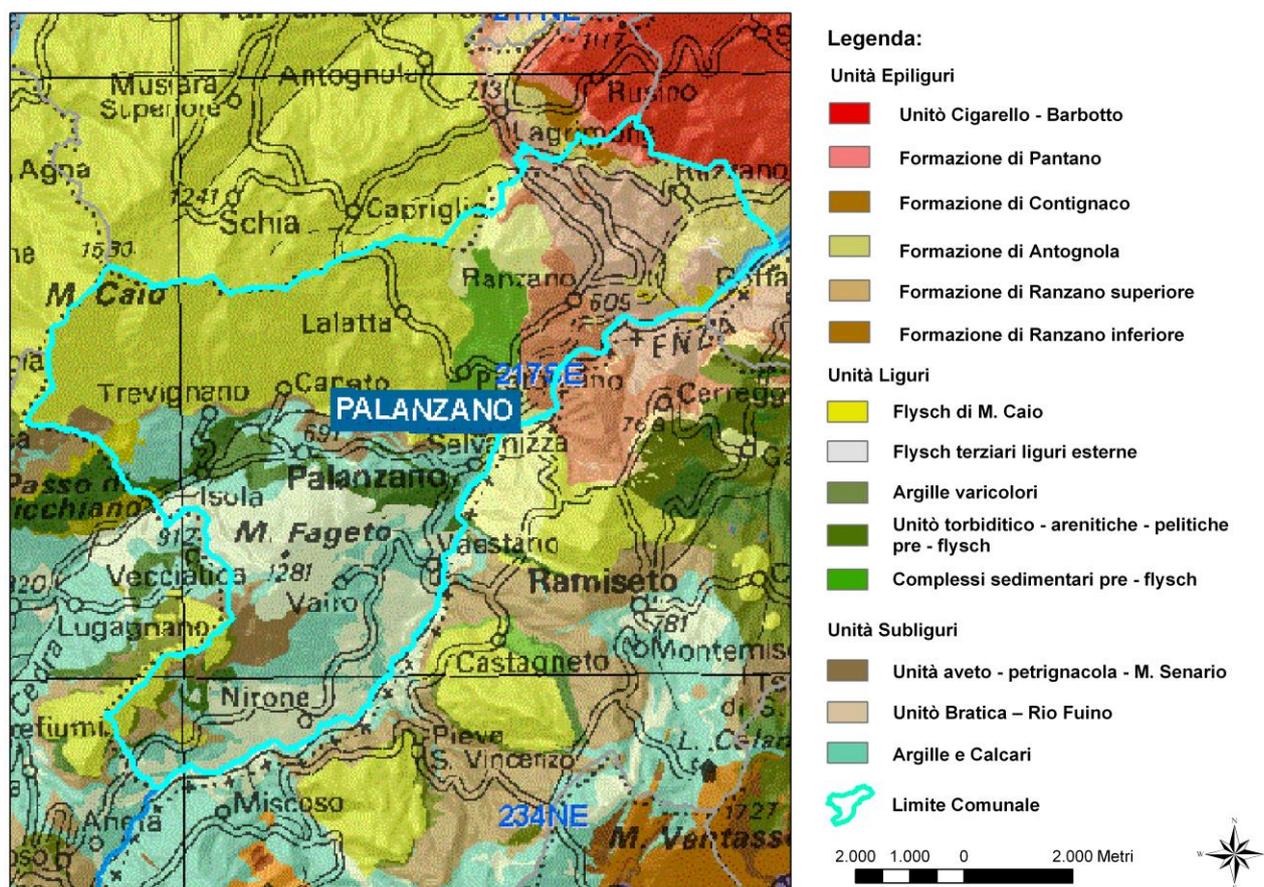
Lo stato deformativo, in aggiunta all'assetto lito-stratigrafico delle compagini rocciose, costituiscono i fattori geologici fondamentali che influiscono sulla risposta sismica dei terreni, in termini di amplificazione e velocità di propagazione delle onde S.

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.

L'estrema porzione settentrionale del territorio di Palanzano è contrassegnata da litologia di pertinenza epiligure legata alla presenza della struttura sinclinale di Vetto Carpineti di cui tale area costituisce la porzione più marginale e occidentale; il settore

 <b>EN GEO S.r.l.</b> ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	15 di 63

centrale è caratterizzato da sedimenti di affinità ligure costituiti dalle sequenze flyschoidi di M. Caio e dalla Formazione di Casanova; il settore più meridionale, che si protende all'interno del territorio di Monchio verso il crinale appenninico, è invece sede di affioramento delle litologie di transizione che hanno esercitato un'azione di cuscinetto per i sovrascorrimenti e gli accorciamenti delle Unità Liguri e appartenenti alla successione Subligure (Arenarie di Petrignacola e Ponte Bratica, Argille e Calcarei di Canetolo ecc.)



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

Di seguito vengono brevemente descritte le formazioni affioranti nel territorio comunale di Palanzano, seguendo la distinzione operata nelle Carte Geologiche dell'Appennino Emiliano - Romagnolo, alla scala 1:10.000, realizzate dalla Regione Emilia - Romagna nell'ambito del Progetto CARG.

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

 <b>EN GEO S.r.l.</b> ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	16 di 63

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
<b>COMUNE DI PALANZANO</b> Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

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 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,

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	17 di 63

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
<b>COMUNE DI PALANZANO</b> Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

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 rinvergono quasi esclusivamente lungo l'asta principale del T. Enza, in piccoli settori del T. Cedra e nella parte bassa del T. Bardea. 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 praticamente assente nei depositi d'alveo attuale mentre in questi è solitamente presente in percentuali variabili dal 10 al 30% circa.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	18 di 63

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
<b>COMUNE DI PALANZANO</b> Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

### **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 si rinvencono nel settore nord - orientale del territorio comunale e costituiscono il settore più occidentale della struttura tettonica denominata "Sinclinale Vetto - Carpineti"

- **CIG\_ Formazione di Cigarello.** Marne siltoso-sabbiose, talora argillose, grigie, grigio scure o beiges se alterate, bioturbate e fossilifere; con comuni intercalazioni di strati e pacchi di strati medi o sottili di siltiti e areniti fini; sono presenti sia bioclasti che biosomi. Stratificazione generalmente poco evidente per bioturbazione. Ambiente di sedimentazione di piattaforma esterna e scarpata-bacino. Il limite inferiore è discontinuo, localmente in discordanza angolare, su PAT. Potenza di qualche decina di metri. (Langhiano - Serravalliano).
- **CIG3\_ Formazione di Cigarello - Membro delle Arenarie di Vetto.** Torbiditi arenaceo-pelitiche, 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).
- **PAT\_ Formazione di Pantano.** Alternanze di areniti fini siltose, siltiti e marne siltose di colore grigio chiaro, ocraceo se alterate, in strati da medi a molto spessi, talora gradati. Rapporto A/P da circa 1 a >5. Stratificazione piano-parallela spesso obliterata dalla completa bioturbazione del sedimento, con strutture sedimentarie generalmente non preservate. Possono essere intercalati sporadici pacchi di strati, di spessore medio, di calcareniti da grossolane a fini a marcata componente bioclastica e abbondante contenuto fossile (Echinodermi, Bivalvi, Coralli aermatipici e Gasteropodi) ed alla base livelli di conglomerati minuti a ciottoli di metamorfiti alpine. Depositi di piattaforma ad alimentazione mista terrigeno-carbonatica, con evoluzione trasgressiva da ambienti costieri a piattaforma esterna. Contatto discordante su CTG e ANT. Potenza fino ad alcune centinaia di metri. (Burdigaliano sup. - Langhiano inf.).

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	19 di 63

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
<b>COMUNE DI PALANZANO</b> Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

- PAT5\_ Formazione di Pantano. Membro della Pietra di Bismantova.** Biocalcareniti, 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 stilolittizzazione 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. (Aquitaniiano - Burdigaliano ).
- 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 manganesifere. 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).
- sl\_ Orizzonti Caotici intraformazionali.** Marne argillose e marne siltose verdognole o grigie con patine manganesifere. 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.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	20 di 63

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
<b>COMUNE DI PALANZANO</b> Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

- **LGR\_ Arenarie di Lagrimone.** Torbiditi arenacee ( $A/P \gg 1$ ) grigie, in strati generalmente spessi e molto spessi a grana fine amalgamati; talora banchi a base conglomeratica. (Rupeliano).
- **LGR1\_ Arenarie di Lagrimone – Membro di Poggio La Torre.** Conglomerati clasto-sostenuti, a matrice arenacea, in banchi di colore verde scuro. I clasti, costituiti da metaofioliti, metaradiolariti, calcescisti, calcari e calcari marnosi, filladi e micascisti, hanno dimensioni estremamente variabili, fino ad un massimo di 50 cm.
- **RAN3\_ Formazione di Ranzano – Membro di Varano dè 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 dè 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.).
- **RAN2a\_ Formazione di Ranzano - membro della Val Pessola - litofacies arenaceo-conglomeratica.** Conglomerati e areniti litiche, grigio scuri e verdastri, in banchi e strati torbiditici spessi e molto spessi, frequentemente amalgamati, intercalati da peliti grigio scure e verdastre; clasti di metamorfiti, magmatiti e rocce sedimentarie con un'importante frazione derivante da unità liguri (ofioliti, con predominanza di serpentiniti; diaspri; calcari e marne). Potenza massima di alcune decine di metri. Base erosiva, talora direttamente sul substrato ligure. (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

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	21 di 63

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
<b>COMUNE DI PALANZANO</b> Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

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 M. 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 ).
- **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).
- **CAOa\_ Flysch di Monte Caio - litofacies a breccie argillose.** Livelli lenticolari di breccie poligeniche, per lo più nella parte basale del flysch, clasto-sostenute e/o matrice-sostenute, a matrice argillitica o arenitico-siltitica con clasti eterometrici di ultramafiti, basalti, calcari, oficalciti, rocce granitoidi.
- **AVV\_ Argille Varicolori di Cassio.** Argille, argilliti ed argille siltose rosse, violacee, grigio scure e verdastre, con intercalazioni di strati sottili o medi di arenarie litiche fini grigio chiare o scure, manganeseifere e localmente cloritiche, di calcilutiti silicizzate grigio-verdine e di calciliti chiare, calcareniti, conglomerati poligenici, in strati medi e spessi, i cui elementi provengono da crosta continentale e arenarie litiche e feldspatiche grossolane. Potenza geometrica variabile da qualche decina a qualche centinaio di metri. (Turoniano? - Campaniano sup.).
- **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

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	22 di 63

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 brecce argillose (SCBa) costituita da brecce 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 brecce ad elevato tenore in clorite. Sedimentazione torbidityca di ambiente marino profondo. Potenza geometrica affiorante può raggiungere 700 metri. (Cenomaniano - Santoniano).

- **SSI\_ Argilliti di San Siro.** Argilliti rosso-violacee, brune o variegata, manganesifere, alternate con straterelli calcilutitici o siltitici ed arenitici grigi e grigio-verdastri ad alterazione color ocra o ruggine, e spessore mediamente compreso fra 10 e 30 cm, molto discontinui e deformati e con intercalazioni di areniti torbidityche in livelli medio-sottili e calcareniti sottili. Depositi di debris flow a matrice argillitica e clasti eterogenei: palombini, ofioliti e rocce granitoidi (Gr). Localmente si interpongono lembi da metrici a decametrici di marne grigio-ocracee (litofacies marnosa - SS1a) e lembi di successioni pelitiche policrome fittamente stratificate (SS1b - litofacies argillitica). (Cenomaniano? - Santoniano?).
- **CCVb\_ Complesso di Casanova - litofacies a brecce mono e poligeniche a matrice pelitica.** Brecce monogeniche (prevalenti) e poligeniche, in strati molto spessi e banchi a geometria lenticolare, con abbondante matrice pelitica grigio scura e clasti eterometrici, da angolari a subarrotondati, di calcilutiti chiare, più rari clasti di areniti scure e calcareniti; si interpongono spezzoni di alternanze argillitico-calcaree e calcareo-marnose sempre molto deformate; lembi intensamente fratturati di Argille a Palombini. La matrice può diventare nettamente prevalente (CCVb2 - litofacies a brecce prevalentemente pelitiche). Le brecce poligeniche (CCVb1 - litofacies a brecce poligeniche a matrice pelitica) sono costituite in prevalenza da clasti eterometrici di calcilutiti, riferibili alle Argille a Palombini, e, in subordine, di basalti (B), ultramafiti con differente grado Depositi marini profondi da scivolamento in massa e flussi gravitativi. Potenza geometrica da 0 a 120 m circa. (Campanianiano inf.).

 <b>EN GEO</b> S.r.l. <small>ENGINEERING GEOLOGY</small>	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	23 di 63

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
<b>COMUNE DI PALANZANO</b> Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

### **3.1.5 Unità Sub - liguri**

- **APE\_ Arenarie di Petrignacola.** Arenarie torbiditiche grigio-verdastre ad elevato tenore in elementi andesitici, da fini a molto grossolane, talora conglomeratiche, in strati da medi a molto spessi intercalati a sottili livelli di torbiditi siltitiche grigie, pebbly sandstone e slumps. Sedimentazione torbiditica ad apporti terrigeni. Potenza di circa 60 m. (Rupeliano).
- **TIC\_ Argille e calcari del Passo di Ticchiano.** Argille emipelagiche grigio scure e verdastre, localmente rossastre, alternate a calcilutiti grigie a fucoidi e ad arenarie torbiditiche fini in strati sottili e medi. (Eocene sup. - Oligocene inf.).
- **ARB\_ Arenarie di Ponte Bratica.** Torbiditi arenaceo-pelitiche in strati da sottili a medi a base arenitica grigio-giallastra e grigio-verdastra fine o media passante a siltiti o siltiti marnose grigio scure; Si distingue una litofacies arenacea (ARBa) costituita da siltiti, siltiti marnose e subordinate areniti fini in strati sottili. Torbiditi ed emipelagiti di ambiente marino profondo. Contatti tettonici con le formazioni circostanti. (Oligocene).
- **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 molto spessi, calcareniti gradate, breccie 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. Intercalazioni metriche di argilliti rosse alternate a strati spessi di calcisiltiti 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).
- **CGV\_ Calcari di Groppo del Vescovo.** Calcari micritici, talora marnosi, grigio chiari e biancastri, in strati da medi a molto spessi a basi calcarenitiche medio-fini gradate e laminate, alternati a sottili livelli argillitici grigi; localmente si intercalano arenarie fini grigie in strati spessi. Contatto stratigrafico con NIC. Potenza geometrica di circa 140 m. (Eocene inf. ).
- **CGN\_ Formazione di Canalgrande.** Areniti litiche a grana fine, siltiti marnose verdastre e peliti nerastre organizzate in strati da sottili a medio-spessi. Localmente si intercalano calcilutiti generalmente in strati sottili, e banchi di calcari marnosi grigio-biancastri. Sedimentazione torbiditica terrigena intervallata ad emipelagiti. (Paleocene inf. - sup.).

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	24 di 63

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
<b>COMUNE DI PALANZANO</b> Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

### 3.2 Geomorfologia

L'attuale assetto geomorfologico dell'ambito territoriale del Comune di Palanzano 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.

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 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 montano di Palanzano, in grado di determinare un comportamento

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	25 di 63

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
<b>COMUNE DI PALANZANO</b> Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

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 Argilliti di S. Siro, le Argille e Calcari di Canetolo, le Marne di Antognola e le Marne di M. Piano 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, il Membro di Villaprara della Formazione di Contignaco, le Arenarie di Vetto o i conglomerati a matrice pelitica della Formazione di Casanova.
- 3) Terreni con grado di morfoselezione da medio ad alto: ricadono in questa classe le litofacies riferibili alle note sequenze flyschiodi e conglomeratiche, spesso intensamente fratturate, anche se porzioni di flysch particolarmente marnose possono 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.
- 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 Petrignacola, quelle Ponte Bratica, ecc.

In generale si può affermare che il territorio di Palanzano 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

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	26 di 63

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
<b>COMUNE DI PALANZANO</b> Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

forme di accumulo fluviale hanno estensione piuttosto limitata (ad eccezione della piana alluvionale del T. Enza), occupando i depositi alluvionali il 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'insorgere 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 franapoggio; mentre sono caratterizzati da una forte acclività con strati a reggipoggio. 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.

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).

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	27 di 63

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)

 <b>EN GEO</b> S.r.l. <small>ENGINEERING GEOLOGY</small>	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	28 di 63

#### 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 di Bonifica dell'Emilia Centrale, ha consentito di esaminare le relazioni geologiche, prodotte a corredo di progetti edilizi e di opere pubbliche e di acquisire copia delle indagini geognostiche eseguite.

Purtroppo, si tratta di un numero limitato di dati che, comunque, sono stati trasformati 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.

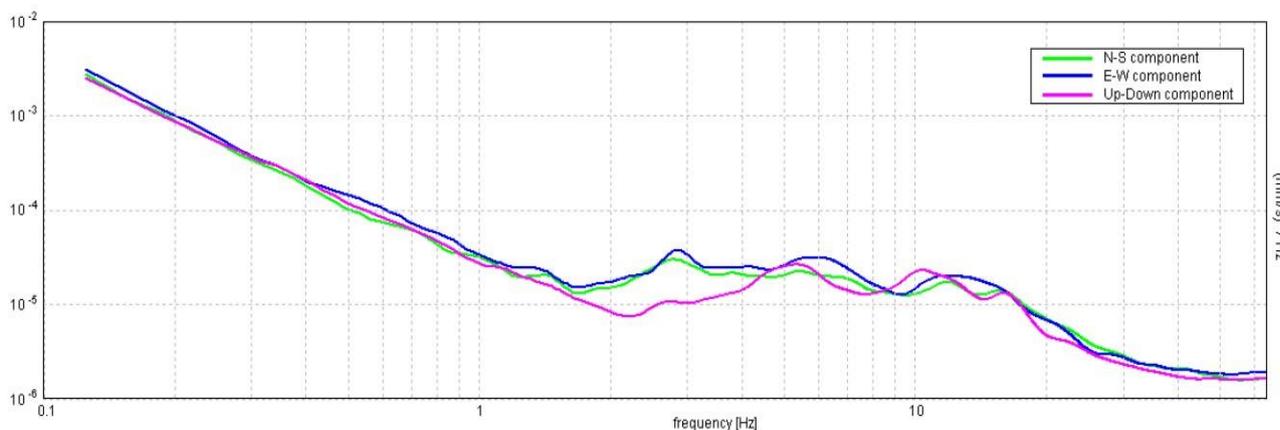
Tali indagini, unitamente alle informazioni presenti in letteratura e ai sopralluoghi in sito, hanno permesso di ricostruire il modello geologico delle aree interessate dallo studio di microzonazione sismica.

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

Più in particolare sono state eseguite n° 36 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 (0.1-128 Hz) e per una durata sufficientemente lunga (16 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**

 <b>EN GEO S.r.l.</b> ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	29 di 63

PROGETTO	LIVELLO
<b>COMUNE DI PALANZANO</b> 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 Palanzano, 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 2 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, perlopiù 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.

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	30 di 63

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
<b>COMUNE DI PALANZANO</b> Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

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.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	31 di 63

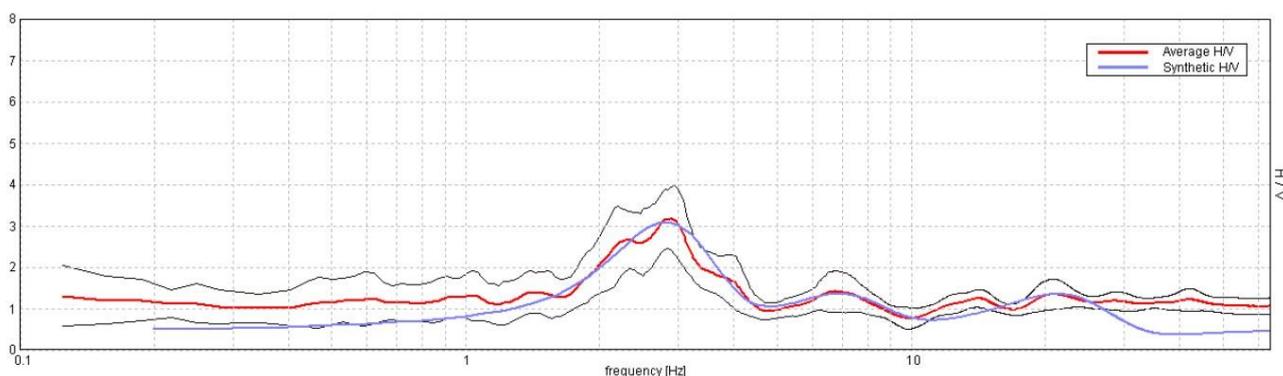
## 6. INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE

Come già indicato, il presente studio, oltre ad utilizzare i dati pregressi disponibili, ha previsto l'esecuzione di una nuova campagna d'indagini sismiche e di saggi con escavatore in aree campione.

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 tromografiche, 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 HV naturale con curva HV 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 tromografico.

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

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

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  $V_s$  media per ogni singolo strato.

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

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	32 di 63

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
<b>COMUNE DI PALANZANO</b> Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

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 (*Grilla*), è stata valutata la stazionarietà temporale dei rapporti spettrali misurati, prestando inoltre particolare attenzione alle variazioni azimutali 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	33 di 63

## 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	34 di 63

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
<b>COMUNE DI PALANZANO</b> 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 due tavole, una per ciascuno dei due ambiti esaminati: Palanzano capoluogo e Ranzano.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	35 di 63

## 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.

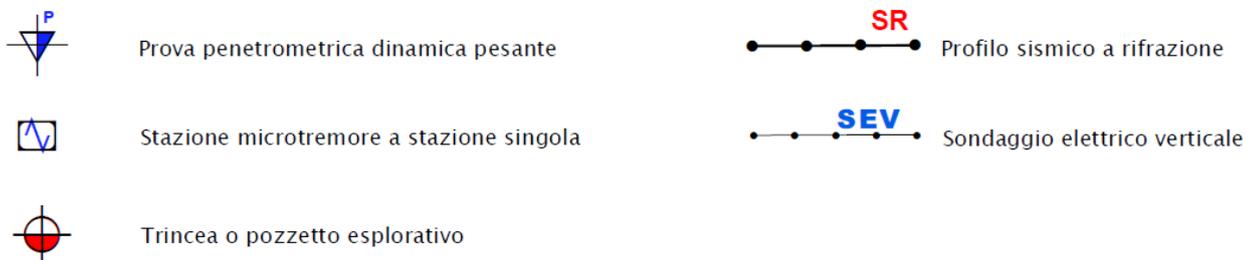
Esse sono state distinte in base alla tipologia in:

- prova penetrometrica dinamica pesante
- trincea o pozzetto esplorativo
- stazione microtremore a stazione singola
- profilo sismico a rifrazione
- sondaggio elettrico verticale

come raffigurato nella legenda riportata in Fig. 11.

## Legenda

### Indagini



**Fig. 11 – Legenda delle Carte delle indagini**

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

#### 8.1.1 Ambito A\_1 Palanzano capoluogo

La ricerca effettuata ha consentito di acquisire i seguenti dati:

- N° 7 prove penetrometriche dinamiche pesanti
- N° 2 trincee o pozzetti esplorativi
- N° 1 indagine sismica a rifrazione

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	36 di 63

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
<b>COMUNE DI PALANZANO</b> Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

- N° 4 sondaggi elettrici verticali

Ad integrazione di tali dati, è stata progettata ed eseguita una specifica campagna di indagine costituita da n° 20 misure di ascolto di microtremori a stazione singola (HVSR) e n° 3 saggi esplorativi con escavatore.

### **8.1.2 Ambito A\_2 Ranzano**

La ricerca effettuata ha consentito di acquisire le seguenti indagini:

- N° 4 prove penetrometriche dinamiche pesanti
- N° 2 sondaggi elettrici verticali

Ad integrazione di tali dati, è stata progettata ed eseguita una specifica campagna di indagine costituita da n° 16 misure di ascolto di microtremori a stazione singola (HVSR) e n° 3 saggi esplorativi con escavatore.

## **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° 217SE, alla scala 1:25.000, e Sezioni 217110, 217120 e 217150, 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 217110, 217120 e 217150, 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).

 <b>EN GEO S.r.l.</b> ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	37 di 63

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
<b>COMUNE DI PALANZANO</b> 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 due ambiti oggetto di studio.

### **8.2.1 Ambito A\_1 Palanzano capoluogo**

In corrispondenza dell'abitato di Palanzano sono presenti formazioni liguri e sub-liguri, sia stratificate (Arenarie di Scabiazza, Arenarie di Petrignacola e Calcari di Groppo del Vescovo) che non stratificate (Argille e calcari di Canetolo e Argille e calcari del Passo di Ticchiano).

Queste risultano affioranti o sub-affioranti (con terreni di copertura di spessore inferiore a 3 m) solo in alcuni settori dell'area di studio: principalmente, alle estremità occidentale e orientale.

Gran parte del territorio in esame è, invece, contraddistinto dalla presenza di movimenti gravitativi quasi sempre quiescenti e, perlopiù, di tipo complesso. In queste zone il primo sottosuolo è costituito da clasti eterometrici immersi in matrice limo-argillosa, come accertato direttamente attraverso l'esecuzione di saggi esplorativi.

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

Le 2 sezioni riportate nella successiva Fig. 12 raffigurano quanto sopradescritto.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	38 di 63

Legenda

-  Depositi di origine gravitativa, costituiti da clasti eterometrici immersi in matrice limo-argillosa
-  Substrato non rigido stratificato
-  Substrato non rigido non stratificato

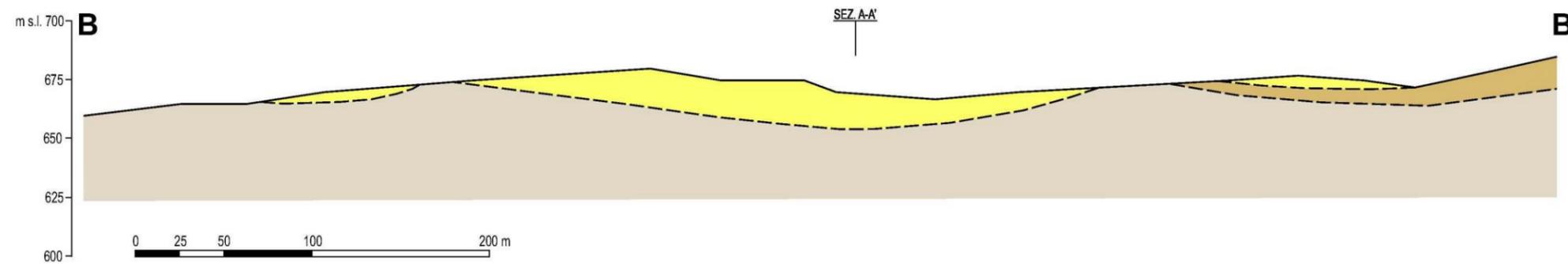
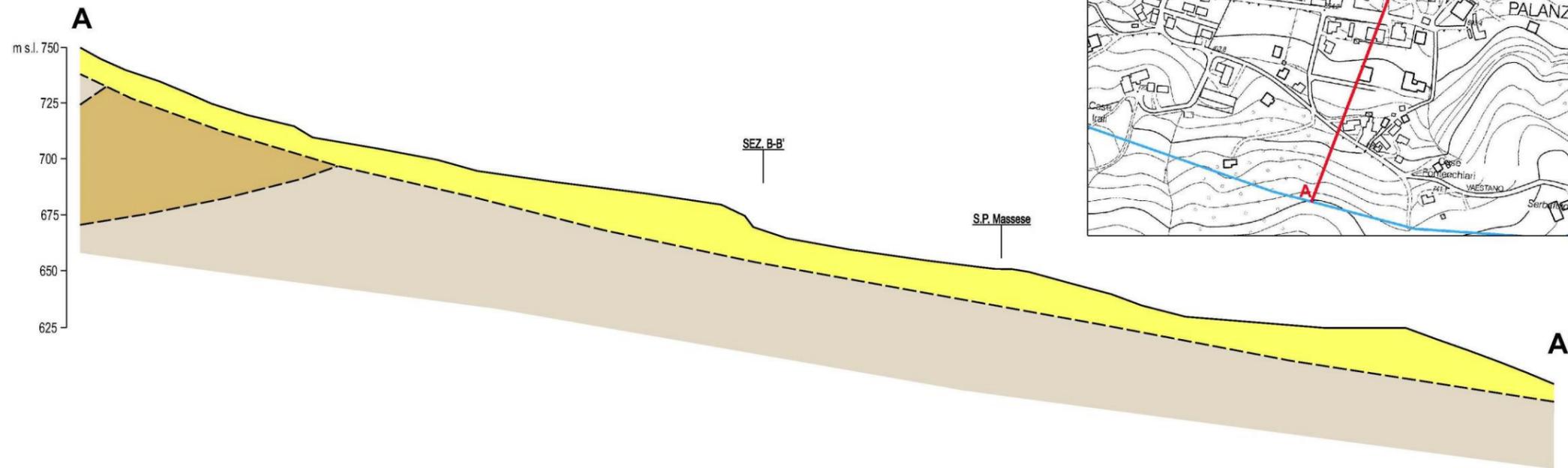
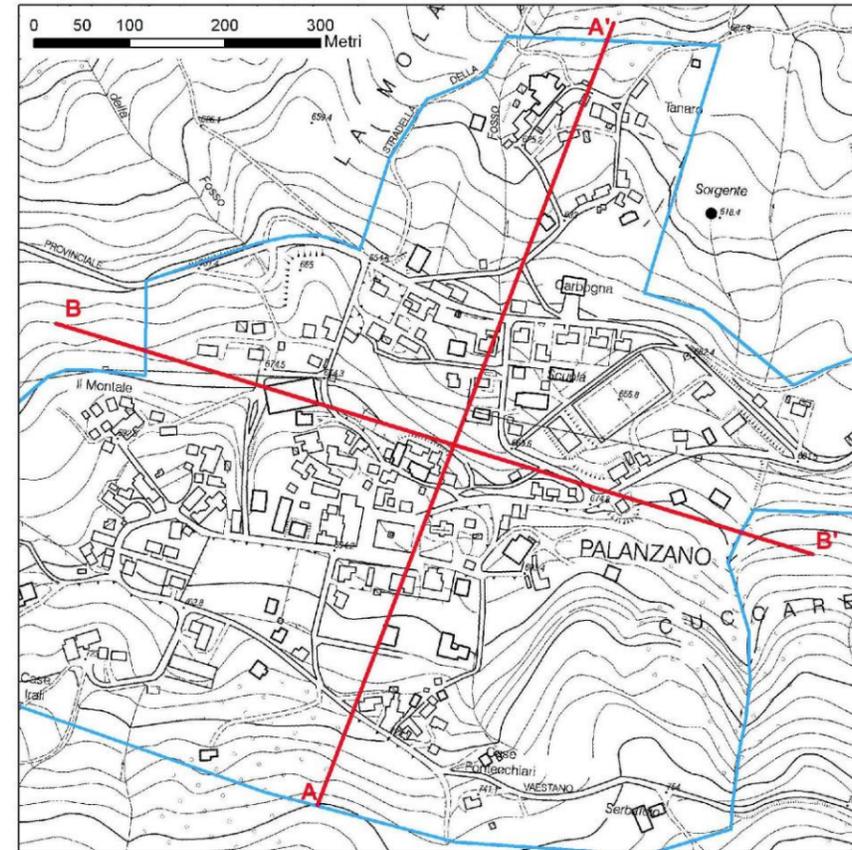
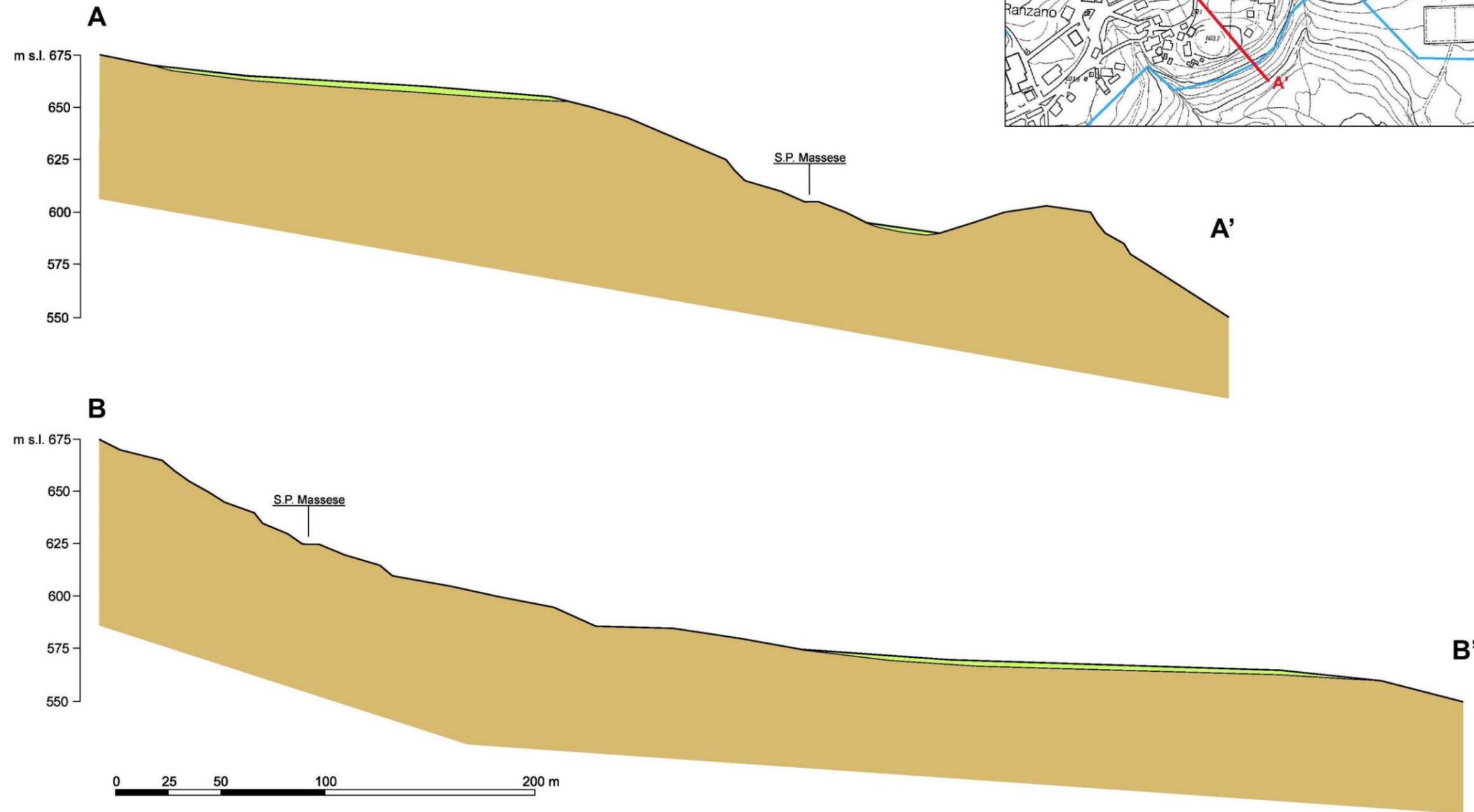
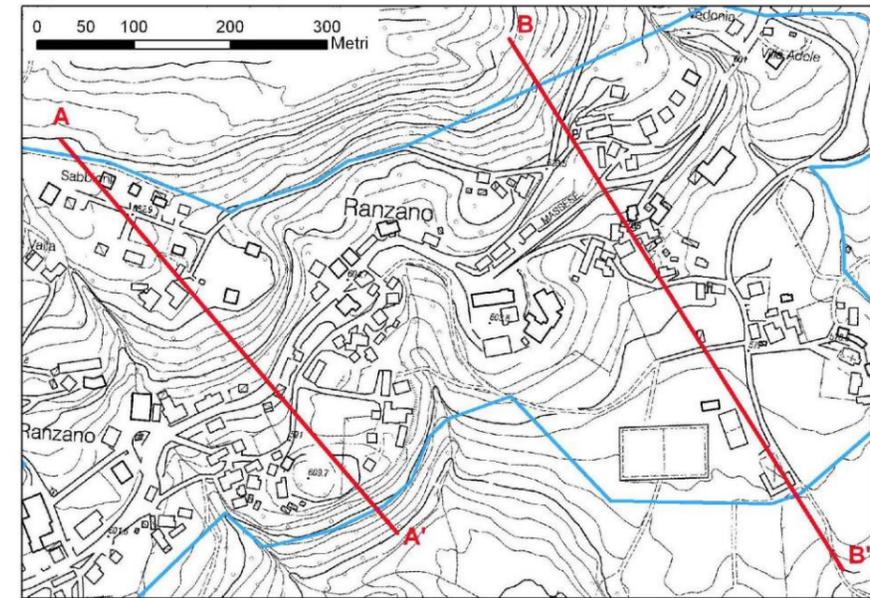


Fig. 12 - Sezioni geologiche a Palanzano capoluogo

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	39 di 63

Legenda

- Coltre da alterazione eluvio-colluviale
- Substrato non rigido stratificato



**Fig. 13 - Sezioni geologiche a Ranzano**

<b>EN GEO</b> s.r.l. <small>ENGINEERING GEOLOGY</small>	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	40 di 63

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
<b>COMUNE DI PALANZANO</b> Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

### **8.2.2 Ambito A\_2 Ranzano**

L'abitato di Ranzano è ubicato sul versante in sponda idrografica sinistra del torrente Enza, in un settore di territorio in cui il substrato, non rigido e stratificato, è costituito dalla formazione omonima e, più in dettaglio, dalla litofacies arenaceo-conglomeratica del membro della Val Pessola.

Questo risulta affiorante o sub-affiorante (con terreni di copertura di spessore inferiore a 3 m) su gran parte dell'area di studio.

Fanno eccezione i settori coinvolti in fenomeni di instabilità di versante (vedi la frana complessa quiescente che interessa il settore più occidentale del paese) e quelli in cui si rinvencono coperture detritiche costituite da clasti di dimensioni variabili immersi e sostenuti da una matrice pelitica e/o sabbiosa (con spessori presumibili di 5 m).

Anche questo ambito risulta estremamente tettonizzato.

Le 2 sezioni riportate nella precedente Fig. 13 raffigurano quanto sopradescritto.

### **8.3 Carte delle frequenze naturali dei terreni**

Sulla base di tutti i dati tomografici 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 (36), 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  $H/V \leq 3$ ).

 <b>EN GEO S.r.l.</b> ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	41 di 63

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
<b>COMUNE DI PALANZANO</b> Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

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 Palanzano capoluogo**

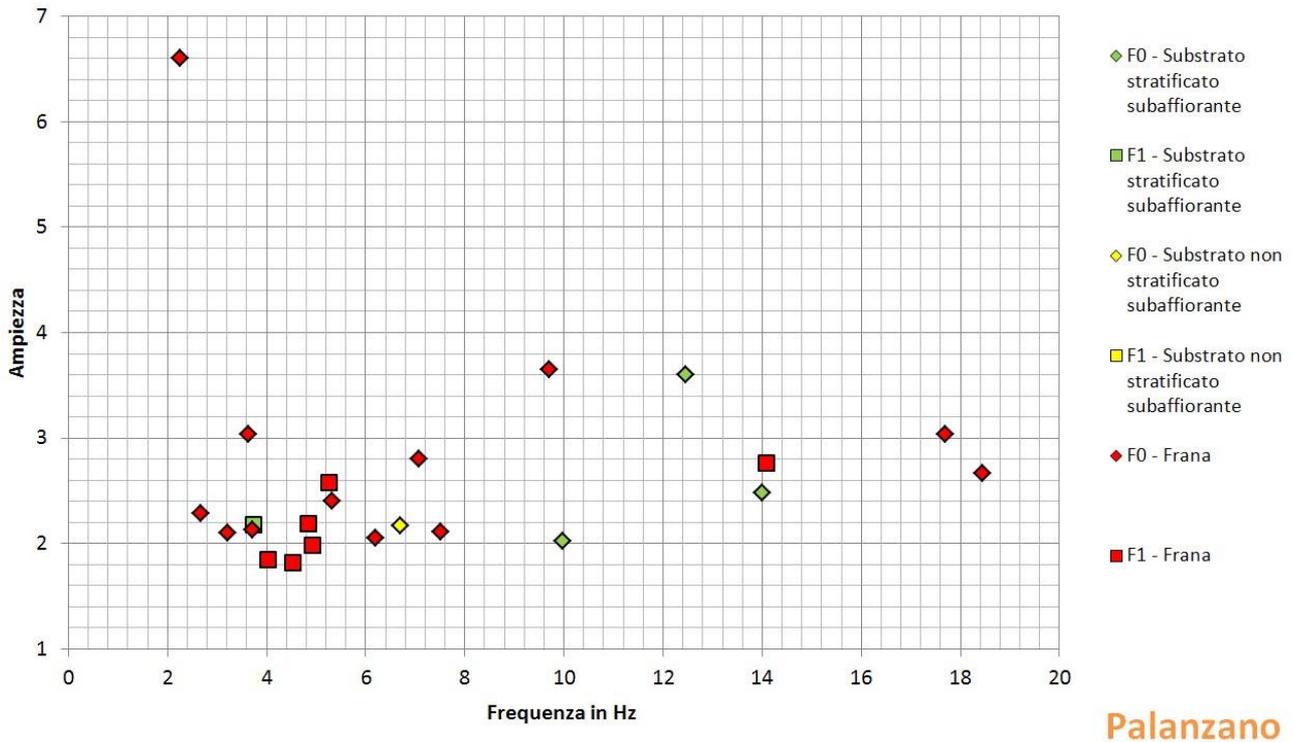
Di seguito, viene proposta una tabella riepilogativa dei risultati delle prove tromografiche eseguite a Palanzano capoluogo, specificando, per ciascuna di esse, frequenza e ampiezza dei picchi principali ed, eventualmente, secondari, oltre all'ubicazione e le caratteristiche geologiche:

prova	ubicazione	caratteristiche geologiche	picco principale F0		picco secondario F1	
			frequenza Hz	ampiezza H/V	frequenza Hz	ampiezza H/V
034026P35HVSR35	Palanzano	deposito di frana quiescente	3,7	2,13	4,94	1,97
034026P36HVSR36	Palanzano	deposito di frana quiescente	2,25	6,6		
034026P37HVSR37	Palanzano	deposito di frana quiescente	2,65	2,29	4,85	2,18
034026P38HVSR38	Palanzano	deposito di frana quiescente	6,2	2,05	4,05	1,84
034026P39HVSR39	Palanzano	deposito di frana quiescente	14,7	3,04	5,28	2,57
034026P40HVSR40	Palanzano	deposito di frana quiescente	3,6	3,04		
034026P41HVSR41	Palanzano	deposito di frana quiescente	18,45	2,67		
034026P42HVSR42	Palanzano	deposito di frana quiescente	5,0	2,37		
034026P43HVSR43	Palanzano	deposito di frana quiescente.	-			
034026P44HVSR44	Palanzano	deposito di frana quiescente	3,2	2,1		
034026P45HVSR45	Palanzano	substrato subaffiorante	-			
034026P46HVSR46	Palanzano	deposito di frana quiescente	7,05	2,8	14,1	2,75
034026P47HVSR47	Palanzano	substrato subaffiorante	12,45	3,6		
034026P48HVSR48	Palanzano	substrato subaffiorante	14,0	2,48	3,75	2,17
034026P49HVSR49	Palanzano	deposito di frana quiescente	-			
034026P50HVSR50	Palanzano	substrato subaffiorante	6,7	2,17		
034026P51HVSR51	Palanzano	substrato subaffiorante	9,95	2,02		
034026P52HVSR52	Palanzano	deposito di frana quiescente	7,5	2,11	4,55	1,81
034026P53HVSR53	Palanzano	deposito di frana quiescente	9,7	3,65		
034026P54HVSR54	Palanzano	deposito di frana quiescente	5,3	2,4		

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

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	42 di 63

Gli stessi dati sono stati utilizzati per ricostruire il grafico di Fig. 14.



Palanzano

**Fig. 14 - Picchi principali (F0) e secondari (F1) a Palanzano capoluogo**

Sulla base dell'esame di Tab. 4 e di Fig. 14, si possono formulare le seguenti osservazioni:

- i picchi raramente presentano alti contrasti di impedenza ( $H/V > 3$ ), mentre, di norma, presentano ampiezze  $H/V$  comprese tra 2 e 3;
- fa eccezione a quanto affermato al punto precedente il fatto che nel corso della prova 034026P36HVSR36 sia stato registrato un picco di ampiezza molto elevata (6.6) di difficile interpretazione;
- n° 3 prove (la 034026P43HVSR43, la 034026P45HVSR45 e la 034026P49HVSR49), due delle quali realizzate in settori di territorio cartografati come frane quiescenti e una in corrispondenza di substrato sub-affiorante, non hanno evidenziato picchi significativi;
- la classe di frequenze in cui ricade la maggior parte dei picchi, indipendentemente dalle caratteristiche geologico-tecniche del territorio in esame, è quella tra i 2 e gli 8 Hz;
- dove il substrato è sub-affiorante e di tipo stratificato le prove sono caratterizzate da un picco generalmente compreso tra 10 e 14 Hz (quello con

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	43 di 63

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
<b>COMUNE DI PALANZANO</b> Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

frequenza pari a 14 Hz determinato con le prova 034026P48HVSR48, quello con frequenza pari a 12,45 Hz determinato con le prova 034026P47HVSR47 e quello a 9,95 Hz della prova 034026P51HVSR51), correlabile con superfici di discontinuità a modesta profondità, che potrebbero coincidere col passaggio tra strato superficiale alterato e detritico e il sottostante substrato roccioso, mentre quelli a frequenze più basse risultano di individuazione non chiara, con le informazioni litostratigrafiche disponibili (considerata la variabilità, sia dal punto di vista litologico che strutturale, all'interno delle formazioni presenti in zona);

- per le prove fatte nei corpi franosi, in generale, picchi con frequenza superiori ai 4 Hz si possono correlare a superfici di discontinuità presenti o all'interno dei depositi quaternari di frana o al passaggio tra questi e il substrato roccioso; tuttavia, anche in questo caso, si osservano, talvolta, picchi a frequenze più basse di individuazione non chiara.

### **8.3.2 Ambito A\_2 Ranzano**

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

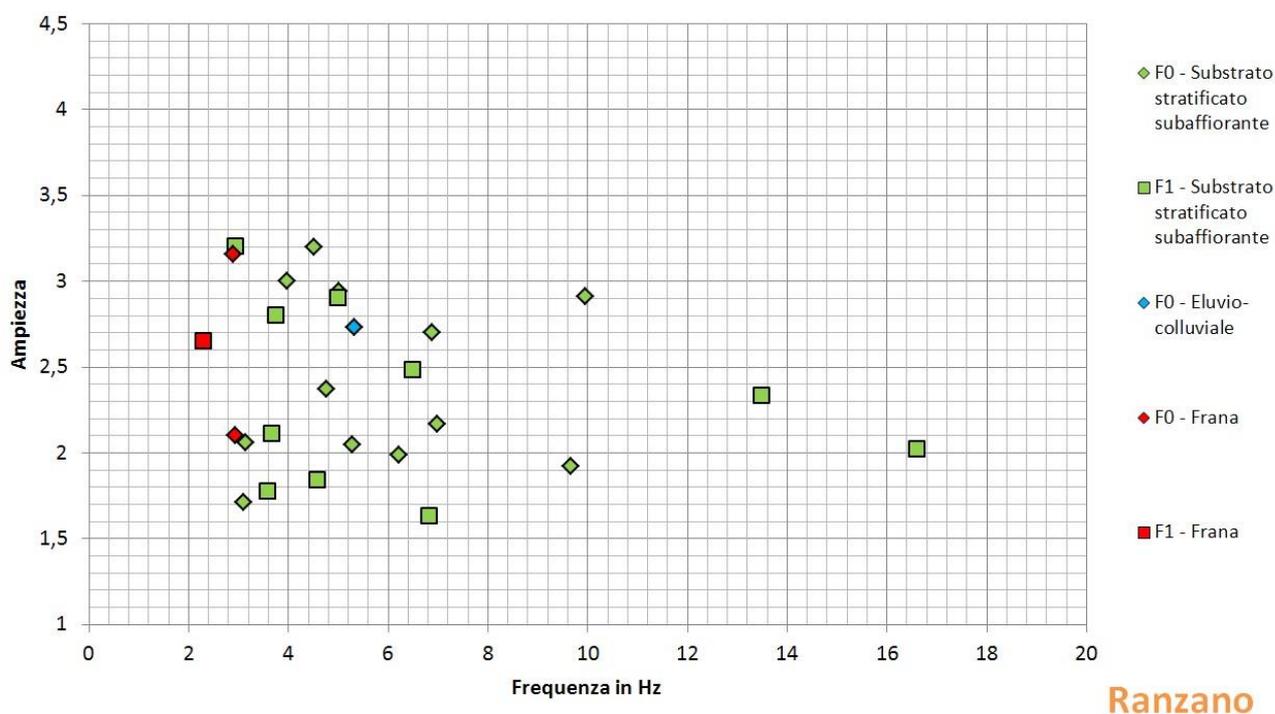
prova	ubicazione	caratteristiche geologiche	picco principale F0		picco secondario F1	
			frequenza Hz	ampiezza H/V	frequenza Hz	ampiezza H/V
034026P20HVSR20	Ranzano	substrato subaffiorante	3,1	1,71	6,85	1,63
034026P21HVSR21	Ranzano	depositi di frana quiescente	2,9	3,16	2,3	2,65
034026P22HVSR22	Ranzano	substrato subaffiorante	4,75	2,37	13,5	2,33
034026P23HVSR23	Ranzano	depositi di frana quiescente	2,95	2,1		
034026P24HVSR24	Ranzano	substrato subaffiorante	5,3	2,05		
034026P25HVSR25	Ranzano	depositi di frana	9,65	1,92	4,6	1,84
034026P26HVSR26	Ranzano	substrato subaffiorante	3,15	2,06		
034026P27HVSR27	Ranzano	depositi di frana quiescente	6,9	2,7	16,6	2,02
034026P28HVSR28	Ranzano	substrato subaffiorante	4,5	3,2	2,95	3,2
034026P29HVSR29	Ranzano	substrato subaffiorante	3,1	1,91		
034026P30HVSR30	Ranzano	depositi di eluvio-colluviali	5,3	2,73		

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	44 di 63

prova	ubicazione	caratteristiche geologiche	picco principale F0		picco secondario F1	
			frequenza Hz	ampiezza H/V	frequenza Hz	ampiezza H/V
034026P31HVS31	Ranzano	substrato subaffiorante	6,95	2,17	3,65	2,11
034026P32HVS32	Ranzano	substrato subaffiorante	5,0	2,94	3,75	2,8
034026P33HVS33	Ranzano	substrato subaffiorante	9,95	2,91	6,5	2,48
034026P34HVS34	Ranzano	substrato subaffiorante	6,2	1,99	3,6	1,77
034026P55HVS55	Ranzano	substrato subaffiorante	3,95	3,0	5,0	2,9

**Tab. 5 - Riepilogo dei risultati delle prove tromografiche a Lagrimone**

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



**Fig. 15 - Picchi principali (F0) e secondari (F1) a Ranzano**

Sulla base dell'esame di Tab. 5 e di Fig. 15, si possono formulare le seguenti osservazioni:

- a Ranzano, solo in 2 prove (la 034026P21HVS21 e la 034026P28HVS28) si registrano picchi con alti contrasti di impedenza ( $H/V > 3$ ), mentre, questi, di norma, presentano ampiezze H/V comprese anche qui tra 2 e 3;

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
<b>COMUNE DI PALANZANO</b> Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

- come per Palanzano capoluogo, la classe di frequenze in cui ricade la maggior parte dei picchi, indipendentemente dalle caratteristiche geologico-tecniche del territorio in esame, è quella tra i 2 e gli 8 Hz;
- le prove 034026P22HVSR22 e 034026P27HVSR27, realizzate dove è presente una copertura detritica di spessore minore di 3 m, evidenziano picchi secondari a 13,5 e 16,6 Hz; valori cui corrispondono profondità delle superfici di discontinuità che potrebbero coincidere con il passaggio al substrato.
- le altre prove effettuate dove il substrato è sub-affiorante hanno evidenziato generalmente 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); è tuttavia ipotizzabile che possano essere ricondotte a cambi di *facies* entro la medesima unità o a contatti con unità geologiche differenti;
- nell'areale di Ranzano l'assenza di picchi ad alte frequenze è quasi sempre riconducibile alla presenza di un substrato affiorante; bisogna rilevare tuttavia che anche nelle zone dove il substrato risulta mascherato da una modesta copertura detritica, spesso non si riscontrano picchi ad elevate frequenze: ciò può essere ricondotto alla presenza di un substrato arenaceo-conglomeratico scarsamente cementato al tetto, che non genera contrasti di impedenza netti con la sovrastante coltre;
- anche la prova 034026P30HVSR30, realizzata dove è presente una copertura detritica eluvio-colluviale di spessore mediamente pari a 5 m evidenzia un picco principale a 5,3 Hz cui corrispondono spessori attesi tali da non consentire una chiara individuazione della superficie di discontinuità che lo potrebbe aver generato.

#### 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.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	46 di 63

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
<b>COMUNE DI PALANZANO</b> Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

**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.

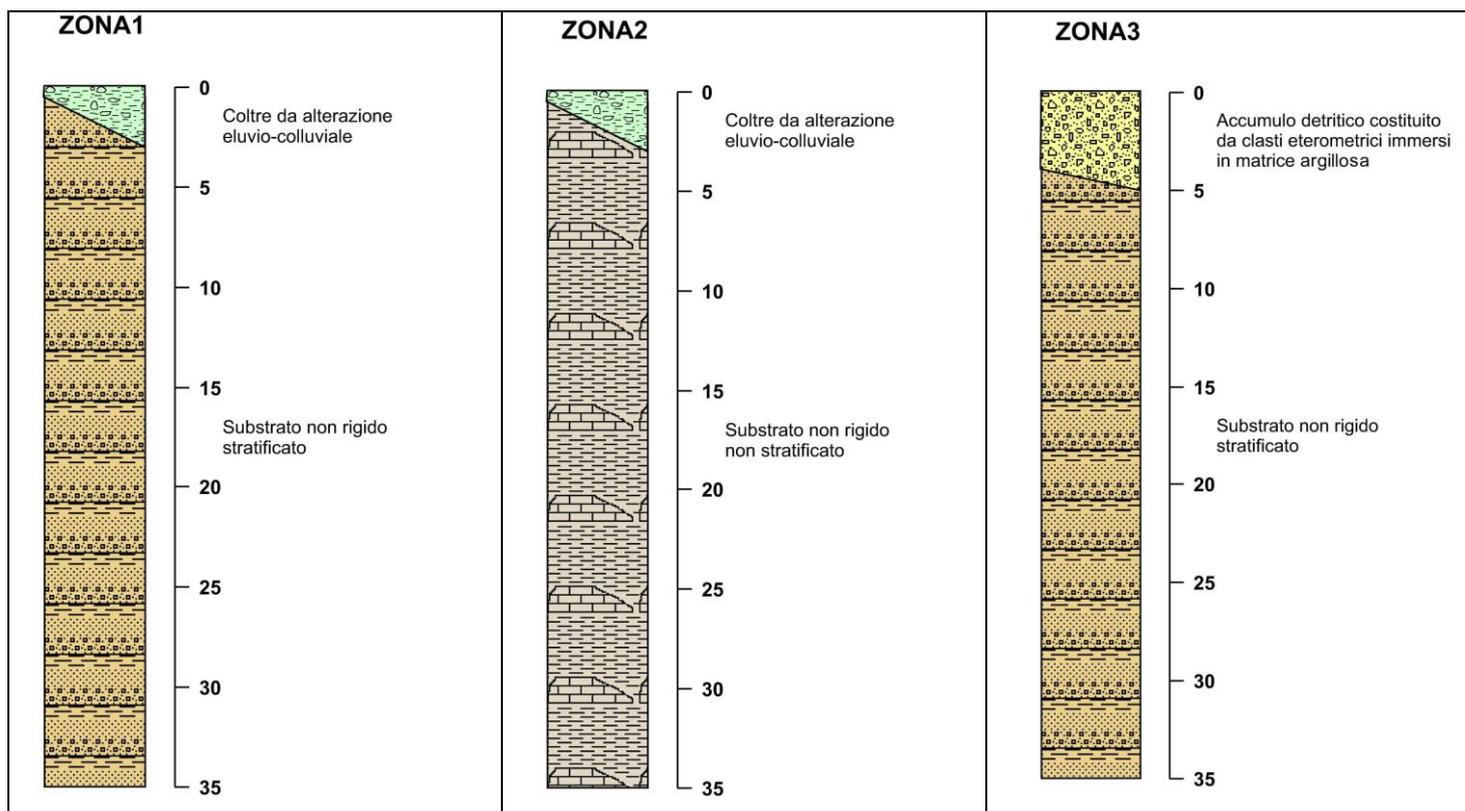
**3. zone suscettibili di instabilità.** Si tratta di zone nelle quali effetti sismici attesi e predominanti, oltre i fenomeni di amplificazione, sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio, quali instabilità di versante (frane attive e quiescenti), liquefazioni e densificazione. In queste 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 Palanzano, non è mai presente la categoria 1 - zone stabili, mentre, soprattutto in corrispondenza del Capoluogo, sono state cartografate varie e ampie zone suscettibili di instabilità, riconducibili a fenomeni di instabilità di versante, quasi sempre riconducibili a frane quiescenti.

Quanto alla categoria 2 - zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, al suo interno e sono state operate ulteriori distinzioni. Infatti, sulla base delle caratteristiche litostratigrafiche, sono state identificate 3 microzone omogenee ognuna con un proprio profilo stratigrafico tipo (cfr. Fig. 16):

- 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 rinvia in entrambe le aree oggetto di studio: è la zona di gran lunga dominante a Ranzano, mentre a Palanzano caratterizza principalmente i settori SE e SW dell'abitato.
- 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 di Palanzano capoluogo, con estensione maggiore nel settore ovest dell'abitato.
- 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 solo una limitata porzione dell'abitato di Ranzano.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	47 di 63



**Fig. 16 - Colonne litostratigrafiche sintetiche, rappresentative della microzone**

Nella Carta delle microzone omogenee relativa a Ranzano, sono state raffigurate anche alcune tracce di sezioni topografiche in corrispondenza di aree meritevoli di attenzione per l'amplificazione topografica.

Infatti, dall'esame della cartografia, è emerso chiaramente che mentre a Palanzano capoluogo la componente di amplificazione dovuta alla topografia può essere ritenuta irrilevante, in quanto i pendii risultano da debolmente a mediamente inclinati perchè spesso modellati da fenomeni gravitativi, nell'ambito Ranzano, gli estesi affioramenti arenaceo-conglomeratici determinano una morfologia più brusca e acclività significative.

In tale area, si è quindi provveduto ad individuare i settori più critici, dove sono stati tracciati n° 7 profili di studio (tutti perpendicolari alla linea che identifica l'orlo della scarpata, seguendo il più possibile la massima pendenza) per determinare l'entità dell'amplificazione topografica (Ft).

Tra di essi, in 4 casi, sulla base dei calcoli svolti, sono state evidenziate amplificazioni dell'impulso sismico generate dalle condizioni topografiche del sito (cfr. paragrafo 8.6).

## 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 e indicando il corrispondente valore di  $V_{s_{30}}$  o di  $V_{s_H}$  (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 due ambiti oggetto di studio.

### 8.5.1 Ambito A\_1 Palanzano capoluogo

Di seguito, viene proposta una tabella riepilogativa delle misure di velocità delle onde di taglio S a Palanzano capoluogo effettuate nelle sole zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, in quanto oggetto di microzonazione di secondo livello.

prova	$V_{s_{30}}$	$V_{s_H}$
034022P45HVSR45		335
034022P47HVSR47		266
034022P48HVSR48	596	
034022P50HVSR50	600	
034022P51HVSR51	610	

**Tab. 6 – Risultati delle misure di velocità delle onde di taglio S a Palanzano capoluogo**

 <b>EN GEO S.r.l.</b> ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	49 di 63

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
<b>COMUNE DI PALANZANO</b> Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

Dall'esame di Tab. 6, si osserva che, a Palanzano capoluogo, i valori di  $V_{s_{30}}$  sono mediamente pari a 602 m/s, e variabili tra un valore massimo di 610 m/s e un minimo di 596 m/s). Le  $V_{s_H}$  presentano, invece, un valor medio di circa 300 m/s e minimo e massimo rispettivamente uguali a 266 e 335 m/s.

### 8.5.2 Ambito A\_2 Ranzano

Anche per Ranzano, viene proposta una tabella riepilogativa delle misure di velocità delle onde di taglio S, effettuate nelle zone stabili suscettibili di amplificazioni locali.

prova	$V_{s_{30}}$ (m/s)	$V_{s_H}$ (m/s)
034022P20HVSR20		332
034022P22HVSR22	447	
034022P24HVSR24	494	
034022P25HVSR25	518	
034022P26HVSR26		296
034022P27HVSR27		307
034022P28HVSR28		350
034022P29HVSR29		340
034022P30HVSR30		277
034022P31HVSR31	541	
034022P32HVSR32	467	
034022P33HVSR33		270
034022P34HVSR34	532	
034022P55HVSR55		334

**Tab. 7 – Risultati delle misure di velocità delle onde di taglio S a Ranzano**

Dall'esame di Tab. 7, si osserva che a Ranzano i valori di  $V_{s_{30}}$  sono mediamente pari a circa 500 m/s e variabili tra 447 m/s e 541 m/s. Le  $V_{s_H}$ , invece, oscillano attorno ad un valor medio di circa 313 m/s e con valori massimo e minimo rispettivamente uguali a 350 e 270 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 ( $S_i/S_{i0}$ ) per prefissati intervalli di periodi.

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	50 di 63

PROGETTO	LIVELLO
<b>COMUNE DI PALANZANO</b> Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

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 Palanzano, 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. 8 quando il substrato marino risulta affiorante o sub-affiorante (cfr. Zona 1 e 2 nel paragrafo 8.4)
- Tabelle riportate in Tab. 9 quando il substrato marino non risulta affiorante o sub-affiorante (cfr. Zona 3 nel paragrafo 8.4)

**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. 8 - 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. 9 - 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)**

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, nel caso di substrato affiorante, un valore  $V_{s30}$  pari a 600 m/s, a Palanzano, e a 500 m/s, a Ranzano, sempre con uso delle tabelle riportate in Tab. 8, e un valore  $V_{sH}$  pari a 250 m/s nel caso di substrato non affiorante e uso delle tabelle riportate in Tab. 9.

Conseguentemente, per gli areali oggetto di microzonazione sono stati attribuiti i valori riportati nella seguente tabella (Tab. 10):

	ZONE	
	1	2
<b>F.A. P.G.A.</b>	1.2	1.2
<b>F.A. Is (<math>0.1s &lt; T_0 &lt; 0.5s</math>)</b>	1.3	1.3
<b>F.A. Is (<math>0.5s &lt; T_0 &lt; 1.0s</math>)</b>	1.3	1.3

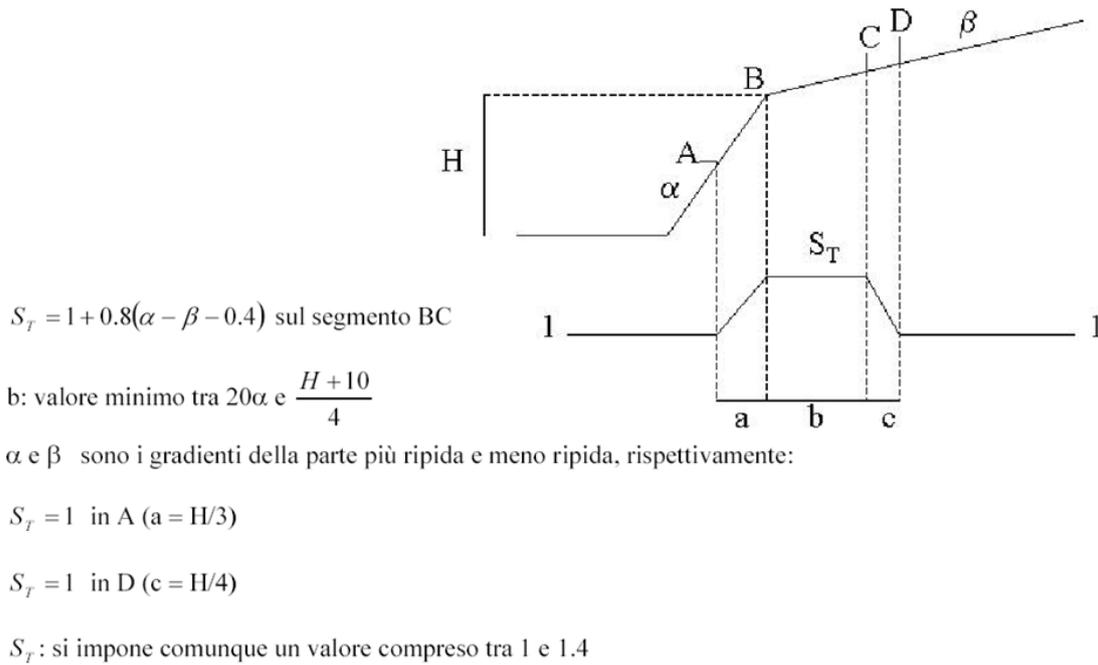
**Tab. 10 – Valori dei fattori di amplificazione sismica a Palanzano capoluogo**

	ZONE	
	1	3
<b>F.A. P.G.A.</b>	1.3	1.7
<b>F.A. Is (<math>0.1s &lt; T_0 &lt; 0.5s</math>)</b>	1.4	1.5
<b>F.A. Is (<math>0.5s &lt; T_0 &lt; 1.0s</math>)</b>	1.4	1.4

**Tab. 11 – Valori dei fattori di amplificazione sismica a Ranzano**

Come anticipato nel paragrafo 8.4, a Ranzano è stata valutata anche l'amplificazione dell'impulso sismico generata dalle condizioni topografiche, risultata significativa in corrispondenza di 4 profili.

Anche in questo caso, per il calcolo del Fattore di Amplificazione topografica  $S_T$  dettagliatamente descritto nella Fig. 17, sono state seguite le disposizioni e i suggerimenti contenuti nell'Allegato 2 degli indirizzi regionali.



**Fig. 17 - Calcolo del fattore di amplificazione topografica secondo gli indirizzi regionali**

All'interno di Fig. 18 e Fig. 19 vengono raffigurate le sezioni topografiche con indicazione delle dimensioni dei differenti tratti a, b, c (cfr. Fig. 17) e dei relativi Fattori di Amplificazione topografica  $S_T$ .

In Fig. 20 e Fig. 21 è, invece, proposta la rappresentazione in pianta delle tracce dei profili con indicazione dei tratti contraddistinti da valori di  $S_T$  differente.

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	54 di 63

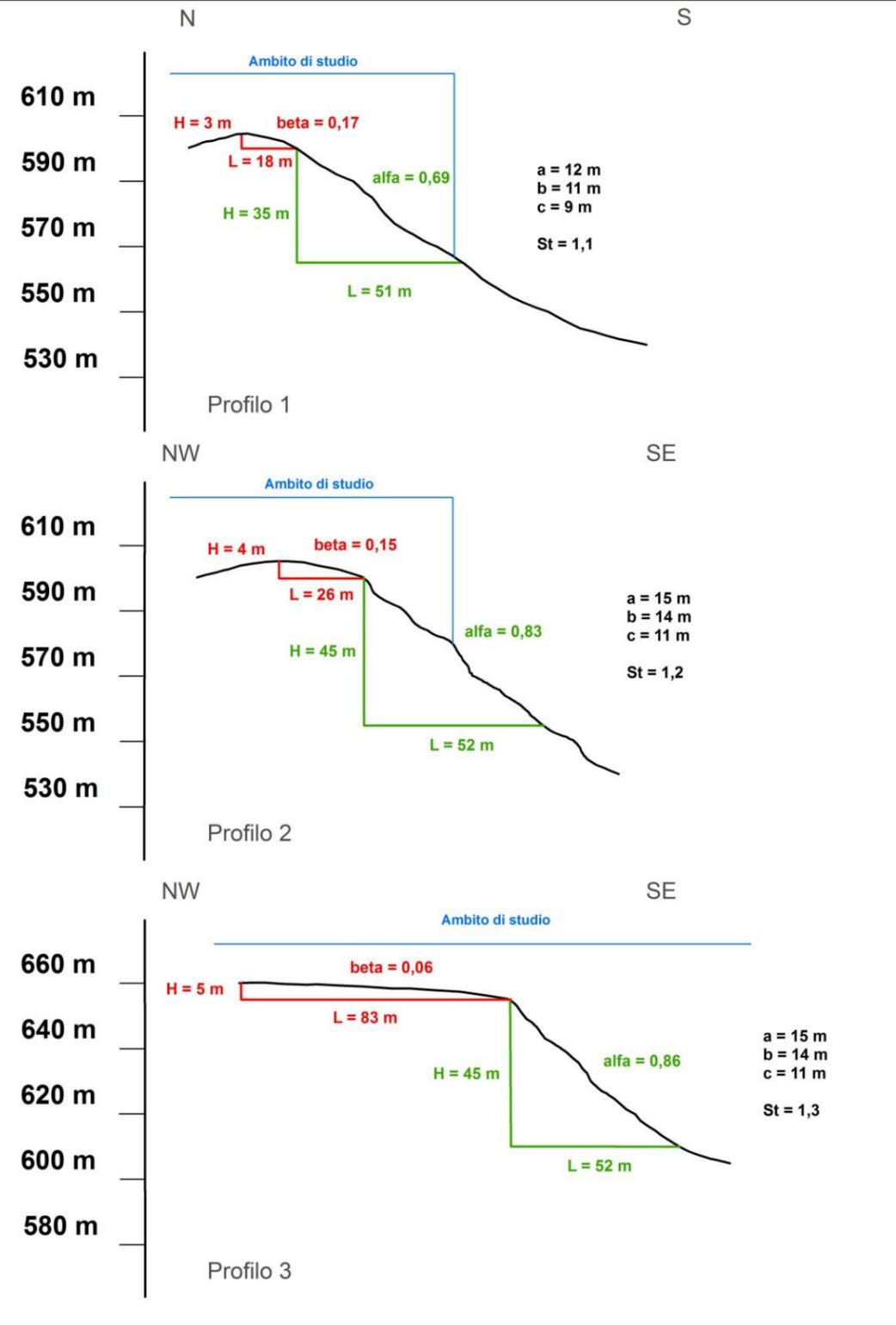
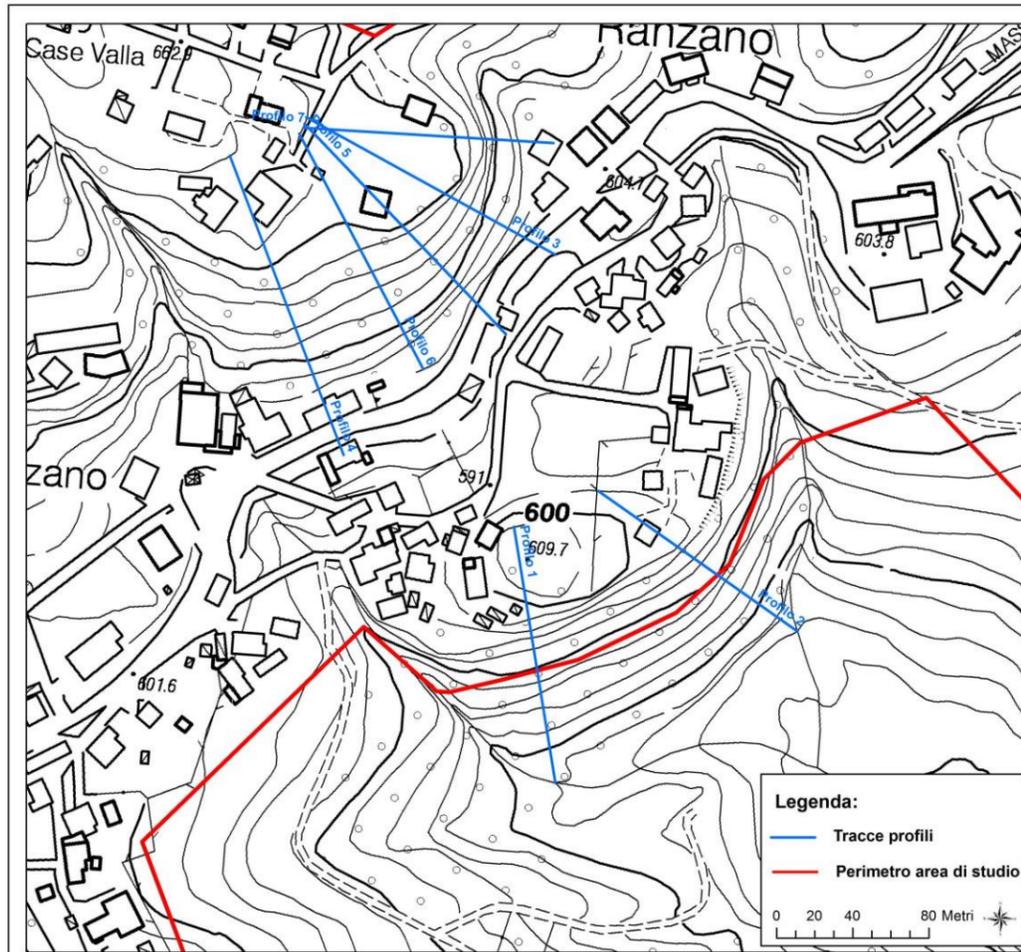


Fig. 18 - Rappresentazione dei profili n° 1, 2, 3 e 4 a Ranzano

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	55 di 63

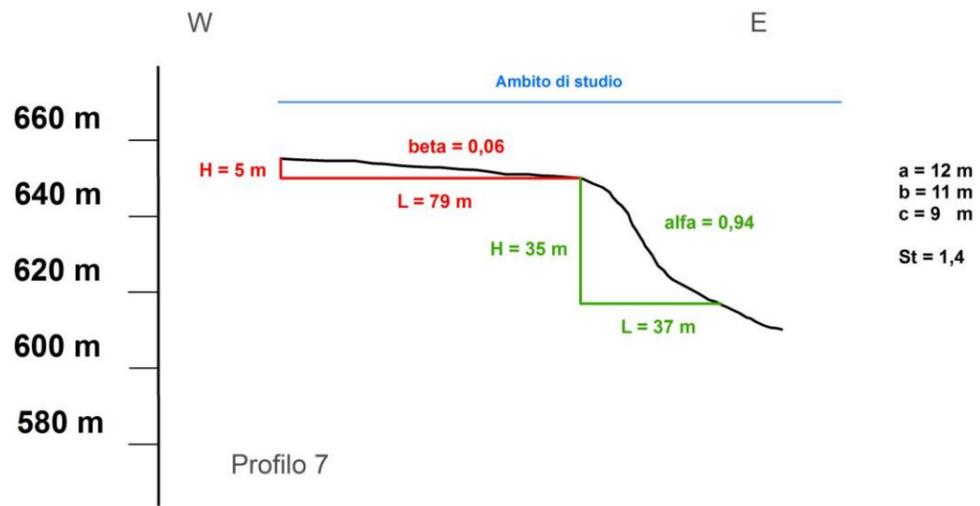
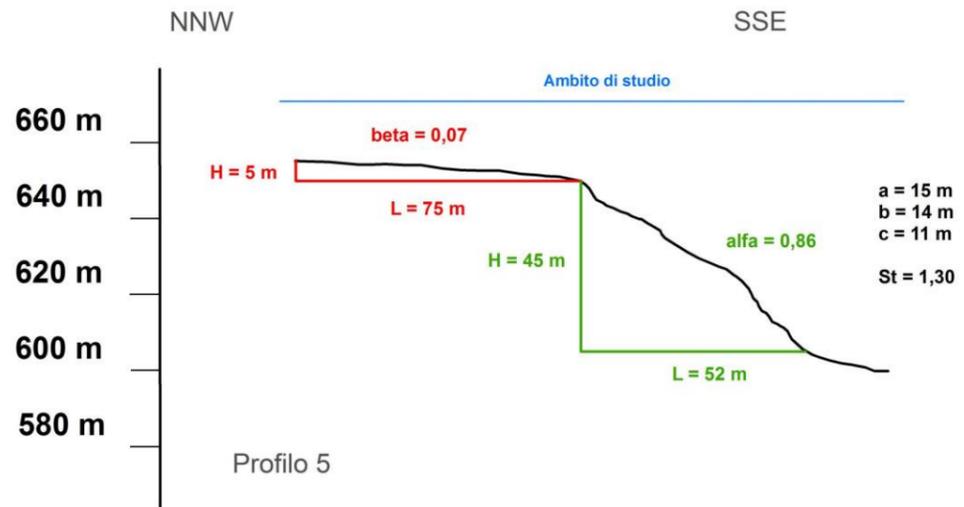
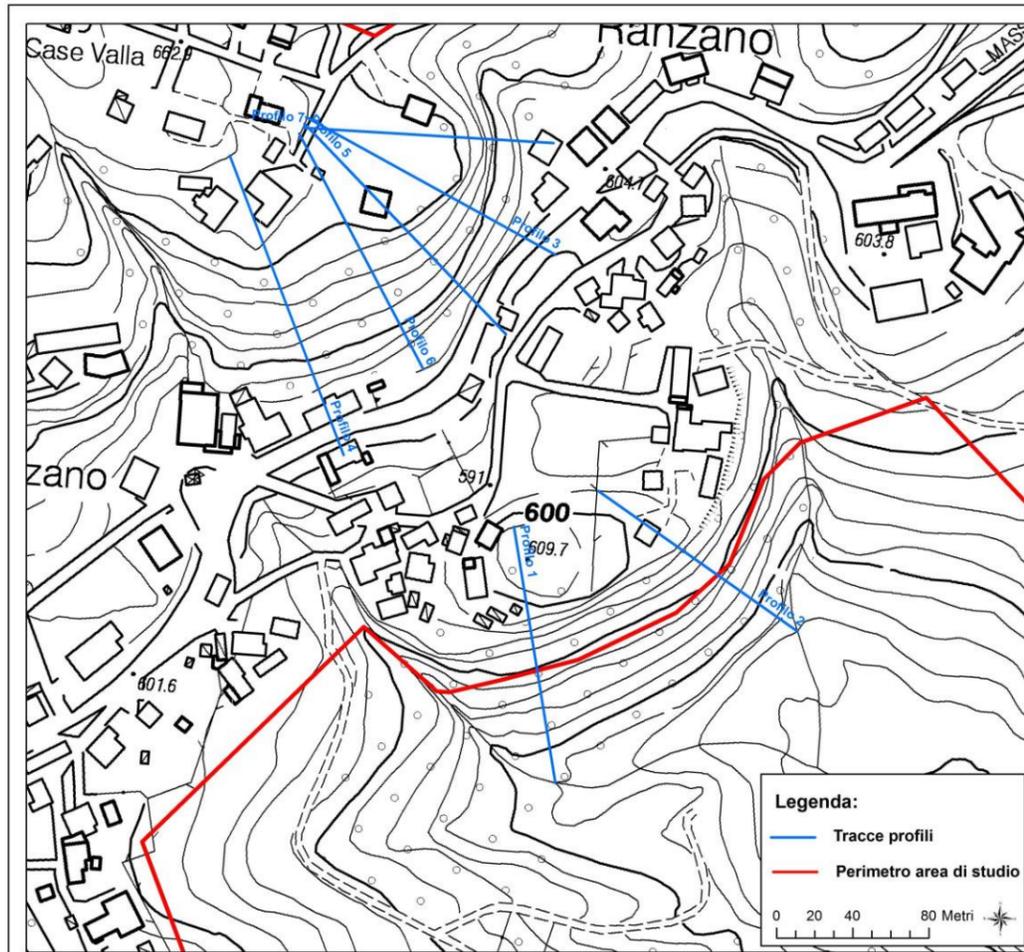
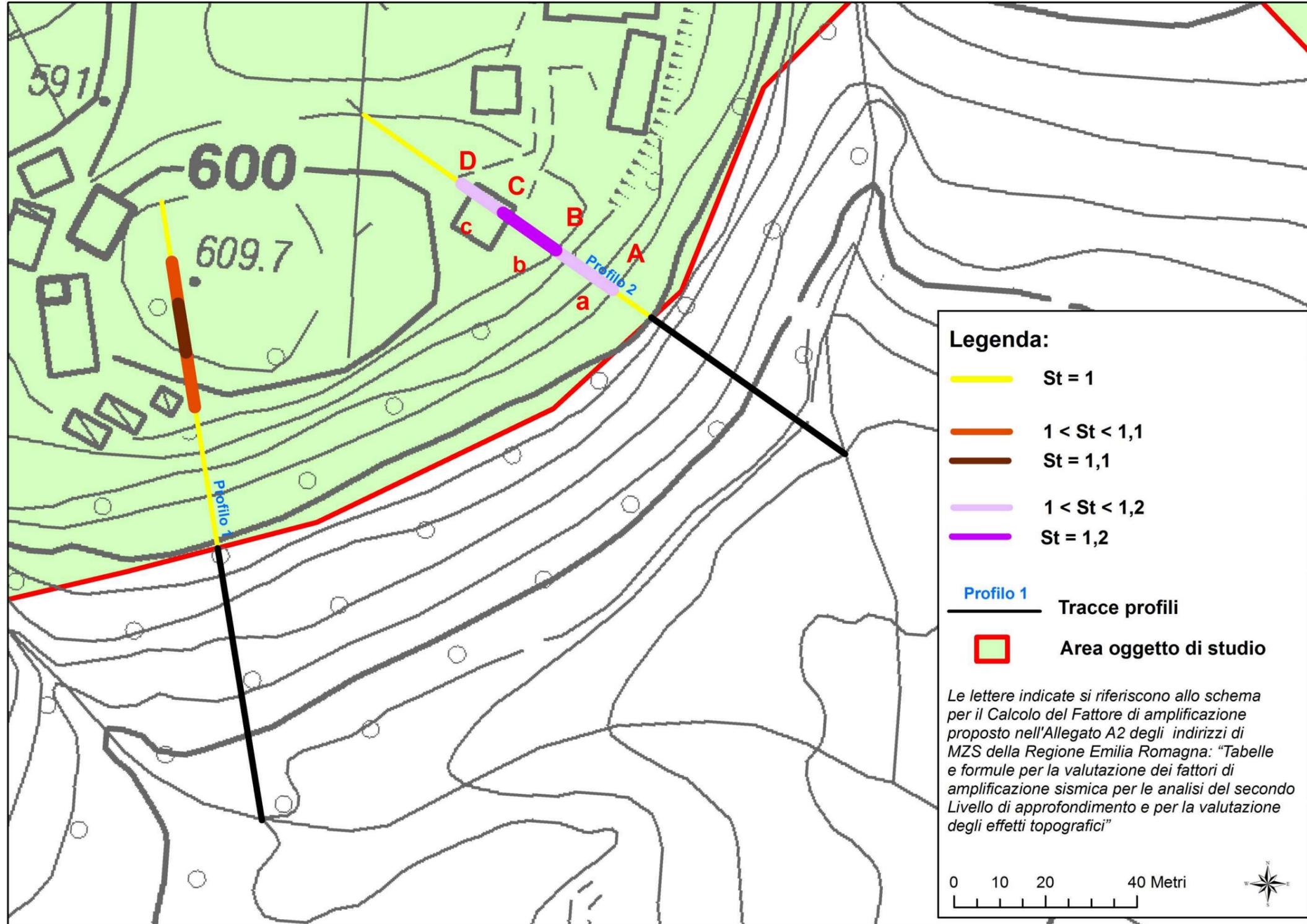
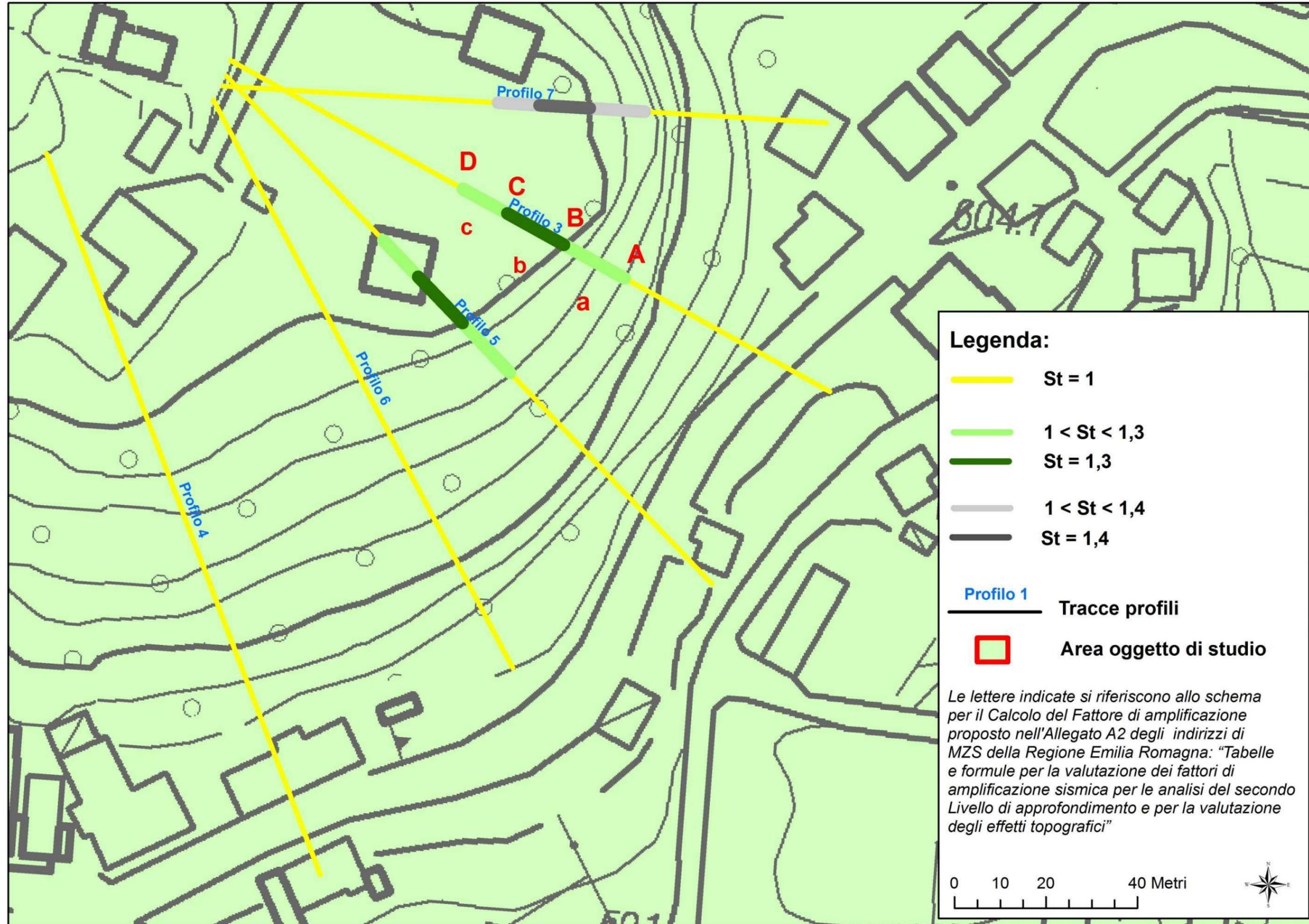


Fig. 19 - Rappresentazione dei profili n° 5, 6 e 7 a Ranzano



**Fig. 20 - Rappresentazione in pianta delle tracce dei profili n° 1 e 2 a Ranzano con indicazione dei tratti contraddistinti da valori di  $S_T$  differente**



**Fig. 21 - Rappresentazione in pianta delle tracce dei profili n° 3, 4, 5, 6 e 7 a Ranzano con indicazione dei tratti contraddistinti da valori di  $S_T$  differente**

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
<b>COMUNE DI PALANZANO</b> Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

Ne consegue che l'amplificazione sismica complessiva, limitatamente ai settori dell'abitato di Ranzano, in cui è stato evidenziato un  $S_T > 1$ , è determinata dal prodotto tra il fattore di amplificazione stratigrafica F.A. per i vari fattori di amplificazione topografica  $S_T$ , come riportato nella seguenti tabelle, ovvero:

profilo	tratto	amplificazione		
		stratigrafica	topografica (media del tratto)	complessiva (media del tratto)
1	b	1,3	1,10	1,43
1	a - c	1,3	1,05	1,37
2	b	1,3	1,20	1,56
2	a - c	1,3	1,10	1,43
3 - 5	b	1,3	1,30	1,69
3 - 5	a - c	1,3	1,15	1,50
7	b	1,3	1,40	1,82
7	a - c	1,3	1,20	1,56

**Tab. 12 - F.A. P.G.A.complessiva nei settori con  $S_T > 1$  a Ranzano**

profilo	tratto	amplificazione		
		stratigrafica	topografica (media del tratto)	complessiva (media del tratto)
1	b	1,4	1,10	1,54
1	a - c	1,4	1,05	1,47
2	b	1,4	1,20	1,68
2	a - c	1,4	1,10	1,54
3 - 5	b	1,4	1,30	1,82
3 - 5	a - c	1,4	1,15	1,61
7	b	1,4	1,40	1,96
7	a - c	1,4	1,20	1,68

**Tab. 13 - F.A.  $I_s$  ( $0.1s < T_0 < 1.0s$ ) complessiva nei settori con  $S_T > 1$  a Ranzano**

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

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

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	59 di 63

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
<b>COMUNE DI PALANZANO</b> 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, spesso tali da non trovare un riscontro stratigrafico attendibile - non è sempre facile.

Ciononostante, per i centri abitati principali, in cui sono stati raccolti dei dati geognostici (Palanzano capoluogo e Ranzano), 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 minori di 800 m/s, si è riconosciuto un maggiore fattore di amplificazione a Ranzano rispetto a Palanzano, in considerazione del fatto che sono stati misurati valori di Vs<sub>30</sub> minori.

Sempre a Ranzano ulteriori aumenti dei fattori di amplificazione si hanno sia dove sono presenti coperture quaternarie di spessore significativo (mediamente pari a 5 m) sia in due limitate porzioni di territorio ove si è evidenziato che all'amplificazione sismica complessiva contribuisce anche il fattore topografico.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	60 di 63

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
<b>COMUNE DI PALANZANO</b> Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

## 9. CONFRONTO DELLA DISTRIBUZIONE DEI DANNI DEGLI EVENTI PASSATI

In Comune di Palanzano, 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	61 di 63

## 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 Tenta 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](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, Tenta 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

 <b>EN GEO</b> S.r.l. <small>ENGINEERING GEOLOGY</small>	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	62 di 63

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
<b>COMUNE DI PALANZANO</b> 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 - Palanzano capoluogo	scala 1:5.000
Elaborato 1.b	Carta delle indagini- Ranzano	scala 1:5.000
Elaborato 2.a	Carta geologico tecnica - Palanzano capoluogo	scala 1:5.000
Elaborato 2.b	Carta geologico tecnica - Ranzano	scala 1:5.000
Elaborato 3.a	Carta delle frequenze naturali dei terreni - Palanzano capoluogo	scala 1:5.000
Elaborato 3.b	Carta delle frequenze naturali dei terreni - Ranzano	scala 1:5.000
Elaborato 4.a	Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica - Palanzano capoluogo	scala 1:5.000
Elaborato 4.b	Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica - Ranzano	scala 1:5.000
Elaborato 5.a	Carta delle velocità delle onde di taglio S (Vs) - Palanzano capoluogo	scala 1:5.000
Elaborato 5.b	Carta delle velocità delle onde di taglio S (Vs) - Ranzano	scala 1:5.000
Elaborato 6.a1	Carta di microzonazione sismica Livello 2 - F.A. P.G.A. - Palanzano capoluogo	scala 1:5.000
Elaborato 6.a2	Carta di microzonazione sismica Livello 2 - F.A. Is (0.1s<T0<0.5s) - Palanzano capoluogo	scala 1:5.000
Elaborato 6.a3	Carta di microzonazione sismica Livello 2 - F.A. Is (0.5s<T0<1.0s) - Palanzano capoluogo	scala 1:5.000
Elaborato 6.b1	Carta di microzonazione sismica Livello 2 - F.A. P.G.A. - Ranzano	scala 1:5.000
Elaborato 6.b2	Carta di microzonazione sismica Livello 2 - F.A. Is (0.1s<T0<0.5s) - Ranzano	scala 1:5.000
Elaborato 6.b3	Carta di microzonazione sismica Livello 2 - F.A. Is (0.5s<T0<1.0s) - Ranzano	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.

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione illustrativa	Gennaio 2015	1	63 di 63