



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



CONFERENZA DELLE REGIONI E  
 DELLE PROVINCE AUTONOME

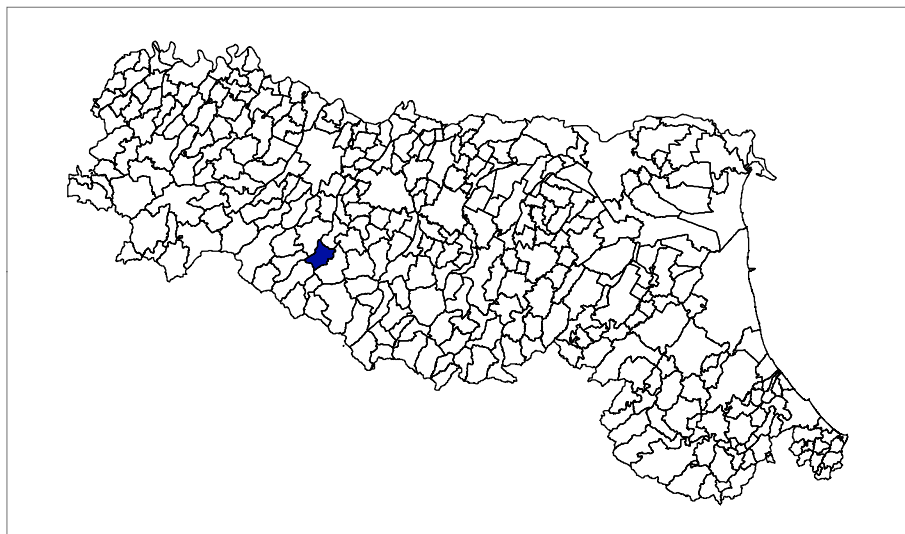
Attuazione dell'articolo 11 della legge 24 giugno 2009, n.77

# MICROZONAZIONE SISMICA

## Modellazione e caratterizzazione geologico sismica e geotecnica

### Relazione Tecnica Illustrativa

Regione Emilia-Romagna  
 Comune di Vetto



<p>Regione Emilia Romagna</p> <p><i>Studio realizzato con il contributo di cui all'OCDPC 293/2015 DGR ER 573/2016.</i></p> <p><i>Coordinamento della Regione Emilia-Romagna - Servizio Geologico Luca Martelli</i></p>	<p>Soggetto realizzatore</p> <p>Studio Geologico CENTROGEO</p> <p><i>Progetto:</i> Gian Pietro Mazzetti</p> <p><i>Collaboratori:</i> Stefano Gilli Mauro Mazzetti</p>	<p>Amministrazione comunale</p> <p><i>Sindaco:</i> Fabio Ruffini</p> <p><i>Responsabile Ufficio Lavori Pubblici - Urbanistica Edilizia:</i> Paolo Castagnetti</p> <table border="1" data-bbox="1023 2018 1481 2107"> <tr> <td data-bbox="1023 2018 1254 2107"> <p>Data Ottobre 2019</p> </td> <td data-bbox="1254 2018 1481 2107"></td> </tr> </table>	<p>Data Ottobre 2019</p>	
<p>Data Ottobre 2019</p>				

Provincia di Reggio Emilia

Comune di Vetto

MICROZONAZIONE SISMICA MODELLAZIONE E  
CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO TECNICA E SISMICA

RELAZIONE TECNICA

---

**SOMMARIO**

---

1	INTRODUZIONE.....	1
2	INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO.....	2
3	METODOLOGIA D'INDAGINE.....	3
4	DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE.....	5
4.2	Pericolosità sismica – Definizione del moto di riferimento.....	17
5	ASSETTO GEOLOGICO STRUTTURALE.....	19
6	MODELLAZIONE SISMICA.....	34
6.1	CARATTERISTICHE STRUTTURALI E SISMOTETTONICHE.....	34
6.2	INQUADRAMENTO SISMOTETTONICO.....	34
6.3	Attività tettonica.....	37
7	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO.....	38
8	FORME, PROCESSI E DEPOSITI.....	41
8.1	Depositi Colluviali.....	41
8.2	Depositi fluvio torrentizi.....	41
8.3	Depositi Crionivali o da geliflusso.....	42
8.4	Forme Strutturali.....	43
8.5	Processi superficiali.....	44
8.6	Processi Profondi.....	44
9	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....	47
9.1	Caratteristiche idrogeologiche.....	47
10	CARATTERI GEOLOGICO TECNICI.....	49
10.1.1	Caratteristiche litotecniche.....	49
10.1.2	Suscettività alla liquefazione.....	49
11	SEZIONI GEOLOGICHE.....	51
12	INTERPRETAZIONE ED INCERTEZZE/METODOLOGIA DI ELABORAZIONE DEI RISULTATI.....	52
12.1	Microtremori con la tecnica HVSr.....	52
12.2	Prospezione sismica a rifrazione attiva/passiva Re.Mi. e MASW/Re.Mi.....	53
13	PRIMO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO.....	56
13.1	Carta delle indagini.....	56
13.2	CARTA GEOLOGICO TECNICA.....	57
13.3	CARTA DELLE FREQUENZE NATURALI DEL TERRENO.....	58
13.4	MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA O DELLE AREE SUSCETTIBILI DI EFFETTI LOCALI.....	61
14	SECONDO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO.....	86
14.1.1	Carta delle nuove indagini.....	88
14.1.2	Carta delle velocità delle onde di taglio S (Vs).....	88
15	CARTE DEI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE – MICROZONAZIONE SISMICA.....	91
15.1	Carta dei fattori di amplificazione dell'accelerazione massima orizzontale Fa.PGA.....	92
15.2	Carta dei fattori di amplificazione di intensità di Housner nell'intervallo Fa SI 0.1<T<0.5 sec.....	93
15.3	Carta dei fattori di amplificazione di intensità di Housner nell'intervallo Fa SI 0.5<T<1.0 sec.....	94
16	RISSENTIMENTO SISMICO - PERIODO FONDAMENTALE DI VIBRAZIONE PER MACRO-TIPOLOGIE DI FABBRICATI.....	95
17	CONFRONTO CON LA DISTRIBUZIONE DEI DANNI DEGLI EVENTI PASSATI.....	96
18	BIBLIOGRAFIA.....	98

---

## ELABORATI

Tav. 1.1	Carta delle indagini pregresse e nuove	1:10.000
Tav. 1.2	Carta geologica	1:10.000
Tav. 1.3	Carta geologico - tecnica	1:10.000
Tav. 1.3.1	Sezioni geologiche	1:10.000
Tav. 1.4.1/1.4.2	Carta delle frequenze naturali dei terreni	1:5.000
Tav. 1.5.1/1.5.2	Carta delle Vsh	1:5.000
Tav. 1.6.1/1.6.2	Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)	1:5.000
Tav. 2.1	Carta delle indagini nuove	1:10.000
Tav. 2.2.1/2.2.2	Carta di microzonazione sismica - FA PGA	1:5.000
Tav. 2.3.1/2.3.2	Carta di microzonazione sismica - FA IS 0,1 – 0,5 sec	1:5.000
Tav. 2.4.1/2.4.2	Carta di microzonazione sismica - FA IS 0,5 – 1 sec	1:5.000
Tav. 4.1	Carta sovrapposizione CLE - FA PGA	1:10.000
Tav. 4.2	Carta sovrapposizione CLE - FA IS 0,1 – 0,5 sec	1:10.000
Tav. 4.3	Carta sovrapposizione CLE - FA IS 0,5 – 1 sec	1:10.000

---

## ALLEGATI

Indagini geognostiche e geofisiche di nuova esecuzione

Indagini geognostiche e geofisiche pregresse

## 1 INTRODUZIONE

L'individuazione delle condizioni del grado di sicurezza riferite al comportamento dei terreni durante un evento sismico e dei conseguenti possibili effetti locali, del territorio comunale di Vetto (RE) è stata sviluppata mediante analisi di caratterizzazione e modellazione geologico – tecnica e della pericolosità sismica di base – azione sismica.

Tale disamina, finalizzata alla mitigazione del rischio sismico, è stata indirizzata alle valutazioni delle possibilità delle scelte d'uso urbanistico del territorio urbanizzato, di previsto sviluppo e delle fasce interessate dalle principali infrastrutture, del grado di vulnerabilità sismica del patrimonio edilizio delle aree urbanizzate esistenti.

Le analisi sono state eseguite in ottemperanza ai dettati delle leggi nazionali, in riferimento al D.M. 11/03/88, circ. LL.PP. N° 30483 del 24/09/88; L.R. RER N° 20 del 24/03/2000, N.A Piano stralcio Assetto Idrogeologico, Disposizioni R.E.R. concernenti l'attuazione del P.A.I. del 06/02, PTCP Reggio Emilia 2016, D.M. 17 - 01 – 2018, Delibera della Giunta Regionale dell'Emilia Romagna n° 573/2016: *“Approvazione Allegato A Recante elenco dei Comuni Destinatari dei contributi per studi di Microzonazione Sismica e Analisi della Condizione Limite di Emergenza di sui all'O.C.D.P.C. 293/2015 e D.C.D.P.C. del 14 dicembre 2015 (Delibera di Giunta della Regione Emilia Romagna n°573/2016) e Attribuzione dei contributi”*.

La microzonazione sismica, realizzata con il contributo di cui all'OPCM 52/2013, è stata sviluppata in coordinamento con il *Servizio Geologico Sismico e dei Suoli, Dr. Luca Martelli*, della **Regione Emilia Romagna**, l'analisi della Condizione Limite per l'Emergenza è stata elaborata in coordinamento con *Ing. Maria Romani* della **Regione Emilia Romagna**.

Le valutazioni di fattibilità per la riduzione del rischio sismico e delle scelte d'uso urbanistiche, sono state svolte in riferimento alle condizioni geologico strutturali e di risentimento sismico, delle tipologie dei processi morfogenetici, dell'estensione degli ambiti territoriali urbanizzati e delle zone di possibile sviluppo, principali insediamenti urbanizzati esistenti.

La determinazione della pericolosità sismica dell'area del Comune di Vetto è stata sviluppata mediante la realizzazione delle carte di approfondimento sismico di primo livello per l'individuazione degli ambiti suscettibili di effetti locali in caso di sollecitazione sismica e delle carte di approfondimento sismico di secondo livello, per la definizione dei Fattori di Amplificazione correlati allo scuotimento sismico atteso al suolo, in riferimento alle indicazioni contenute nella sopracitata DGR 573/2016, “I.C.M.S.” indirizzi del Dipartimento della Protezione Civile e Conferenza delle Regioni e Province Autonome (Gruppo di lavoro MS, 2008).

Detti elaborati rappresentano uno strumento base di indirizzo per le scelte urbanistiche in zone a riconosciuta minore pericolosità sismica e valutazioni delle eventuali priorità di intervento per l'adeguamento/messa in sicurezza sismica del patrimonio edilizio esistente.

Le elaborazioni cartografiche eseguite sono pertanto relative agli ambiti di interesse per la pianificazione a scala comunale ed ai manufatti in essere.



Tali analisi sono state sviluppate mediante rilevamenti ed indagini direttamente effettuati che hanno integrato ed approfondito quelle precedentemente eseguite nel contesto delle analisi del P.T.C.P. di Reggio Emilia visualizzati negli elaborati cartografici *di Riduzione del Rischio Sismico: Carta delle Aree Suscettibili di Effetti Locali (Tav. 218 SO-218 NO-217 SE) e Carta del Dissesto (Tav. P6: 218090-218050-217120-217160-218130-218100)*; delle analisi e tavole del *Quadro Conoscitivo e Microzonazione di Secondo Livello DGR 112/2007, PSC di Vetto 2009, Centrogeo, Dr. Geol. Gian Pietro Mazzetti.*

Le analisi di microzonazione sismica, sono state eseguite su commissione **dell'Amministrazione Comunale di Vetto, RE**, Determinazione n°8 del 20/02/2017, Arch. Paolo Castagnetti, *Responsabile del Servizio Tecnico-Manutentivo.*

La microzonazione sismica del territorio di Vetto, realizzata con il *contributo di cui all'OPCM 293/2015*, è stata sviluppata in coordinamento con *il Servizio Geologico, Sismico e dei suoli, Dr. Luca Martelli, Ing. Maria Romani, della Regione Emilia Romagna, Servizio Pianificazione Territoriale e Cartografica della Provincia di Reggio Emilia, Urbanistica - Edilizia Privata - Lavori Pubblici del Comune di Vetto.*

Le rilevazioni in sito ed elaborazioni sono state effettuate da Dr. M. Boccaletti, M. Mazzetti, Dr. S. Gilli, Dr. G.P. Mazzetti, dello studio Geologico *Centrogeo*, Correggio.

Le elaborazioni GIS sono state eseguite da Dr. Stefano Gilli.

## 2 INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

Il territorio comunale di Vetto appartiene alla media alta Val d'Enza ed è delimitato a sud dal tratto del Torrente Atticola circa da Il Casino alla confluenza a detto torrente del Fosso Gradellino, successivamente si estende in modo rettilineo in direttrice sud ovest sino a Cà di Remigio proseguendo oltre quest'ultimo per circa 0,4 km; segue poi, assumendo direzione sud est - nord ovest, estendendosi circa secondo le località C. Coconi, Cà di Carmagnolo, C.Pratomaore, Cà Abate, T. Lonza, Fosso Perdale sino al bivio strada per Gazzolo / strada per Cerreggio e successivamente orientandosi a nord ovest si dirige al T. Enza in verso di Costa Bragolina; ad occidente è delimitato dall'asta del T. Enza circa da C. Corzano / Costa Bragolina a Buvolo / Compiano; a settentrione il confine è costituito dall'asse del T. Tassobbio sino alla sua confluenza con il Rio Maillo, che rappresenta il limite comunale orientale sino all'affluenza con il Rio Ariulette e prosegue da quest'ultimo in direzione di S. Stefano; successivamente, in senso meridionale, il confine si dirige verso il Rio Acqua Marcia sino alla strada Rosano / Bora del Musso e seguendo quest'ultima in direzione ovest sino a Rosano; prosegue poi in senso meridionale secondo la strada Rosano / Mozzuolo e da quest'ultimo, orientandosi verso Burano, intercetta il confine meridionale.

La zona in analisi appartiene alle sezioni:

MONCHIO DELL'OLLE N° 218050,  
VETTO N° 218090,  
FELINA N° 218100, (estremità centro-settentrionale orientale)  
RANZANO N° 217120,  
CASTELNOVO NE' MONTI N° 218130,  
RAMISETO N° 218160,

delle basi topografiche in scala 1:10.000 della Carta Tecnica Regionale Emilia Romagna; dette sezioni appartengono, per quanto riguarda la cartografia IGM, al F° CASTELNOVO NE' MONTI N° 85, Zona 32 T, quadrato PQ.

Le quote assolute che identificano il territorio sono comprese tra gli 873,8 ÷ 815 m slm di M. Piano, M. Berghinzone, M. Marola ed i 773 ÷ 712 m slm di M. Ferminosio, M. Pineto, M. Fiore, M. Faillo, P.gio Vignazza; le quote prevalentemente rappresentate nel territorio comunale oscillano generalmente tra 500 e 650 m slm;

Le quote relative inferiori si riscontrano in corrispondenza dell'asta del T. Enza nel quale variano tra 380 e 266 m slm rispettivamente all'estremo del confine sud ovest a Buvolo; analoghi valori di minimo relativo sono presenti lungo l'asse del T. Tassobbio con quote comprese tra 345 (est) e 263 m slm (ovest), in corrispondenza del tracciato del T. Atticola contraddistinto da 450 ÷ 378 m slm e dell'asta del T. Lonza con quote comprese tra 410 (sud) e 340 (nord) m slm.

La media percentualmente più rappresentata delle quote del territorio di Vetto è generalmente compresa tra 500 e 650 m slm.

I pronunciati dislivelli in diffusi settori dell'area comunale, quali quelli osservabili tra l'alveo del T. Enza, il Capoluogo, M. Faillo, tra M. Marola ed il T. Enza e T. Tassobbio, il crinale M. Pigneto – P.gio Vignazza – M. Fiore, il crinale M. Ferminosio – M. Piano – M. Berghinzone, conseguono dal diverso grado di erodibilità delle rocce che formano l'area comunale, da movimenti tettonici medi e recenti che hanno interessato la media Val d'Enza e dalle diverse condizioni climatiche che hanno coinvolto l'area in narrativa in passato.

### **3 METODOLOGIA D'INDAGINE**

L'analisi delle condizioni territoriali si è attuata mediante un rilevamento geologico – geomorfologico tecnico, eseguito sia con esame fotointerpretativo delle foto S.T.B. RE/BN (2004) in scala 1:15.500 aprox, che con rilievi diretti, restituiti su base cartografica in scala 1:5000 che hanno localmente integrato la Carta Geologica R.E.R., pubblicata dal Servizio Geologico Sismico e dei Suoli Regione Emilia Romagna.

Per quanto riguarda la sequenza litologica si è fatto riferimento alle classificazioni riportate nella Cartografia Geologica progetto CARG: Regione Emilia Romagna – Servizio Geologico d'Italia.

L'analisi d'insieme delle condizioni di stabilità degli ambiti territoriali sede dei principali insediamenti urbanizzati e quelli oggetto delle possibili direttrici di sviluppo edificatorio, si è redatta in riferimento alle caratteristiche delle forme e processi e del dissesto

identificate nella Carta dell'Inventario del Dissesto della Provincia di Reggio Emilia contenuta nel PTCP e carta del dissesto PSC Vetto 2008. Le disamine relative alle suddette zone sono state integrate dai parametri geomeccanici desunti da indagini geognostiche effettuate da AA. VV. nel territorio, da sondaggi meccanici, prove penetrometriche e prospezioni geofisiche a rifrazione.

Le sopra descritte informazioni, hanno consentito la definizione della caratterizzazione geotecnica d'insieme delle unità litologiche significative presenti nel territorio comunale e di valutare, unitamente all'analisi dell'assetto topografico delle basi CTR E.R. in scala 1:5000 e lo spessore di massima dei terreni che formano le coperture quaternarie; l'elaborazione della carta delle pendenze, in funzione dei dislivelli topografici, ha permesso di individuare le parti del territorio nelle quali gli effetti la morfologia può determinare effetti sul moto sismico in superficie.

Tali dati hanno costituito la documentazione base per la microzonazione sismica degli ambiti territoriali a densità edificatoria maggiore e delle relative zone oggetto delle direttrici di sviluppo, ambiti di nuovo insediamento, da riqualificare, da trasformare, urbanizzato esistente.

In relazione alla tutela e mitigazione degli effetti nelle zone costituite da rocce serbatoio formanti acquiferi che alimentano sorgenti, si è fatto riferimento all'elaborato: *Zone di protezione delle acque sotterranee in territorio collinare – montano*, P10a Tav. 218 SO del PTCP RE, che visualizza l'ubicazione delle aree di emergenza idrica, le possibili zone di alimentazione delle sorgenti e gli ammassi rocciosi con caratteristiche di rocce serbatoio.

In tale contesto si è inoltre fatto riferimento alle elaborazioni del PSC, 2008 (*Centrogeo Survey*) integrate dalle indagini effettuate nello studio di Microzonazione Sismica a corredo di detto piano.

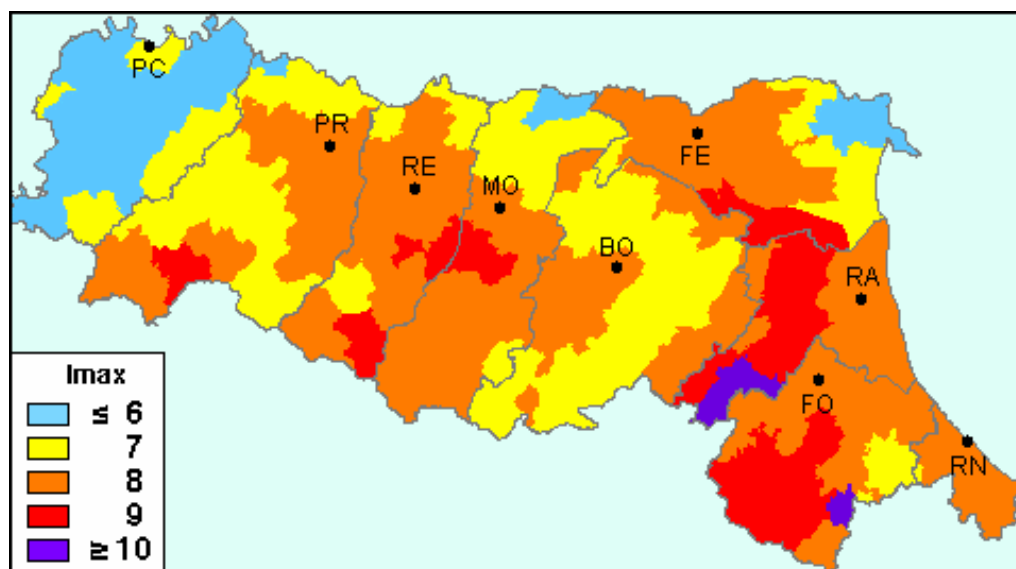
Per quanto riguarda la caratterizzazione sismica dei tipi rocciosi affioranti e delle coperture sono state eseguite prospezioni geofisiche con metodo sismico a rifrazione sia passiva (Re.Mi.) che attiva (MASW), di seguito più in dettaglio descritte, ed acquisizioni di microtremiti ambientali a stazione singola (HVSR)

Alle rilevazioni di campagna ed elaborazioni cartografiche hanno collaborato *Dr. M. Boccaletti, D.i. M. Mazzetti, Dr. S. Gilli, Dr. G.P. Mazzetti, Centrogeo Survey S.n.c.*

## 4 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE

La sismicità del territorio, prevalentemente correlata a meccanismi focali distensivi e trascorrenti nelle strutture superficiali (primi 15 km) e secondariamente è connessa a meccanismi focali compressivi e compressivo trascorrenti nelle zone origine di media profondità (15 ÷ 35 km) e profonde ( $\geq 35$  km).

Nell'ambito in cui ricade il territorio comunale di Vetto (RE) il catalogo delle massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani, valutate a partire dalla banca dati macrosismici del GNDT e dai dati del Catalogo dei Forti Terremoti in Italia di ING/SGA, elaborato per il Dipartimento della Protezione Civile (*D. Molin, M. Stucchi e G. Valensise, 1996*) documenta eventi sismici giungenti al 8° grado della Scala Mercalli - Cancani - Sieberg, con magnitudo massima corrispondente ad  $M = 5,6 \div 5,8$ , come evidenziato nella seguente figura:

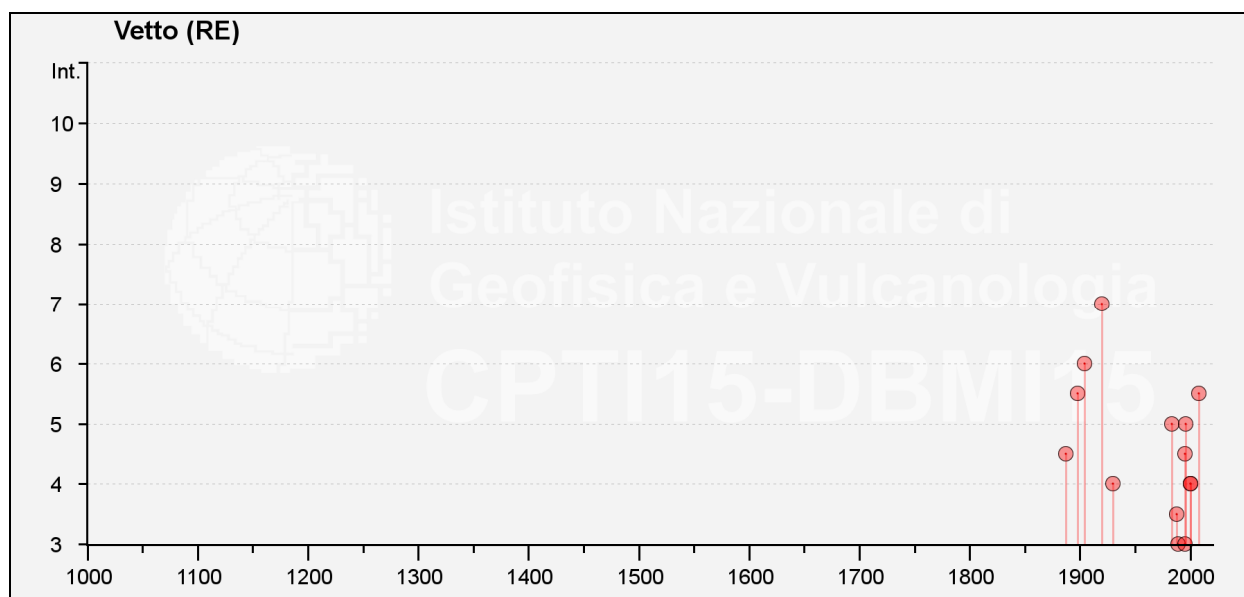


Nell'area a cui appartiene il territorio di Vetto, RE, il Database Macrosismico DBMI15 utilizzato per la compilazione del catalogo parametrico CPTI15 (a cura di Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P. (eds), 2016. CPTI15, the 2015 version of the Parametric Catalogue of Italian Earthquakes. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. doi:<http://doi.org/10.6092/INGV.IT-CPTI15>) documenta gli eventi sismici di seguito riportati:

**Storia sismica di Vetto**

Numero di eventi: 24

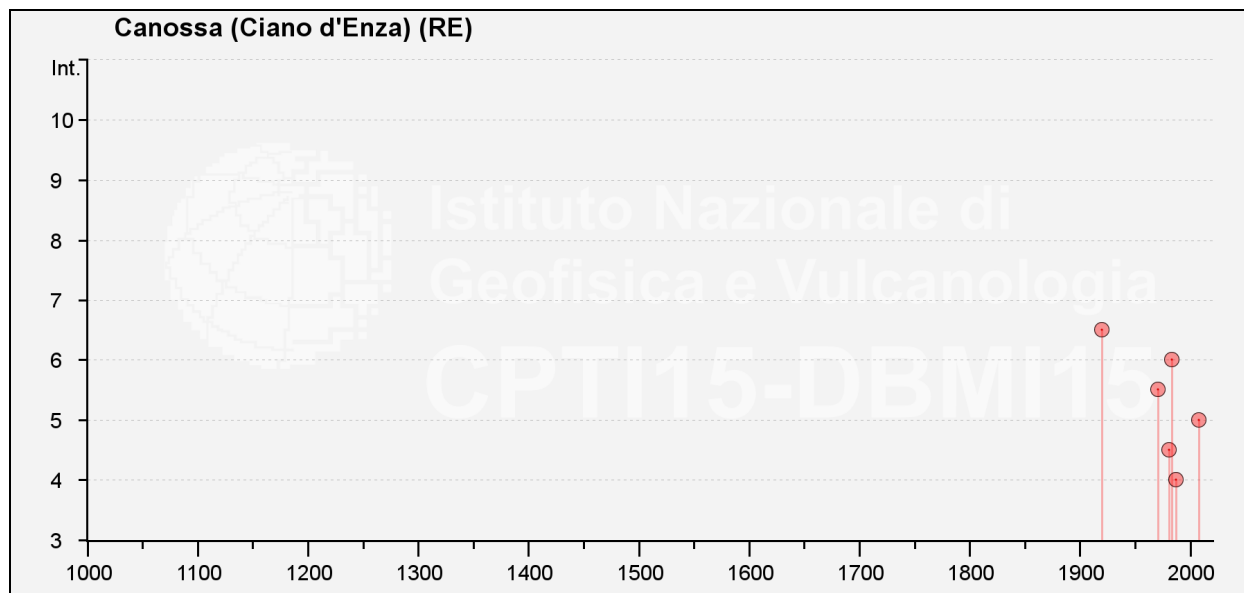
Effetti	In occasione del terremoto del				
Int.	Anno Me Gi Ho Mi Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
7	1920 09 07 05 55 4	Garfagnana	750	10	6.53
6	1904 02 25 18 47 5	Reggiano	62	6	4.81
5-6	1898 03 04 21 05	Parmense	313	7-8	5.37
5-6	2008 12 23 15 24 2	Parmense	291	6-7	5.36
5	1983 11 09 16 29 5	Parmense	850	6-7	5.04
5	1996 10 15 09 55 5	Pianura emiliana	135	7	5.38
4-5	1887 02 23 05 21 5	Liguria occidentale	1511	9	6.27
4-5	1995 10 10 06 54 2	Lunigiana	341	7	4.82
4	1930 05 24 22 02	Appennino tosco-emiliano	43	5	4.91
4	2000 06 18 07 42 0	Pianura emiliana	304	5-6	4.40
4	2000 10 03 01 12 3	Frignano	62	5	4.22
F	1913 11 25 20 55	Appennino parmense	73	4-5	4.65
3-4	1988 03 15 12 03 1	Reggiano	160	6	4.57
3	1989 10 03 09 41 3	Appennino parmense	91	4	4.04
3	1995 03 03 16 16 4	Lunigiana	43	5	4.20
2	1957 10 25 23 02 0	Appennino reggiano	79	5-6	4.27
NF	1893 10 20 20 15	Appennino parmense	25	4-5	4.04
NF	1904 11 17 05 02	Pistoiese	204	7	5.10
NF	1937 09 17 12 19 0	Parmense	34	7	4.77
NF	1967 04 03 16 36 1	Reggiano	45	5	4.44
NF	1986 12 06 17 07 1	Ferrarese	604	6	4.43
NF	1996 12 16 09 09 5	Pianura emiliana	115	5-6	4.06
NF	2002 06 08 20 13 0	Frignano	115	4	4.23
NF	2002 06 18 22 23 3	Frignano	186	4	4.30



**Storia sismica di Canossa-Ciano d'Enza**

Numero di eventi: 18

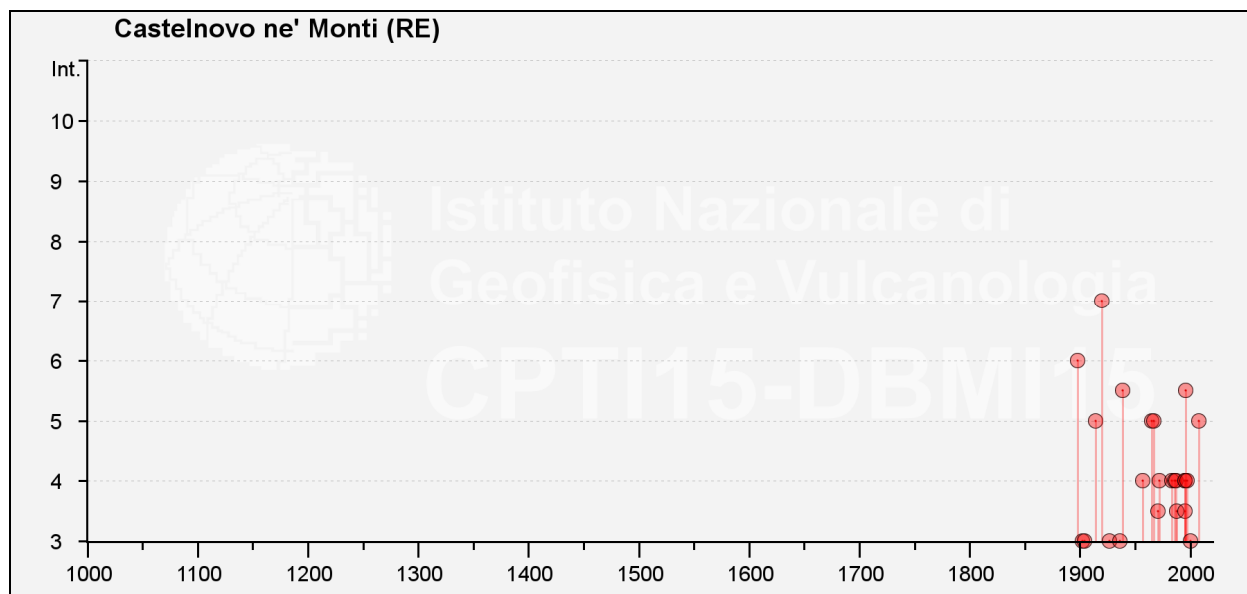
Effetti	In occasione del terremoto del				
Int.	Anno Me Gi Ho Mi Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
6-7	1920 09 07 05 55 4	Garfagnana	750	10	6.53
6	1983 11 09 16 29 5	Parmense	850	6-7	5.04
5-6	1971 07 15 01 33 2	Parmense	228	8	5.51
5	2008 12 23 15 24 2	Parmense	291	6-7	5.36
4-5	1981 05 26 09 27 5	Reggiano	6	5	3.75
4	1987 05 02 20 43 5	Reggiano	802	6	4.71
NF	1957 10 25 23 02 0	Appennino reggiano	79	5-6	4.27
NF	1986 12 06 17 07 1	Ferrarese	604	6	4.43
NF	1988 03 15 12 03 1	Reggiano	160	6	4.57
NF	1989 10 03 09 41 3	Appennino parmense	91	4	4.04
NF	1995 10 10 06 54 2	Lunigiana	341	7	4.82
NF	1996 12 16 09 09 5	Pianura emiliana	115	5-6	4.06
NF	1997 05 12 22 13 5	Pianura emiliana	56	4-5	3.68
NF	1998 02 21 02 21 1	Pianura emiliana	104	5	3.93
NF	2000 06 18 07 42 0	Pianura emiliana	304	5-6	4.40
NF	2002 06 08 20 13 0	Frignano	115	4	4.23
NF	2002 06 18 22 23 3	Frignano	186	4	4.30
NF	2002 06 19 22 11 1	Frignano	52	3	4.03



## Storia sismica di Castelnovo ne' Monti

Numero di eventi: 36

Effetti	In occasione del terremoto del				
Int.	Anno Me Gi Ho Mi Se	Area epicentrale	NMD P	Io	Mw
7	1920 09 07 05 55 4	Garfagnana	750	10	6.53
6	1898 03 04 21 05	Parmense	313	7-8	5.37
5-6	1939 10 15 14 05	Garfagnana	62	6-7	4.96
5-6	1996 10 15 09 55 5	Pianura emiliana	135	7	5.38
5	1914 10 27 09 22	Lucchesia	660	7	5.63
5	1965 11 09 15 35	Appennino reggiano	32	5	4.17
5	1967 05 15 10 03 3	Appennino reggiano	2	4	4.07
5	2008 12 23 15 24 2	Parmense	291	6-7	5.36
4	1957 10 25 23 02 0	Appennino reggiano	79	5-6	4.27
4	1972 10 25 21 56 1	Appennino settentrionale	198	5	4.87
4	1983 11 09 16 29 5	Parmense	850	6-7	5.04
4	1986 10 01 19 53 3	Lunigiana	68	5	4.46
4	1987 02 10 21 20 1	Lunigiana	54	5	4.09
4	1995 10 10 06 54 2	Lunigiana	341	7	4.82
4	1995 12 31 21 29 4	Appennino reggiano	96	4-5	4.51
4	1997 12 24 17 53 1	Garfagnana	98	5	4.33
F	1885 02 26 20 48	Pianura Padana	78	6	5.01
F	1909 03 18 02 51	Appennino reggiano	12	4-5	4.13
3-4	1971 07 15 01 33 2	Parmense	228	8	5.51
3-4	1988 02 08 11 24 4	Garfagnana	75	6	4.34
3-4	1995 08 24 17 27 3	Appennino pistoiese	56	6	4.45
3	1902 12 04 16 35 0	Lunigiana	36	5	4.35
3	1904 11 17 05 02	Pistoiese	204	7	5.10
3	1927 11 20 10 24 1	Appennino reggiano	16	5	4.29
3	1936 10 18 03 10	Alpago Cansiglio	269	9	6.06
3	2000 10 03 01 12 3	Frignano	62	5	4.22
2-3	2000 06 18 07 42 0	Pianura emiliana	304	5-6	4.40
2	1995 03 03 16 16 4	Lunigiana	43	5	4.20
NF	1899 06 26 23 17 2	Valle del Bisenzio	138	7	5.02
NF	1910 01 23 01 50	Piacentino	118	5	4.39
NF	1937 09 17 12 19 0	Parmense	34	7	4.77
NF	1980 11 23 18 34 5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
NF	1987 05 02 20 43 5	Reggiano	802	6	4.71
NF	1989 10 03 09 41 3	Appennino parmense	91	4	4.04
NF	2002 06 08 20 13 0	Frignano	115	4	4.23
NF	2002 06 18 22 23 3	Frignano	186	4	4.30

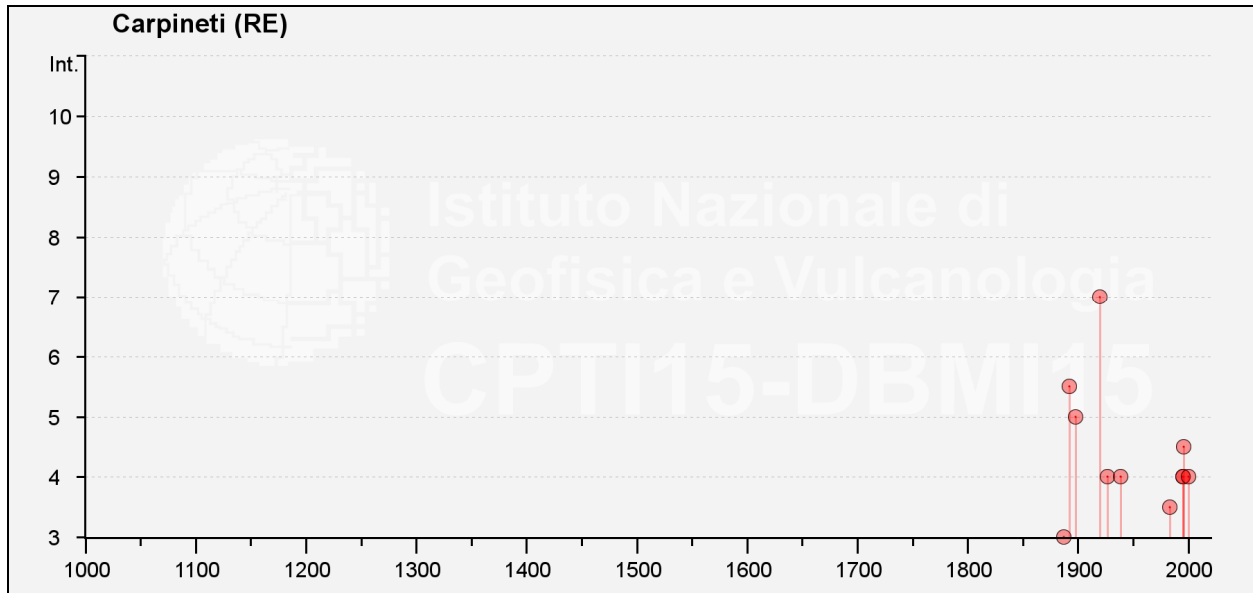


**Storia sismica di Carpineti**  
Numero di eventi: 28

Effetti	In occasione del terremoto del					
Int.	Anno Me Gi Ho Mi Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw	
7	1920 09 07 05 55 4	Garfagnana	750	10	6.53	
D	2008 12 23 15 24 2	Parmense	291	6-7	5.36	
5-6	1892 05 17 03 08 1	Carpineti	28	5	4.28	
5	1898 03 04 21 05	Parmense	313	7-8	5.37	
4-5	1996 10 15 09 55 5	Pianura emiliana	135	7	5.38	
4	1927 11 20 10 24 1	Appennino reggiano	16	5	4.29	
4	1939 10 15 14 05	Garfagnana	62	6-7	4.96	
4	1995 08 24 17 27 3	Appennino pistoiese	56	6	4.45	
4	1995 12 31 21 29 4	Appennino reggiano	96	4-5	4.51	
4	2000 10 03 01 12 3	Frignano	62	5	4.22	
3-4	1983 11 09 16 29 5	Parmense	850	6-7	5.04	
3	1887 02 23 05 21 5	Liguria occidentale	1511	9	6.27	
2-3	1995 10 10 06 54 2	Lunigiana	341	7	4.82	
2	1904 11 17 05 02	Pistoiese	204	7	5.10	
2	1921 05 07 06 15	Lunigiana	19	6	4.64	
2	1922 08 02 21 13	Frignano	21	5	4.32	
NF	1895 05 18 19 55 1	Fiorentino	401	8	5.50	
NF	1909 08 25 00 22	Crete Senesi	259	7-8	5.34	
NF	1912 09 12 21 15	Carpi	13	4	3.76	
NF	1913 02 13 16 39	Corno alle Scale	26	5	4.18	
NF	1957 10 25 23 02 0	Appennino reggiano	79	5-6	4.27	
NF	1980 11 23 18 34 5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81	
NF	1996 12 16 09 09 5	Pianura emiliana	115	5-6	4.06	

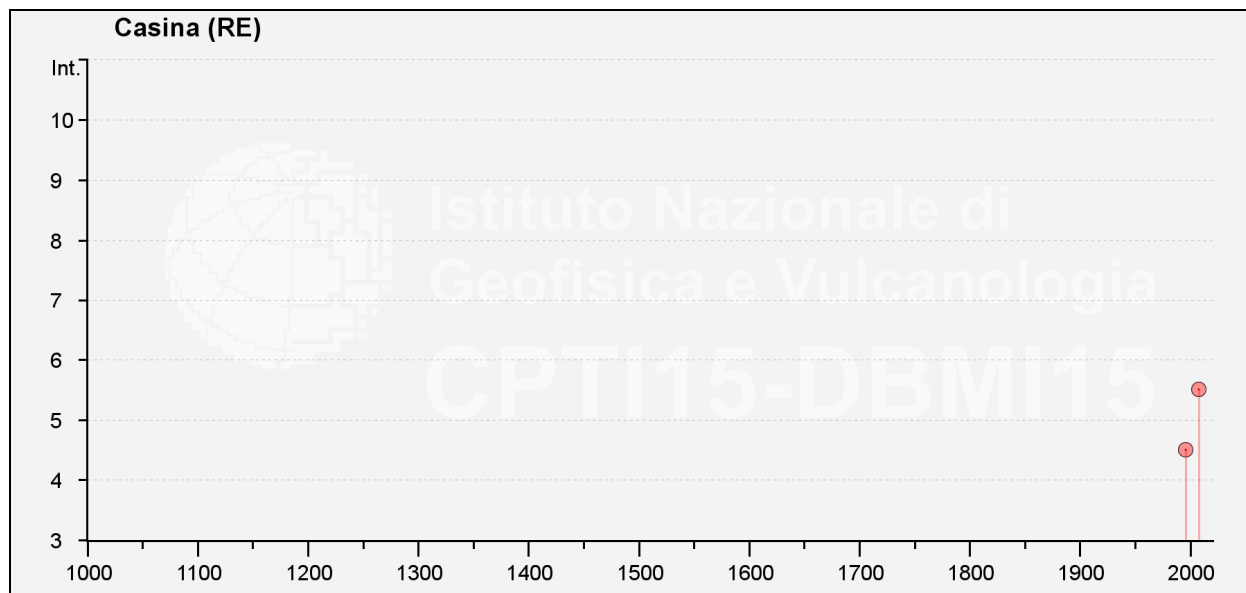


Effetti	In occasione del terremoto del					
Int.	Anno Me Gi Ho Mi Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw	
NF	1997 12 24 17 53 1	Garfagnana	98	5	4.33	
NF	2000 06 18 07 42 0	Pianura emiliana	304	5-6	4.40	
NF	2002 06 08 20 13 0	Frignano	115	4	4.23	
NF	2002 06 18 22 23 3	Frignano	186	4	4.30	
NF	2002 06 19 22 11 1	Frignano	52	3	4.03	



**Storia sismica di Casina**  
Numero di eventi: 18

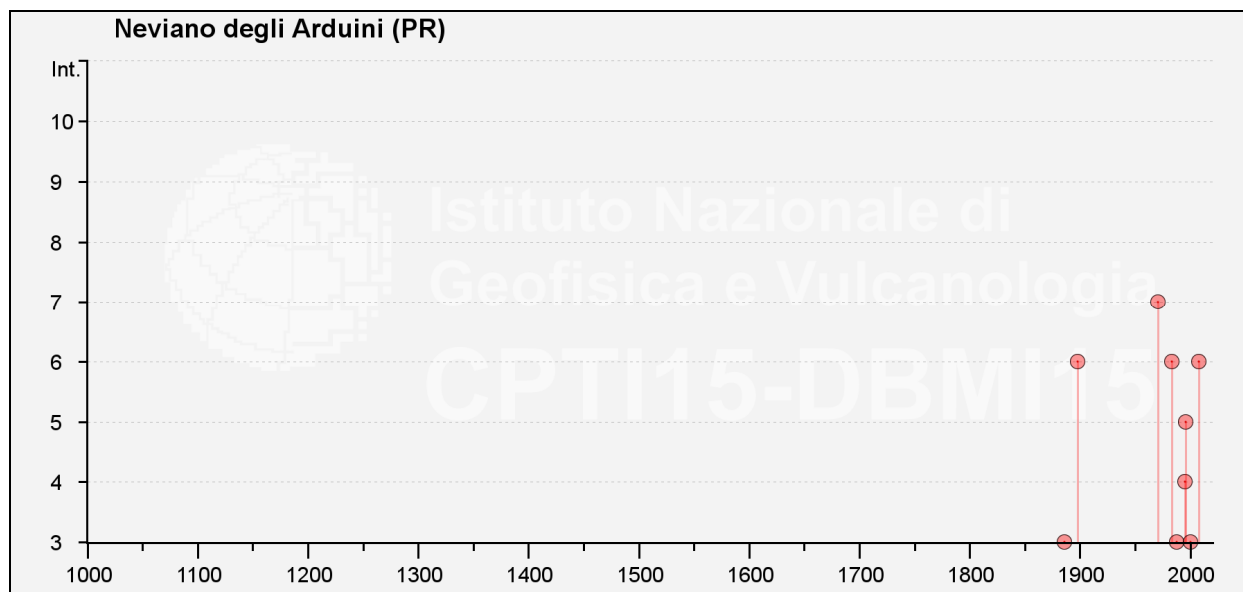
Effetti	In occasione del terremoto del				
Int.	Anno Me Gi Ho Mi Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
5-6	2008 12 23 15 24 2	Parmense	291	6-7	5.36
4-5	1996 10 15 09 55 5	Pianura emiliana	135	7	5.38
2	1995 10 10 06 54 2	Lunigiana	341	7	4.82
NF	1904 06 10 11 15 2	Frignano	101	6	4.82
NF	1919 06 29 15 06 1	Mugello	565	10	6.38
NF	1957 10 25 23 02 0	Appennino reggiano	79	5-6	4.27
NF	1986 12 06 17 07 1	Ferrarese	604	6	4.43
NF	1987 05 02 20 43 5	Reggiano	802	6	4.71
NF	1988 03 15 12 03 1	Reggiano	160	6	4.57
NF	1989 10 03 09 41 3	Appennino parmense	91	4	4.04
NF	1996 12 16 09 09 5	Pianura emiliana	115	5-6	4.06
NF	1997 05 12 22 13 5	Pianura emiliana	56	4-5	3.68
NF	1998 02 21 02 21 1	Pianura emiliana	104	5	3.93
NF	2000 06 18 07 42 0	Pianura emiliana	304	5-6	4.40
NF	2000 10 03 01 12 3	Frignano	62	5	4.22
NF	2002 06 08 20 13 0	Frignano	115	4	4.23
NF	2002 06 18 22 23 3	Frignano	186	4	4.30
NF	2002 06 19 22 11 1	Frignano	52	3	4.03



**Storia sismica di Neviano degli Arduini**

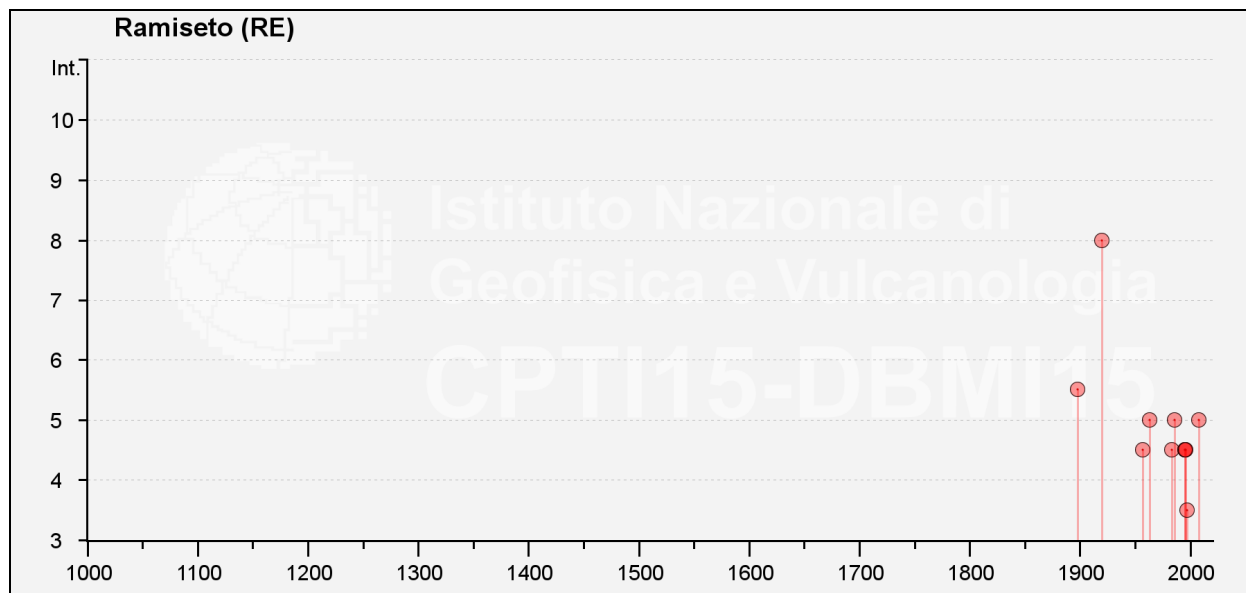
Numero di eventi: 22

Effetti	In occasione del terremoto del				
Int.	Anno Me Gi Ho Mi Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
7	1971 07 15 01 33 2	Parmense	228	8	5.51
6	1898 03 04 21 05	Parmense	313	7-8	5.37
6	1983 11 09 16 29 5	Parmense	850	6-7	5.04
6	2008 12 23 15 24 2	Parmense	291	6-7	5.36
5	1996 10 15 09 55 5	Pianura emiliana	135	7	5.38
4	1995 10 10 06 54 2	Lunigiana	341	7	4.82
3	1886 10 15 02 20	Collecchio	44	6	4.70
3	1988 03 15 12 03 1	Reggiano	160	6	4.57
3	2000 06 18 07 42 0	Pianura emiliana	304	5-6	4.40
2	1931 06 10 17 02	Modenese	14	4	4.59
2	1995 12 31 21 29 4	Appennino reggiano	96	4-5	4.51
NF	1893 10 20 20 15	Appennino parmense	25	4-5	4.04
NF	1957 10 25 23 02 0	Appennino reggiano	79	5-6	4.27
NF	1969 06 24 13 25 1	Parmense	15	5	4.21
NF	1986 12 06 17 07 1	Ferrarese	604	6	4.43
NF	1989 10 03 09 41 3	Appennino parmense	91	4	4.04
NF	1996 12 16 09 09 5	Pianura emiliana	115	5-6	4.06
NF	1998 02 21 02 21 1	Pianura emiliana	104	5	3.93
NF	2002 06 08 20 13 0	Frignano	115	4	4.23
NF	2002 06 18 22 23 3	Frignano	186	4	4.30
NF	2002 06 19 22 11 1	Frignano	52	3	4.03
NF	2002 11 13 10 48 0	Franciacorta	768	5	4.21



**Storia sismica di Ramiseto**  
Numero di eventi: 18

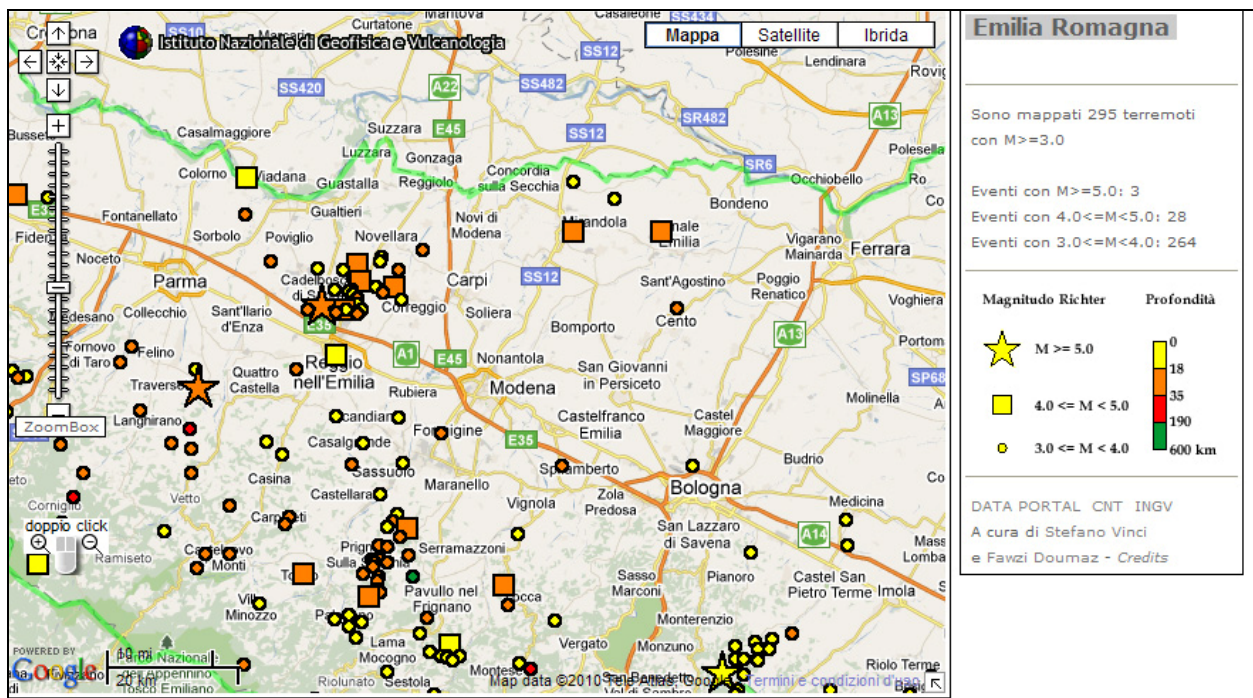
Effetti	In occasione del terremoto del				
Int.	Anno Me Gi Ho Mi Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
8	1920 09 07 05 55 4	Garfagnana	750	10	6.53
5-6	1898 03 04 21 05	Parmense	313	7-8	5.37
5	1963 01 08 13 51	Appennino reggiano	3	5	4.16
5	1986 10 01 19 53 3	Lunigiana	68	5	4.46
5	2008 12 23 15 24 2	Parmense	291	6-7	5.36
4-5	1957 10 25 23 02 0	Appennino reggiano	79	5-6	4.27
4-5	1983 11 09 16 29 5	Parmense	850	6-7	5.04
4-5	1995 03 03 16 16 4	Lunigiana	43	5	4.20
4-5	1995 10 10 06 54 2	Lunigiana	341	7	4.82
4-5	1996 10 15 09 55 5	Pianura emiliana	135	7	5.38
3-4	1997 12 24 17 53 1	Garfagnana	98	5	4.33
2-3	1989 10 03 09 41 3	Appennino parmense	91	4	4.04
2	1996 07 11 19 09 2	Lunigiana	80	5	4.06
NF	1986 12 06 17 07 1	Ferrarese	604	6	4.43
NF	2000 06 18 07 42 0	Pianura emiliana	304	5-6	4.40
NF	2000 10 03 01 12 3	Frignano	62	5	4.22
NF	2002 06 08 20 13 0	Frignano	115	4	4.23
NF	2002 06 19 22 11 1	Frignano	52	3	4.03



(immagini e tabelle reperite dall'archivio DBMI15, consultabile al sito internet <http://emidius.mi.ingv.it/CPT115-DBMI15/>)

Dalle tabelle e dai grafici sopra esposti possono essere tratte le seguenti osservazioni:

- la storia sismica di Vetto ed al suo intorno ha una moderata testimonianza ed estensione temporale; il primo evento documentato risale al 1885 m la maggior parte risulta catalogato da fine '800 e tutto il 900)
- la sismicità è di tipo medio elevato con intensità massime percepite equivalenti al 7 grado MCS, corrispondenti a magnitudo stimate in  $M_w = 5 \div 5.4$
- le massime intensità sismiche sono state prodotte da sismi di elevata intensità moderatamente distanti (Garfagnana) e da eventi di medio elevata intensità sismica a piccola distanza e di tipo superficiale che hanno contribuito in maniera meno rilevante.



*Epicentri dei principali terremoti ( $M > 3$ ) rilevati da INGV tra il 1981 ed il 2006 nell'intorno dell'area di interesse*

#### 4.1.1.1 Risentimenti sismici locali

In occasione degli eventi sismici del dicembre 2008 con epicentri tra Buvolo e Cedogno e tra Cedogno -Lodrignano - Case Penuzzi, medio appennino parmense - reggiano, con  $M_w$  origine = 4,89 e 5,46, il territorio di Vetto ha risentito di effetti  $I = 5 - 6$  (Catalogo Parametrico CPTI15) ai quali è conseguita l'inagibilità di 4 edifici: sede Municipale, Ex scuole di Legoreccio, Chiesa di Crovara, Chiesa di Piagnolo; sono inoltre segnalati danni ad altri fabbricati: dei quali non sono stati reperiti presso l'U.T. comunale le ubicazioni e descrizioni delle entità dei danneggiamenti.

Le documentazioni storiche degli eventi sismici precedentemente avvenuti nel settembre 1920 con epicentro in Garfagnana e magnitudo  $M_w = 6,53$  (Catalogo Parametrico CPTI15) attestano effetti indotti in territorio di Vetto con  $I = 7$ .



Le informazioni relative a detto evento nel comune in oggetto testimoniano genericamente lesioni a case e 2 feriti; i citati danneggiamenti ai fabbricati sono con tutta probabilità correlati anche alle preesistenti condizioni statico strutturali degli stessi.

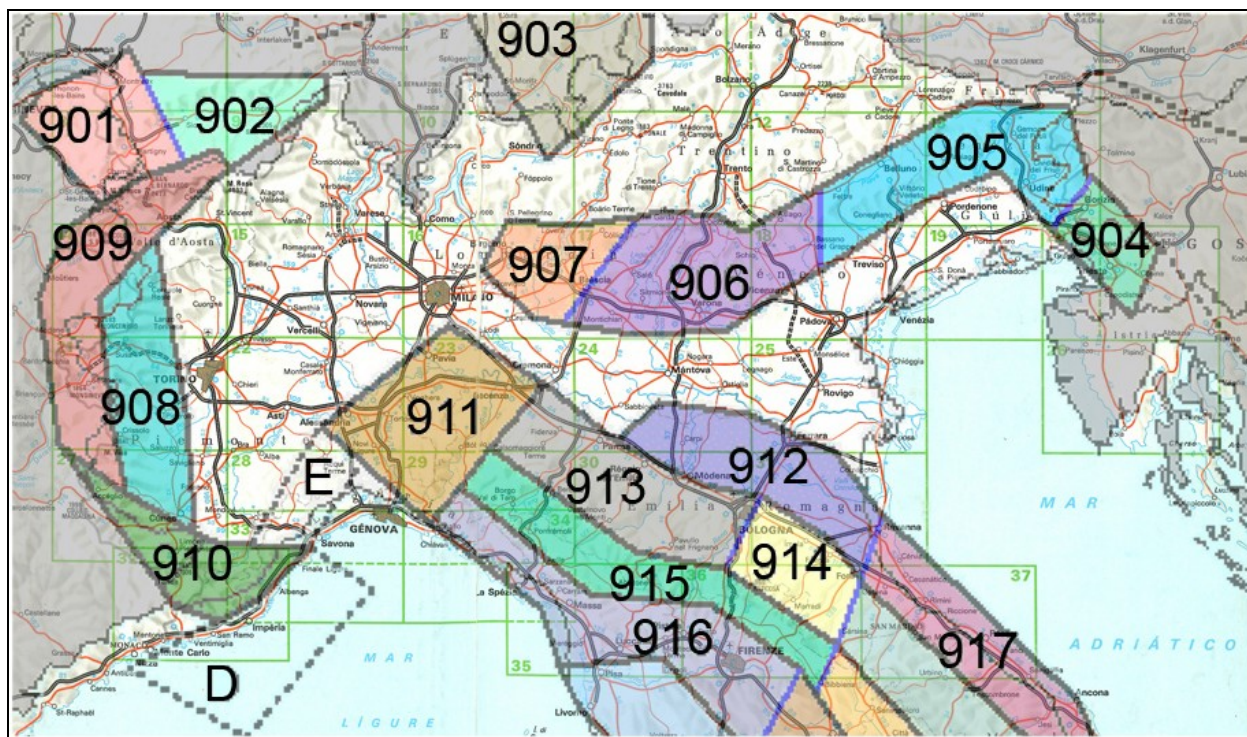
In riferimento ai risentimenti indotti sopra descritti è molto probabile che gli effetti conseguiti siano simili a quelli avvenuti nel 12/2008.

Il sisma del 09/1920 ha causato crolli, distruzioni, gravi danni, frane e vittime (7) nei territori dei comuni a sud ovest di Vetto tra i quali Villaminuzzo e Ligonchio, case lesionate con 1 vittima in comune di Carpineti; gravi danni, case diroccate e feriti nelle zone dei comuni di Collagna, Ramiseto, Toano, Busana, Castelnuovo ne' Monti.

Gli effetti risentiti nel territorio di Vetto nel contesto dei terremoti del 03/1898 e 11/1983 con  $I = 5 - 6$  e  $5$ , hanno causato cedute di calcinacci, scricchiolii, spavento e non sono documentati danni gravi e/o medi e danni alle persone.

#### 4.1.1.2 Zone Sorgente

La zonazione sismica del territorio nazionale, che identifica le zone sorgente a caratteristiche sismiche omogenee, elaborata da I.N.G.V. (2003), attribuisce l'area comunale di Vetto alla zona sismogenetica 913, ambito di dominio dell'Appennino Emiliano Romagnolo, sita al bordo settentrionale della zona sismogenetica 915, costituita del dominio della Garfagnana - Mugello.



Zonazione sismogenetica ZS9 (INGV, 2004)

La prima di dette fasce rappresenta la porzione più esterna della zona in compressione dell'arco appenninico ed è caratterizzata da terremoti storici che raramente hanno raggiunto valori di magnitudo molto elevati.

Dalla documentazione della storia sismica sopra esposta si evince che il territorio di Vetto e le zone circostanti: Castelnovo ne' Monti, Carpineti, Casina, Ciano, Neviano degli Arduini, Ramiseto, sono principalmente interessati dai meccanismi focali che si originano nella fascia delle strutture del medio appenninico e risentono della sismicità della Garfagnana ed in modo secondario di quella della fascia del lineamento frontale pedeappenninico.

ZS	4.76	4.99	5.22	5.45	5.68	5.91	6.14	6.37	6.6
913	26	13	11	6	4	1	0	0	0
915	31	17	19	1	4	2	1	0	1

*Distribuzione degli eventi sismici per classi di magnitudo per le zone 913 e 915 (INGV, 2004)*

Gli epicentri sismici verificatisi nel territorio che circonda Vetto per un raggio di 30/35 km si sono originati per la percentuale maggiore nei primi 10/15 ÷ 25 km del sottosuolo evidenziando un'attività sismogenetica sia di tipo superficiale che medio profonda; la distribuzione degli ipocentri focali che si generano tra - 15 e - 25 km dal piano campagna, è simile a quella più superficiale ma con densità relativa tendenzialmente inferiore.

D'altra parte la sismicità crostale più profonda, ipocentri sottostanti 30 km dal piano campagna, nella zona dell'appennino settentrionale reggiano - parmense che si estende in direzione sud ovest - nord est circa secondo l'allineamento di Montelungo - Berceto - Calestano - Pilastro, è inferiore e risulta caratterizzata da sismi di medio elevata magnitudo.

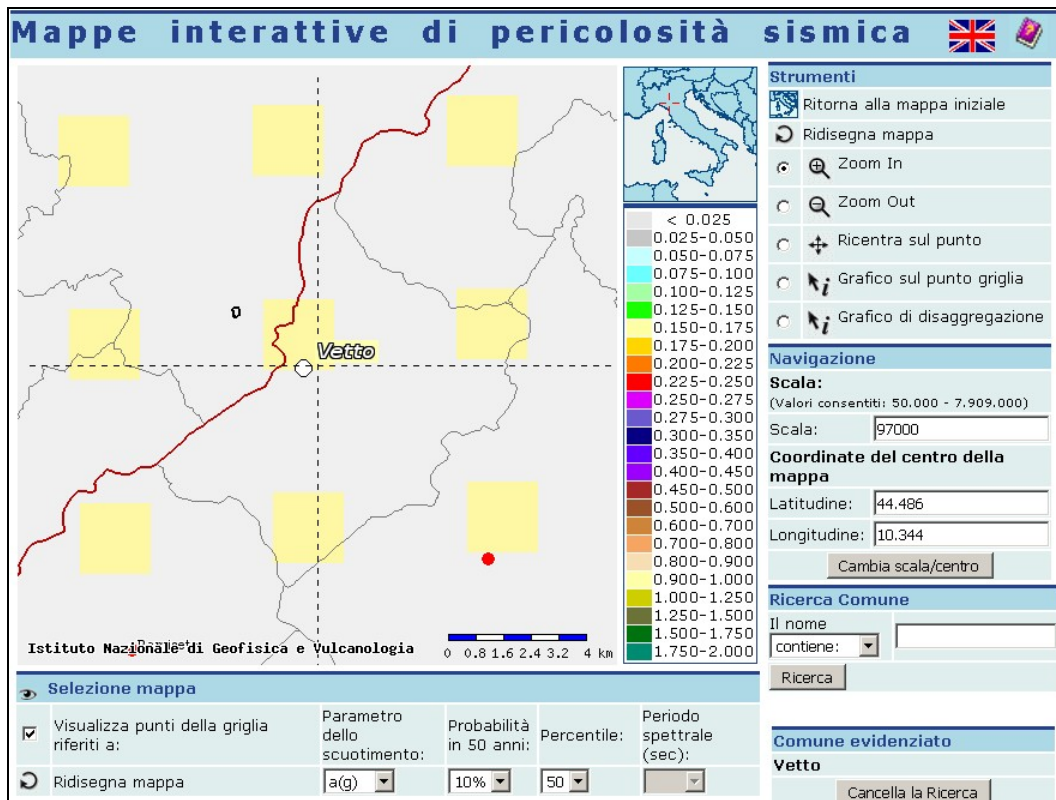
La riclassificazione sismica del territorio nazionale OPCM 3274/2003, NTC 17/01/2018 attribuisce il Comune di Vetto, alla zona 2 con grado di sismicità equivalente ai precedenti ambiti S9.

In riferimento ai dati nell'allegato A4 della Delibera della Giunta Regionale Emilia Romagna n° 2193/2015, alle zone sismogenetiche del territorio comunale di Vetto compete un valore dell'accelerazione orizzontale media dello spettro di risposta elastico, corrispondente a:

$$\text{Vetto } a_{gref} = 0,161 \text{ g}$$

La Carta della Pericolosità Sismica del territorio nazionale (INGV-DPC 2004-2006, Progetto esse1) riportante il valore dell'accelerazione orizzontale massima "ag" su suolo di riferimento che ha la probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, corrispondente ad un periodo di ritorno di 475 anni, assunto come riferimento dalla normativa sismica vigente, relativa al territorio del comune di Vetto, risulta compresa tra:

$$\text{Vetto } a_g = 0,150 \div 0,175 \text{ g}$$



Accelerazione di riferimento  $a_g$  con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (INGV-DPC 2004-2006)

Tali valori, a livello territoriale aumentano da sud est a nord ovest.

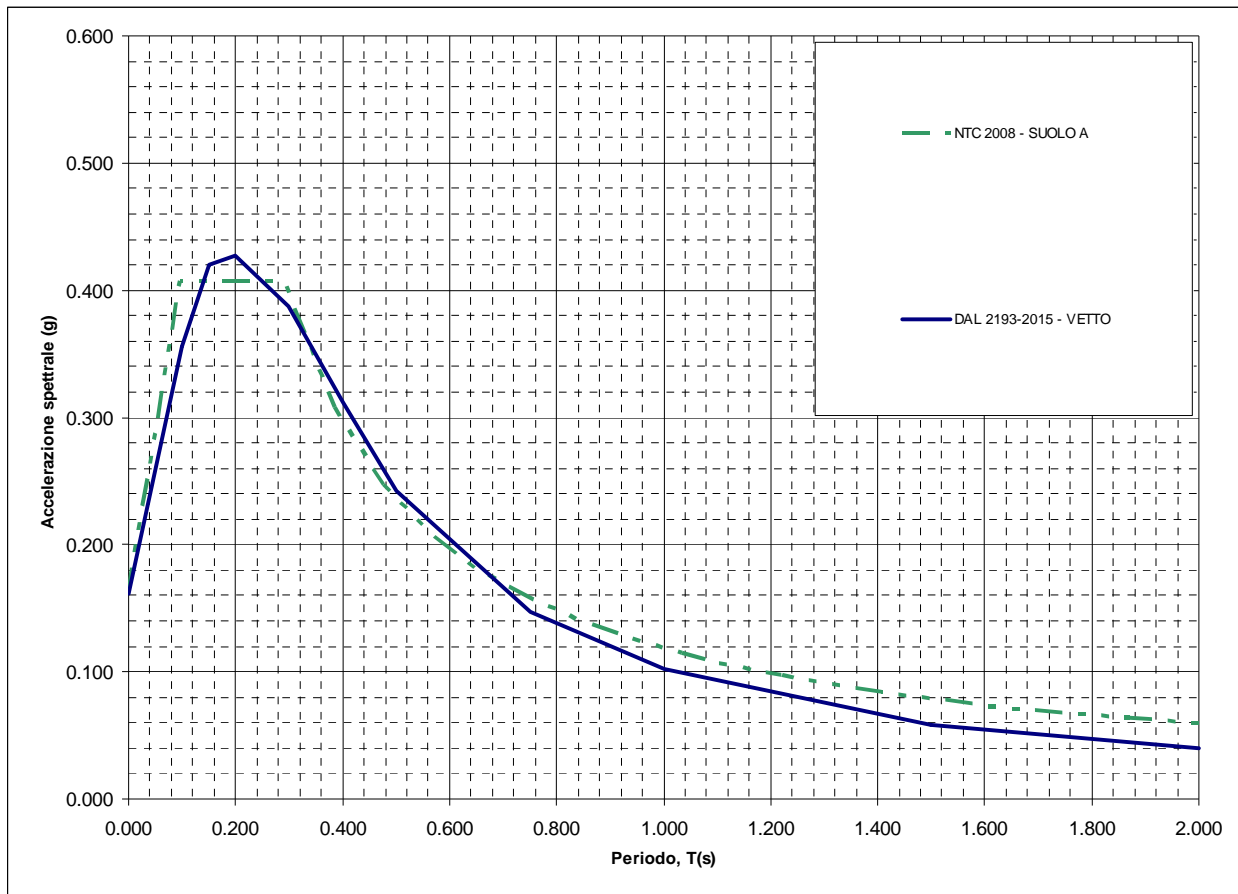
Le fonti storiche suggeriscono una ripetuta attività nel corso dell'Olocene.

#### 4.2 Pericolosità sismica – Definizione del moto di riferimento

La PGA per un periodo di ritorno di 475 anni riportata nelle mappe di pericolosità sismica di INGV (Meletti C., Montaldo V., 2007. Stime di pericolosità sismica per diverse probabilità di superamento in 50 anni: valori di  $a_g$ . Progetto DPC-INGV S1, Deliverable D2, <http://esse1.mi.ingv.it/d2.html>) varia nell'intervallo  $0,150 \div 0,175g$ . Tali dati sono stati utilizzati dalla Regione Emilia Romagna per la redazione dei tabulati contenuti nella Delibera della Giunta Regionale n° 2193/2015 “Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia Romagna per la pianificazione territoriale ed urbanistica”.

Mediante i dettami di detta delibera è stato costruito lo spettro di riferimento a probabilità uniforme per il comune di Vetto, evidenziato nella seguente figura, dove è confrontato con lo spettro elastico in superficie per sottosuolo di categoria A (DM 17-01-2018) riferito al medesimo comune.





Spettri di risposta a probabilità uniforme, pari al 10% di almeno una eccedenza in 50 anni per Vetto. Smorzamento pari al 5%. Con linea blu viene riportato lo spettro costruito con i parametri riportati nella delibera della Giunta Regionale ER n° 2193-2015, mentre con linea verde tratteggiata è riportato lo spettro elastico di risposta per suolo A determinato secondo i dettati delle NTC 2018.

Ai fini delle successive determinazioni è stato considerato lo spettro di risposta a probabilità uniforme proposto dalla Regione Emilia Romagna (DGR ER 2193/2015).

## 5 ASSETTO GEOLOGICO STRUTTURALE

Il territorio del comune di Vetto (RE) appartiene prevalentemente al foglio 218 CASTELNOVO NE' MONTI e per una parte nettamente minore al foglio 217 NEVIANO DEGLI ARDUINI della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000.

Le complessità ed articolazioni del quadro geologico del territorio appenninico Reggiano - Parmense sono in prima approssimazione, riconducibili ad alcuni elementi principali, di condivisa interpretazione nella documentazione scientifica in materia.

Per le descrizioni dei modelli di seguito sinteticamente riportati si vedano soprattutto le note illustrative del foglio CARG 218 Castelnuovo ne' Monti (*G. Papani, M.T. De Nardo, G. Bettelli, D. Rio, L. Vernia et alii*; 2002) e del foglio CARG 2017 Neviano degli Arduini (*A. Cecina Ferroni, G. Ottria, P. Vescovi, et Alii*; 2002).

Il territorio in analisi appartiene al versante padano dell'Appennino settentrionale, nel quale l'assetto geologico e morfologico è determinato principalmente dalla sovrapposizione di falde tettoniche che ha generato il succedersi da sud a nord di strutture anticlinali, più o meno strizzate e con raddoppio di serie, e di sinclinali, generalmente meno deformate.

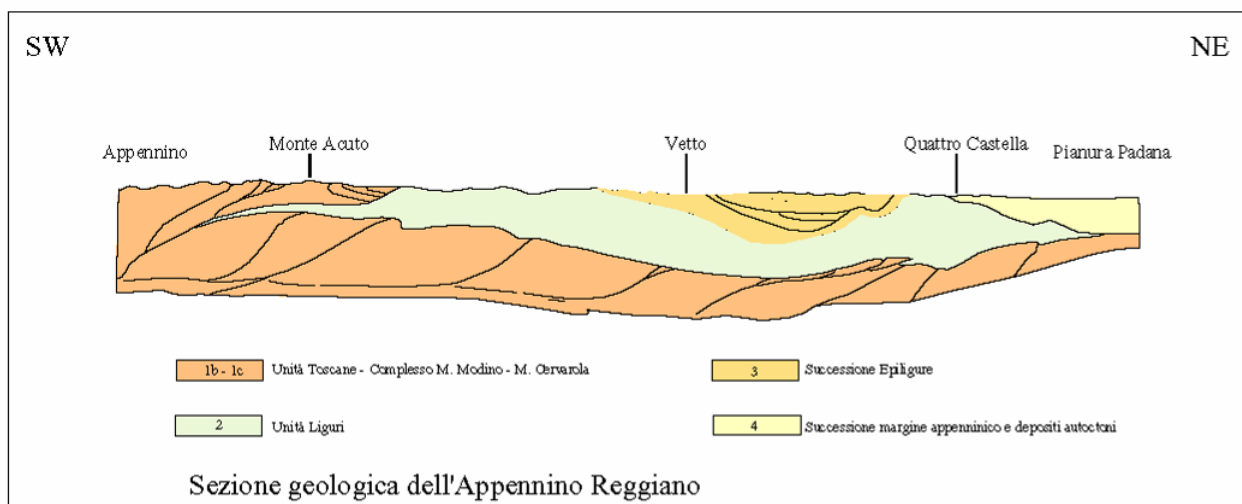
L'area comunale e le zone ad essa circostanti sono geologicamente attribuibili principalmente, alla Successione Epiligure (*Ricci Lucchi e Ori* 1985; *Bettelli et alii*, 1989) (*Decandia e Elter*, 1972; *Elter e Marroni*, 1992) ed in percentuale relativa inferiore alle unità Alloctone del Dominio Ligure (*Bettelli et Alii; Vescovi et Alii*; 2002).

Dette formazioni suddividono il territorio di Vetto in tre macro litozone due delle quali, costituite dalle Unità del Dominio Ligure, formano la parte meridionale occidentale e la porzione settentrionale dell'area comunale e rivestono estensioni complessive minori: circa 20-21%; la macrozona principale caratterizza i settori centrali dal T. Enza al confine comunale con Castelnuovo ne' Monti/ Carpineti, di superficie nettamente superiore: 79-80%, ed è costituita dalla Successione Epiligure.

Le Unità Liguri esterne che sovrascorrono e si giustappongono alle Unità Subliguri che a loro volta hanno sovrascorso la Falda Toscana, sono contraddistinte, ad eccezione di locali piccoli litosomi, dall'assenza di testimonianze del substrato oceanico sul quale si sono depositate e successivamente scollate durante la fase orogenica appenninica. Isolate testimonianze, del sopracitato substrato, incluse tettonicamente e per fenomeni sedimentari, rappresentate da locali masse di modeste dimensioni costituite da serpentiniti e brecce ofiolitiche; tali rocce sono osservabili nella parte settentrionale occidentale del territorio comunale 0,3 ÷ 0,5 km a sud di Piagnolo.

I processi tettonici che hanno coinvolto l'appennino settentrionale hanno scomposto i vari domini paleogeografici, impilandoli e giustapponendoli in modo complesso, si sono sviluppati in due fasi nel periodo che va dal *Cretaceo* all'attuale. La prima ha prodotto pieghe isoclinali compresse nelle unità liguri interne, che sono state ulteriormente ripiegate nella seconda fase che ha ancor più riaccurciato le precedenti strutture. Le fasi liguri hanno determinato la chiusura del preesistente oceano ligure e con l'impilamento delle successioni dei domini liguri si sono generati vari bacini marini minori nei quali si sono depositate le successioni delle sequenze epiliguri.

Gli orizzonti litologici liguri mostrano una deformazione interna molto maggiore rispetto a quanto osservabile nelle formazioni della sovrastante Successione Epiligure, anch'essa interessata da tali processi al passaggio con le sopracitate Unità Liguri; dette deformazioni sono correlate al comportamento duttile delle litozone argilloso – marnose di base, nelle quali la stratificazione risulta quasi completamente cancellata.



Contestualmente alle fasi di saldatura tra la zolla Africana e quella Europea, mentre si costruiva l'ossatura dell'Appennino, con l'avanzamento verso oriente della catena ligure, si sono impostati bacini marini minori, estesi secondo fosse allungate in direzione ovest est, nelle quali si depositarono, tra 40 e 5 Ma fa (*Oligocene-Miocene*), materiali provenienti dallo smantellamento del fronte di accavallamento della Falda Ligure. Tali azioni e materiali hanno dato origine alla Successione Epiligure che sovrasta e sigilla le unità Liguri. Detta successione, costituita alla base da depositi di mare profondo, coperti da torbiditi arenaceo – marnose e sedimenti di mare medio profondo, seguiti da depositi di mare basso, testimonia tempi evolutivi relativamente rapidi dell'ambiente nel quale si sono depositati e consolidati i sopracitati materiali.

Quanto esposto e testimoniato dai depositi arenacei e microconglomeratici della Formazione di Ranzano, quali quelli osservabili a meridione di Gottano di Sopra, tra Temporia e Cà Abate, in sponda occidentale del T. Enza tra Cerreggio – Roncovecchio – Ranzano, sedimentatisi in mari relativamente stretti allungati subparallelamente al fronte, sommerso, di avanzamento della Falda Ligure.

La mobilità dei bacini è confermata dal passaggio fra sedimenti di scarpata o di conoide sottomarina di mare profondo, della Formazione di Antognola, a depositi di mare basso, con presenza anche di strati correlati ad onde di tempesta, come quelli osservabili alla base della Pietra di Bismantova.

Le Formazioni della Successione Epiligure che costituiscono la maggior parte del territorio comunale di Vetto, sono costituite in prevalenza da rocce arenacee, marnoso arenacee e marnoso calcaree, a grado di resistenza all'erosione medio elevato – medio. Tali caratteristiche conferiscono all'area comunale condizioni del dissesto relative inferiori rispetto ai comuni contermini: Canossa, Castelnovo ne' Monti, Ramiseto. Quanto esposto è

testimoniato dal basso indice di franosità del settore di territorio comunale circa compreso tra la S.S. n° 513 – Rio Ariulette – Rio Maillo – allineamento M.Castellaro, Legoreccio, Scalucchia, C. Vogilato, Valorba, C. Piana.

Contestualmente alle fasi finali di avanzamento della Falda Ligure, diversificate nel tempo e nei luoghi, avvenute tra 10 e 5 Ma fa (*Miocene*), ed all'apertura del Tirreno 7 ÷ 8 Ma da oggi, con rotazione e compressione verso nord est dell'Appennino settentrionale, è iniziata l'ultima importante fase di strutturazione della catena che ha portato all'attuale configurazione.

In questo contesto, circa in corrispondenza dell'attuale fascia collinare, si erano instaurate, in un primo tempo, condizioni di mare basso, conseguite alla chiusura dello stretto di Gibilterra (6,4 ÷ 6,5 Ma) con essiccazione, quasi totale, del Mediterraneo (5,4 ÷ 5,3 Ma), che ha generato l'insediamento di ambienti evaporitici. In questi ultimi, si sono depositati i Gessi Messiniani osservabili a sud di Vezzano s.C. nella fascia estesa da Pecorile a M. Evangelo.

Le successive fasi, con la riapertura dello stretto di Gibilterra, determinarono assetti a profondità variabile, in cui si sedimentavano le Argille Grigio Azzurre alle quali, in corrispondenza delle zone meno profonde di piattaforma, si sostituivano le deposizioni di materiali sabbiosi talora sabbioso ghiaiosi.

Le spinte che sollevavano la catena appenninica si prolungarono e circa 2 Ma fa (*Pliocene medio – sup.*) determinando la fuoriuscita dal mare delle ultime formazioni sopra descritte, esponendo all'erosione le dorsali sottomarine generatesi e la deposizione nel bacino padano dei loro detriti.

La conformazione a pieghe e falde che si sovrappongono prosegue nel sottosuolo della Pianura Padana, come hanno dimostrato le perforazioni e ricerche petrolifere di AGIP – ENI, dove hanno costituito la regione delle Pieghe Pedappenniniche, Emiliano – Romagnole e Ferraresi che formano una struttura geologica complessa, a unità sovrascorse.

Successivamente alla emersione e conformazione della catena appenninica il territorio formatosi, che ha raggiunto quote idonee alla formazione dei ghiacciai solamente negli ultimi 100.000 anni: *Würm* come testimonia l'assenza di forme e depositi glaciali più antichi di 0,1 Ma ad eccezione di alcuni limitati brandelli di incerta attribuzione al Riss (0,127 ÷ 0,20 Ma), è stato interessato dall'alternarsi di periodi freddi a fasi più calde che hanno prodotto intensi processi di degradazione sulle aree emerse. Ciò ha comportato importanti modificazioni delle preesistenti morfologie, con abbondante produzione di detriti, che hanno originato la messa in posto delle formazioni quaternarie continentali generando depositi glaciali, periglaciali, eolici, fluviali, lacustri, di versante ecc.

Alle quote sottostanti gli ambienti glaciali, con limite delle nevi perenni, valutato a circa 1500 ÷ 1300 m s.l.m. e fronti dei ghiacciai giunti a quote di 1200 ÷ 1000 m s.l.m. (localmente 900 m. s.l.m. Alpe di Succiso), si impostarono condizioni periglaciali, che producevano intense degradazioni per le azioni di gelo – disgelo e della neve. Questi materiali hanno colmato le preesistenti incisioni, formando ampie vallate intramontane sub pianeggianti denominate Glacis. Vestigia residuali di una delle maggiori di esse è rappresentata dall'area ad altopiano che costituisce i versanti a blanda pendenza ad oriente del piede della Pietra di Bismantova nelle zone di Pregreffio e Casale.

Di analogo ambiente periglaciale sono alcuni brandelli, testimoniando la preesistenza di una più estesa paleosuperficie, rilevabili nel settore centrale – centro meridionale del territorio di Vetto come osservabile a nord di Donadiola, est di Possa, sud ed ovest di Roncolo, tra la Capanna – Tissolo – Rodogno; agli stessi tipi di ambiente sono riconducibili, in base agli spessori di 15 ÷ 25 m evidenziati dalle prospezioni geofisiche eseguite, i depositi che formano la zona ad alto piano sede del capoluogo.

Le acque dilavanti hanno ulteriormente rielaborato i detriti che, raccolti nelle aste fluviali, sono stati trasportati e depositati originando i terrazzi fluviali, nelle zone intramontane, le conoidi alluvionali allo sbocco dei fiumi in pianura, o alla confluenza dei torrenti minori con i principali assi idrici montani.

In detti periodi sono avvenute ulteriori, meno marcate, pulsazioni fredde che hanno originato fasi definite “piccoli glaciali” circa dal 1500 al 1800/1850 d.C. circa tra 2200 e 2400 anni (*Età del Ferro*) e circa tra 5000 e 5500 anni) da oggi (*Neolitico*).

Nel territorio comunale di Vetto le formazioni localmente più rappresentate e che costituiscono la parte prevalente dell'area sono di tipo arenaceo e ad alternanze arenaceo – pelitiche, con rapporto  $A/P > 1$ , a medio elevato grado di resistenza all'erosione, appartenenti alla Successione Epiligure: Gruppo Bismantova e Formazione di Ranzano; fanno eccezione la fascia settentrionale in sponda meridionale del T. Tassobbio e la zona meridionale a sud del T. Atticola, costituite dalle unità del Dominio Ligure. Queste ultime sono rappresentate da sequenze litologiche prevalentemente argillose – argillitiche, brecce argillose, a medio basso – basso grado di resistenza meccanica ed in subordine da torbiti arenaceo – arenaceo calcaree e marne - marne calceree, torbiti calcareo marnose, a grado di resistenza medio.

### **SUCCESSIONE STRATIGRAFICA**

Le unità litostratigrafiche che costituiscono la fascia del medio appennino reggiano al quale appartiene il territorio di Vetto, sono attribuite, dall'alto in basso in senso stratigrafico, a:

- **Successione Quaternaria**
- **Successione Epiligure**
- **Dominio ligure**
  - ***Successione della Val Tresinaro***
  - ***Successione della Val Parma***
  - ***Formazioni Pre Flysch ad Elmintoidi***
- **Serie litostratigrafica**

## A) DEPOSITI QUATERNARI

### **DEPOSITI DI VERSANTE ELUVIALI – COLLUVIALI (OLOCENE ATTUALE E NON ATTUALE).**

Sono costituiti da materiali eterometrici con granulometrie medie e medio fini con dimensione massima equivalente ai massi, immersi in una massa di fondo prevalentemente limosa – limoso argillosa; ricoprono localmente, con spessore variabile, le formazioni pre quaternarie, sono diffusamente osservabili in tutto il territorio comunale.

### **DEPOSITI GRAVITATIVI IN MASSA, FRANE (OLOCENE ATTUALE E NON ATTUALE).**

Presentano forme ed estensioni diverse e sono costituiti da materiali eterometrici non classati e non stratificati. I rapporti materiale fine/materiale grossolano sono estremamente variabili in relazione al tipo di accumulo. Occupano posizioni di fondovalle e/o rivestono fianchi dei pendii assumendo forme sia attive che non in evoluzione palese.

I depositi di maggior estensione sono rilevabili in sponda meridionale del T. Atticola tra C. Cerribuchi – l'asta di detto torrente – Vidiceto – C. Boni – C. di Remigio, ad occidente della strada Latticola ed in sponda destra e sinistra del T. Lonza, tra la strada Vetto – Gottano – Ramiseto e la sponda destra del T. Enza; analoghe condizioni sono riscontrabili nella fascia settentrionale tra la sponda destra del T. Enza – sponda sinistra del T. Tassobbio – allineamento C. Cantoniera, Valorba, Scalucchia, M. Lulseto, Casalecchio, C. Castellaro, C. Rosati.

## SUCCESSIONE – QUATERNARIA

### **b1 DEPOSITI ALLUVIONALI INTRAVALLIVI IN EVOLUZIONE (Olocene--attuale)**

Ghiaie – ghiaie sabbiose con lenti sabbiose, localmente limoso sabbiose; corrispondono agli assi d'alveo e relativi terrazzi di 1° ordine nelle fasce intravallive, quali l'asta del T. Enza, T. Atticola, T. Lonza, T. Tassobbio; lo spessore è mediamente compreso tra 2 e 3/5 m ed è maggiore di 10 m nell'alveo del T. Enza.

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

Depositi ghiaiosi sabbioso ghiaiosi – sabbioso fini localmente limosi. Unità definita dalla presenza di un suolo a bassissimo grado di alterazione, con profilo potente meno di 100 cm, calcareo e grigio-giallastro. Corrisponde al primo ordine dei terrazzi nelle zone intravallive. Nella pianura ricopre resti archeologici di età romana del VI secolo d.C. Potenza massima da 3/5 m e 14/16 m nel T. Enza, di 3/5 m nei suoi affluenti, di 10/15 m nella conoide del T. Tassobbio.

### **DEPOSITI PLEISTOCENICI (PLEISTOCENE)**

Sono rappresentati da superfici debolmente inclinate, a diverso grado di conservazione, che formano ripiani blandamente inclinati, oppure costituiscono affioramenti in lembi residui tra loro correlabili.

Sono formati da materiali limoso sabbioso argillosi inglobanti massi, blocchi e ciottoli lapidei a morfologia sub angolare, sub arrotondata; le dimensioni sono varie e la disposizione dei clasti lapidei è generalmente con l'asse maggiore orientato secondo le linee di massima pendenza del versante. La messa in posto di tali depositi, in funzione delle quote che li contraddistinguono e delle relative posizioni morfologiche, sono attribuibili a sedimentazioni sviluppatesi in un sistema morfoclimatico periglaciale (*Wurm*); brandelli di detti depositi sono presenti circa tra Corte e Voglione, tra Tissolo – La Capanna – C. Cavadicci – C. Valarese, tra Rio Ariulette – Il Monte, nei pressi di La Perla, Possa, Donadiola, e con tutta probabilità, in base agli spessori di 15/25 m rilevati dalle prospezioni geofisiche, costituiscono l'altopiano sede del capoluogo.

**B) SUCCESSIONE EPILIGURE****GRUPPO DI BISMANTOVA****FORMAZIONE DI CIGARELLO (CIG) (Langhiano p.p. – Serravalliano)**

Peliti, peliti a frazione arenacea, sottilmente stratificate, localmente bioturbate, grigie. Isolati livelli caotici da "slumping" o "debris flow". È parzialmente suddivisa nei membri arenacei di Marola CIG4 e di Vetto CIG3. Il solo litosoma pelitico ("marne di Cigarellino" Aucutt.) ha uno spessore massimo di 300 m. Contatto discontinuo, localmente in discordanza angolare, su PAT o su altre formazioni cenozoiche e, localmente, sulle Liguridi. Ambiente di scarpata, di base scarpata e di bacino torbido locale; si rinviene circa tra M. Faillo – Predella – Castellina – Mozzio, ad ovest – sud ovest, e tra Roncolo – Donadiola.

**LITOFACIES ARENITICA (CIGa)**

Areniti e peliti in strati da sottili a spessi, gradati organizzati in gruppi di strati formanti litosomi lenticolari in varie posizioni stratigrafiche (M. Battuta); spessore variabile da plurimetrico a pluridecametrico, si riscontra tra ovest di M. della Tana – est sud-est di Tissolo – nord-est di La Capanna, immediatamente a nord di Cola e ad est della stessa.

**LITOFACIES ARENITICA (CIGbc)**

Litosoma di materiale caotico intrabacinale a geometria lenticolare, Banco di Cola, localmente è rappresentato da un banco con base erosiva, ha spessore massimo di dodici metri; è osservabile in corrispondenza di M. Castagneto e nella propaggine allungata in direzione sud-est verso Predella.

**ARENARIE DI VETTO (CIG3) (Langhiano p.p. – Serravalliano)**

Areniti calcilitiche medio-grossolane, con clasti a componente calcarea e bioclasti, in strati medi e spessi, gradati, piano-paralleli, localmente cuneiformi; peliti grigie e peliti emipelagiche; colore grigio-nocciola, giallo-ocraceo per alterazione. Nella parte alta dell'unità, sono presenti orizzonti caoticizzati da "slumps" e colate di detrito. Lo spessore massimo è di circa 800 m. Sedimentazione da correnti di torbidità; costituisce ampia parte del territorio comunale e si osserva circa tra Vetto – C. Piana – Monte Marola – C. Mariano – Campolungo – Maiola – Il Monte – S. Stefano – Monte Berghinzone – Costaborgo – Sole di Sopra.

**FORMAZIONE DI PANTANO (PAT) (Burdigaliano p.p.? – Langhiano p.p.)**

Areniti, areniti marnose e peliti sabbiose a stratificazione mal distinguibile per bioturbazione, con locali ricche malalacofaune a Lamellibranchi, Gasteropodi, Coralli aermatipici; è parzialmente suddivisa nei membri basali di S. Maria, della Pietra e di M. Castellaro. potenza di oltre 400 m, ambiente di piattaforma; si rinviene tra Predella – M. Castagneto e nella fascia settentrionale estesa ovest-est circa da Cantoniera a M.no della Piagna.

**MEMBRO DI SANTA MARIA (PAT4) (Langhirano)**

Areniti bioturbate a stratificazione mal distinguibile; intercalazioni di areniti in strati da sottili a spessi, risedimentati, sovente alla base dell'unità. Potenziale variabile da qualche decina ad oltre cento metri. Contatto discordante su CTG al tetto passaggio graduale alle areniti PAT; si rileva in sponda occidentale del Rio Maillo circa da C. Rosati a Roncolo – Maillo.

**MEMBRO DELLA PIETRA BISMANTOVA (PAT5) (Langhirano)**

Biocalcareni, subordinatamente biocalciruditi, ed Achinidi, Briozoi, Foraminiferi betonitici, Alghe coralline, Molluschi e denti di pesci, massive, o in banchi con laminazione obliqua a grande scala tabulare, con superfici di siltolitizzazione diagenetica. Potenza massima di circa 100 m. contatto discordante di CTG, localmente con interposti ciottoli di rocce cristalline. Sedimentazione di piattaforma interna; è osservabile a Sole di Sopra ed a sud del Rio Riocolo tra Legoreccio e M.no della Piagna.

**MAMBRO DI MONTE CASTELLARO (PAT6) (Burdigaliano p.p. – Langhiano p.p.)**

Areniti in strati medi e sottili, talora lenticolari per amalgamazione; presenza di sporadici intervalli pelitici. Nella parte inferiore si osservano orizzonti detritici, lenticolari, da colate di detrito. Presentano evidenti caratteri di risedimentazione, con diminuzione della granulometria e dello spessore degli strati verso l'alto della formazione. Contatti di base e di tetto discordanti rispettivamente con CTG e con CIG. Costituisce un corpo lenticolare, della potenza massima di circa 100 m: si riscontra tra sud di Legoreccio e C. Castellaro.

**FORMAZIONE DI CONTIGNACO (CTG) (Acquitano terminale – Burdigaliano p.p.)**

Marne a contenuto siliceo, in strati sottili e medi, di colore grigio – verdognolo con patine manganesifere di alterazione, a frattura scheggiata. Selce generalmente diffusa, localmente in noduli e liste; locali sottili livelli vulcoclastici. Parzialmente suddivisa nei membri eteropici di Carpineti (CTG2) e Villaprara (CTG1). Potenza variabile da qualche decina di metri a 300 m, si riscontra circa tra Valorba/Vogliato – Legoreccio – Casalecchio – C. Castellaro – Rosati, tra Roncolo e Maillo.

**BRECCE ARGILLOSE DELLA VAL TIEPIDO - CANOSSA (MVT) (Acquitano)**

Brecce argillose poligeniche (diamictiti) a matrice argillosa prevalentemente grigia, costituita in gran parte da clasti millimetrici di marne e peliti, recanti clasti litoidi angolari da centimetrici a metrici di dominanti calcilutiti (APA) ed arenarie (SCB) e sporadiche ofioliti. Geometria lenticolare, con potenza variabile da poche decine di metri ad oltre 200 m. Parzialmente suddivise in litofacies. Si interdigita con ANT. Sedimentazione per colate sottomarine multiple di fango e detrito, è osservabile tra Legoreccio – M.no Ferrari e T. Tassobio – Rosati.

**FORMAZIONE DI ANTOGNOLA (ANT) (Rupeliano Terminale - Acquitano)**

Peliti e marne verdognole con patine manganesifere, a stratificazione mal distinta; locali sottili orizzonti vulcanoclastici. Vi sono intercalate le Brecce di Canossa (MVT), i Membri di Fola (ANT6) e di Iatica (ANT5) e lo Strato di Cà di Lama (cl). Potenza variabile da pochi metri a qualche centinaio di metri. Ambiente di scarpata e di base scarpata; si rinviene circa tra Corte – Ponte Vallo – Vidiceto – La Capanna, in destra Enza a nord di Stabbio ed a sud ovest dello stesso.

**MEMBRO DI IATICA (ANT5) (Chattiano)**

Arenarie grossolane e medie a componente litica, in banchi amalgamati o strati spessi gradati recanti a tetto sabbie fini micacee. Sedimentazione torbidityca. Potenza massima 200 m, è osservabile circa tra Scalucchia – Crovara – Casalecchio.

**ARENARIE DI LAGRIMONE (LGR) (Rupeliano)**

Torbidityca arenacea (A/P >>1) grigie, in strati generalmente spessi e molto spessi a grana fine, amalgamati; talora banchi a base conglomeratici, si riscontrano 0,8 km ad ovest di C. Corzano



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

Data da più corpi sedimentari con geometria da lenticolare a tabulare e con facies deposizionali molto variabili da arenaceo-conglomeratiche a pelitico arenacee, con prevalenza delle facies grossolane nella parte inferiore e delle facies fini nella parte superiore e nel settore sud orientale. Potenza variabile da qualche metro ad oltre 1500 m. è interamente distinta in sottunità. Origine prevalentemente torbitica; ambiente di scarpata e di bacino, con intercalazione di frane sottomarine.

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

Unità prevalentemente pelitico arenacea: litoareniti ben cementate di colore grigio piombo, particolarmente ricche di frammenti di rocce carbonatiche, in strati da molto sottili a spessi, talora molto spessi, con geometria sia tabulare che lenticolare. Presentano frequenti intervalli caotici. Sono presenti anche livelli ricchi di frammenti di serpentinoscisti ed altre metamorfiti di alta pressione e strati sottili di vulcano areniti feldspatiche. Potenza complessiva da pochi metri a circa 600 m, si osserva tra Rodigno a T. Atticola, tra La Casetta – M.no Zanone (nord est), C. Ruffini – Portano.

**LITOFACIES CAOTICA – MAMBRO DI VARANO DE MELEGARI (RAN3a)**

Deposito caotico, con base erosiva, costituito da matrice prevalentemente pelitica inglobante clasti e lembi di Liguridi, MMP, RAN1, e RAN2. nella parte inferiore di RAN3, talora ne costituisce la base, si riscontra a sud di Gottano circa tra il T. Enza e Strada Latticola.

**LITOFACIES ARENACEO-CONGLOMERATICA (RAN2a) (Priaboniano terminale - Rupeliano inf)**

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

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

Argille ed argille marnose rosate e verdi in sottili alternanze, recanti sottili strati di arenarie feldspatiche poco cementate. Verso l'alto stratigrafico, le argille rosate passano gradualmente a marne siltose grigie. Ambiente di scarpata, sono osservabili, circa tra Rio del Castello, Temporia e Cà Abate/T. Lonza tra est di Roncovecchio – Cereggio – Cà Abate.

**MEMBRO DI PIETRA NERA (BAI5) (Bartoniano)**

Brecce argillose poligeniche a matrice argillosa grigio-rossastra recante clasti di taglia massima decimetrica, di prevalenti siltiti manganesifere, areniti micacee ed ofioliti. Potenza geometrica di qualche decina di metri. Contatto tettonico con ABCa ed AVV, si rinvengono in prossimità del T. Tassobbio circa a 0,9 km a nord di Legorecchio.

**C) DOMINIO LIGURE****SUCCESSIONE DELLA VAL TRESINARO****FLYSCH DI MONTE CASSIO (MCS) (Campaniano sup. - Maastrichtiano)**

Marne calcaree grigio giallastre con base di areniti calcilittiche, in strati spessi e banchi. Subordinate le intercalazioni di pacchi di strati medi e sottili arenitico – pelitici (A/P minore o uguale a 1). Potenza di circa un migliaio di metri. Contatti tettonizzati con AVV. Sedimentazione torbidityca di piana bacinale; si riscontra a sud di Cesola, tra Groppo e Viceto di Sopra ed in un isolato brandello ad est sudest di Sole di Sotto

**SUCCESSIONE DELLA VAL PARMA****FLYSCH DI MONTE CAIO (CAO) (Campaniano sup. - Maastrichtiano)**

Marne calcaree grigio – giallastre con base di areniti calcilittiche, in strati spessi e bianchi. Intercalazioni di pacchi di strati sottili arenaceo-pelitici ed argilliti nerastre. Potenza parziale affiorante variabile da qualche decina di metri a circa 250 m. Contatto tettonico con ABCa. Sedimentazione torbidityca di piana bacinale; si riscontra in sponda orientale del T. Enza tra Buvolo – Piagnolo – Caiola – T. Tassobbio.

**FORMAZIONI PRE-FLYSCH AD ELMINTOIDI****ARGILLE VARICOLORI DELLA VAL SAMOGGI (AVS) (Cretacico inf. – Cretacico sup.)**

Argille ed argille intensamente tettonizzate in facies calcaree, recanti “boudins” di siltiti brune verdastre, manganesifere, caotiche. Potenza geometrica variabile da qualche decina al centinaio di metri. Contatti ovunque tettonici, tettonizzati con AVT. Sedimentazione pelagica intervallata da correnti di torbidityca distali; si riscontrano tra cantoniera – Cavellara – T. Tassobbio – M.no di Chicchino – Scalucchia.

- Localmente associate a:  
*Serpentine* (sigma)  
*Brecce ofiolitiche* (bo)  
*Calcari a Calpionelle* (ccl)

**ARGILLE VARICOLORI DI CASSIO (AVV) (Cenomaniano – Campaniano sup.)**

Argilliti rosse e verdi sottilmente stratificate, caotiche per intensa tettonizzazione. Recano “boudins” di areniti tipo SCB e siltiti manganesifere; potenza geometrica variabile da qualche decina a qualche centinaio di metri. Sedimentazione pelagica intervallata da correnti di torbidityca s.l. e flussi concentrati di locale alimentazione insubrica; si rinvengono nei pressi di Groppo – Vidiceto di Sopra, sud di Sole di Sopra e di Sotto, tra Cadena e Mallo, tra Latticola – Cà Abate – Groppo, al bordo orientale centrale in sponda occidentale del Rio Maillo tra M.no di Zenone – La Casetta – Montecastagneto.

- Localmente presenti lenti appartenenti all'unità dei *Conglomerati dei Salti del Diavolo* (CSD), costituite da conglomerati a clasti litici sedimentari, metamorfici e granitici, e strati medi e spessi arenacei silicoclastici, presenti sporadici strati medio - sottili di arenarie a composizione ofiolitica; si riscontrano 0,3/0,6 km a sud di Latticola.

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

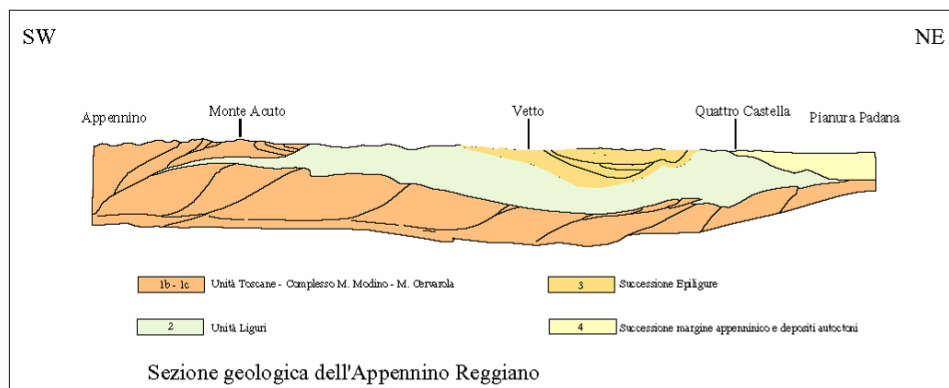
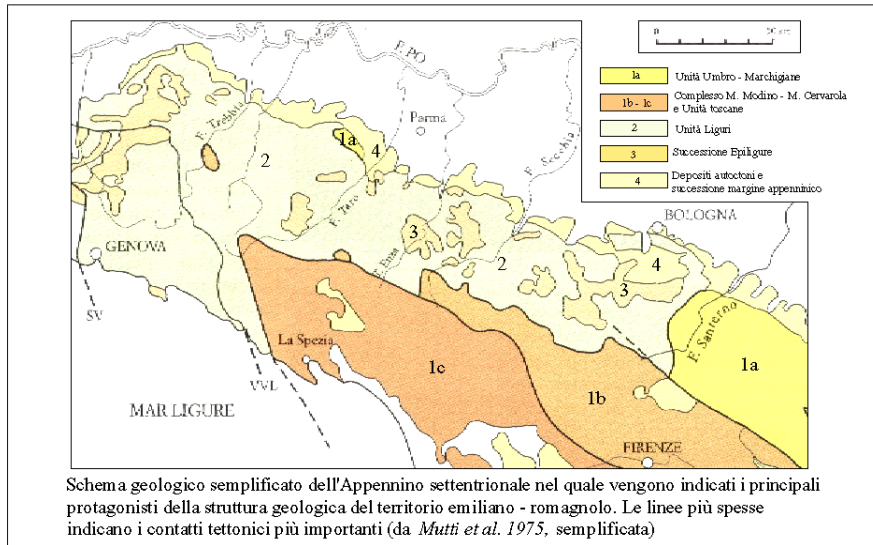
Areniti grigio nocciola, micacee in strati sottili, gradati, passanti a peliti grigie o varicolorate (AP $\leq$ 1), intensamente tettonizzate. Potenza geometrica variabile da alcune decine ad un centinaio di metri. Contatti tettonizzati con AVV. Sedimentazione torbidity, sono riscontrabili circa tra C. di Remigio – C. Bertei – Cà del Lago.

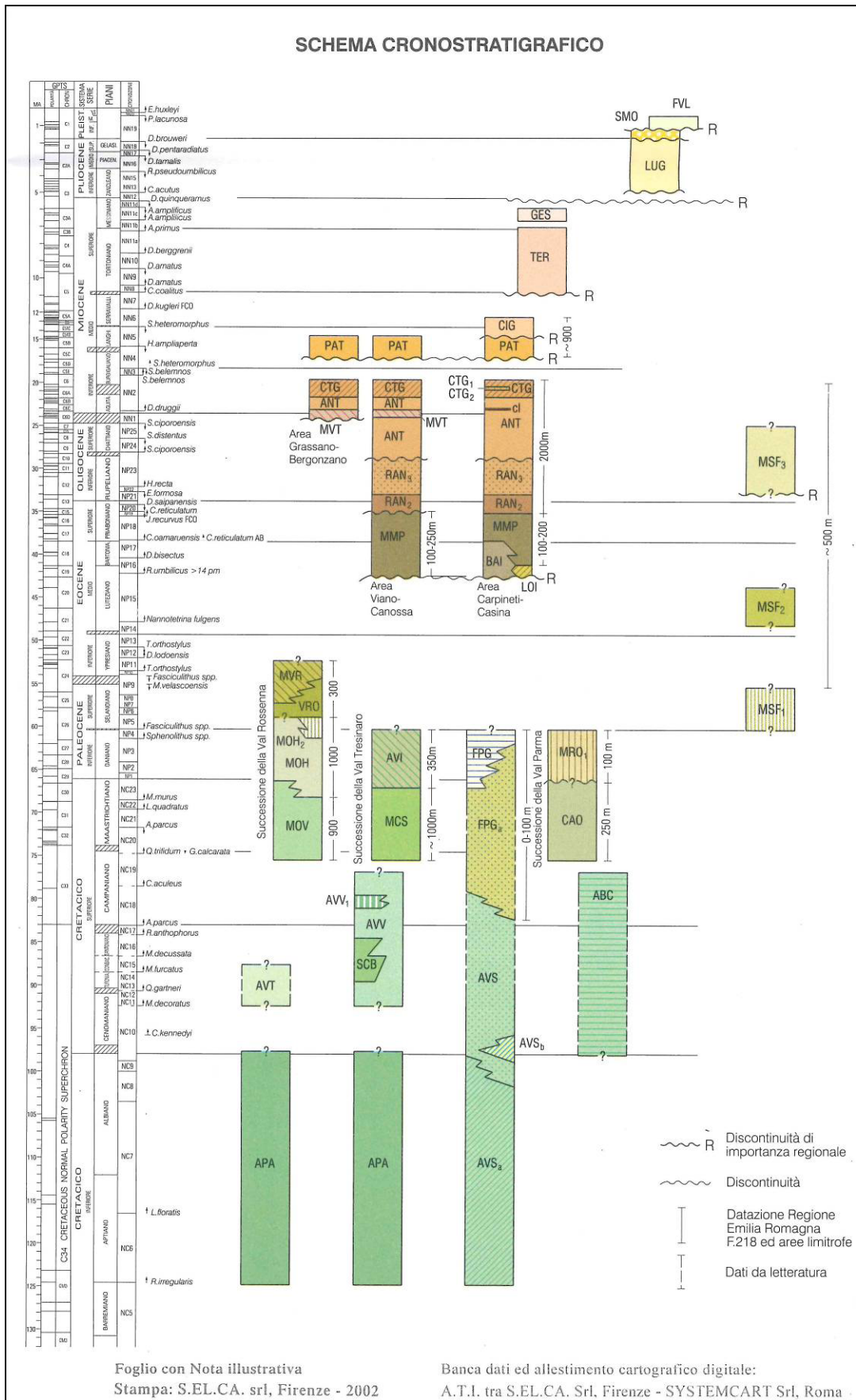
**ARGILLE A PALOMBINI - APA (Cretacico inf.)**

Argilliti grigio scure, tettonizzate, recanti “boudins” di calcilutiti biancastre, a luoghi silicizzate, pervasivamente fratturate. Presenti basalti in “pillow”. Potenza geometrica variabile da alcune decine di metri. Contatti ovunque tettonici. Sedimentazione pelagica argillosa, intervallata da risedimentazione di fanghi carbonatici, sono presenti in sponda meridionale del T. Tassobbio circa 1 km a nord si Legoreccio.

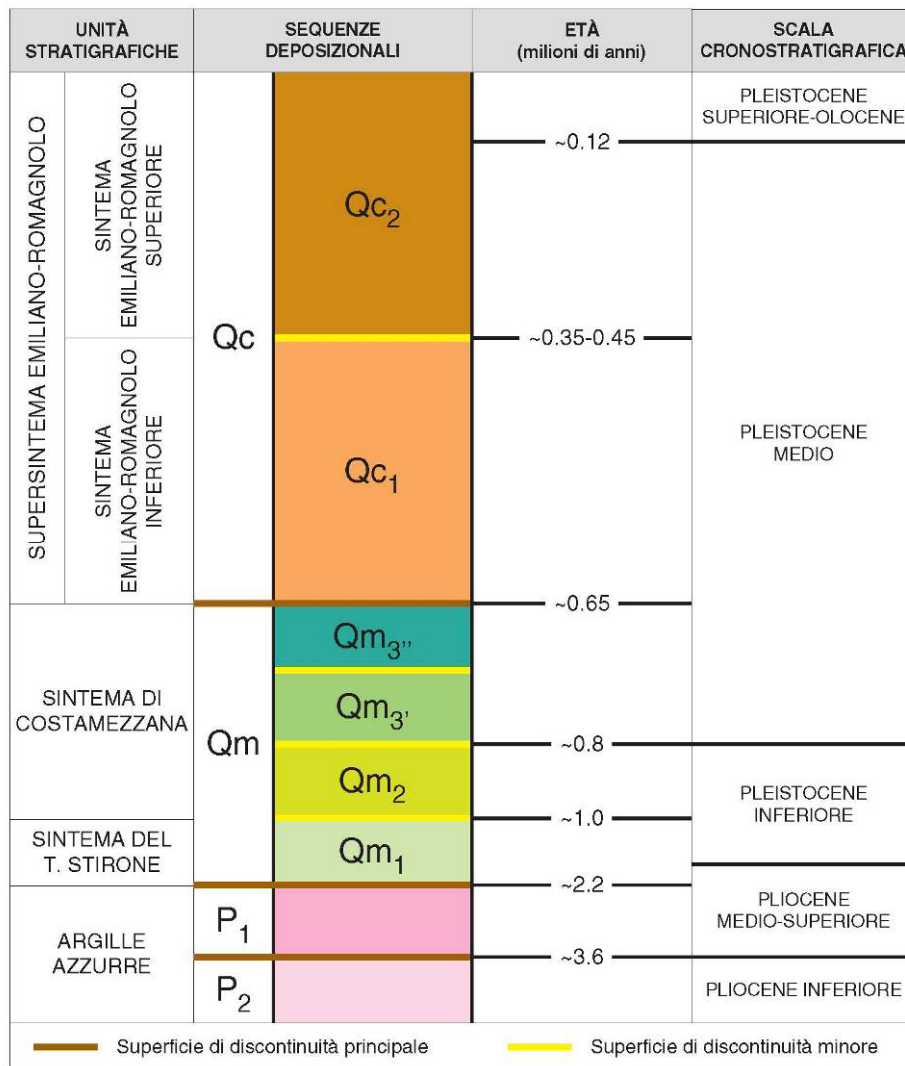
**COMPLESSO DI CASANOVA (ccvb)**

Argille a struttura primaria caotica (debris flow e mud flow) con subordinati inclusi lapidei, messa in posto per colate sottomarine di fanghi e detriti; si riscontrano in sponda sinistra del T. Tassobbio in prossimità di M.no di Chiccino.





DATAZIONI IN Ma	UNITA' DELLA SCALA STANDARD					ALTRE UNITA'	UNITE LOCALI E NOMI ABBANDONATI	
	EON	PERIODI	EPOCHE	ETA	SISTEMI			
								SERIE
1.8 5 24 37 53.5 65	C E N T E R Z I A R I O	QUATERNARIO	OLOCENE	VERSILIANO	FLANDRIANO	IRECENTE		
			PLEISTOCENE	TIRRENIANO MILAZZIANO SICILIANO EMILIANO CALABRIANO	CROTONANO			
		NEOGENE	PLIOCENE	PIACENZIANO ZANCLEANO	SANTERAMO VILLAFRANCA	ASTIGIANO (TABIANANO)		
			MIOCENE	MESSINIANO TORTONIANO SERRAVALLIANO LANGHIANO BURDIGALIANO AQUITANIANO	PONTICO PANNONICO SARMAZIANO	ANDALUSIANO ELVEZIANO		
		PALEOGENE	OLIGOCENE	CATTIANO RUPELIANO	LATTORFIANO	TONGRIANO LUDIANO BARTONIANO LEONANO HAVERSIANO		
			EOCENE	LUTETIANO YPRESIANO	BIARRIZIANO CUSIANO SALICCIANO	ISPARNACIANO ELANDIANO		
		PALEOCENE	THANE TIANO MONTIANO DANIANO					
		96 143 212 247 289 367 416 446 509 575	M E S O Z O I C O	CRETACICO	superiore SENONIANO	MAASTRICHTIANO CAMPIANO SANTONIANO CONIACIANO TURONIANO CEOMANIANO		
					inferiore NEOCOMIANO	ALBIANO APTIANO BARREMIANO HAUTERIVIANO VALANGINIANO BERRIANO PORTLANDIANO KIMMERIDGIANO		ARGONANO THEALDANO PILRECHIANO
				GIURASSICO	MALM	OXFORDIANO		VOLGIANO CORALLIANO LUSTANANO
DOGGER	CALLOVIANO BATHONIANO BAJOCIANO AALENIANO							
LIAS	TOARCIANO			PLIENS BACHIANO SINE MURIANO HETTANGIANO		CHARNOUETHIANO LOTHARINGIANO	ORNEBIANO CARLEIANO	
	RETICO			superiore NORICO CARNICO				
TRIASSICO	medio LADINICO			ANISICO		TRIFALICO ALICO LONGORANDICO FAS SANGIO ILLESCO PEL SONECO BRINICO ANATOLICO EGEICO	RAVILIANO KUPFERVÖLCK MUSCHEL- KALK	
	inferiore SCITICO			TATARIANO		WEIßENANO	BURTSANDSTEIN	
PERMIANO	superiore RAZANIANO			RUNGURIANO ARTINSKIANO SARKHARIANO		THURNINGIANO	ZECHSTEIN	
	inferiore SILESIANO			DRENBURGIANO GZELIANO MOSCOWIANO BASHKIRIANO SERPUKHOVIANO		SASSONIANO AUTUNIANO	ROTLIEGENDES	
CARBONIFERO	DINANTIANO	TOURNAISIANO		STEFANO WESFALIANO NAMURIANO				
	superiore FAMENNANO	FRASNIANO GIVETIANO EIFELIANO						
DEVONIANO	inferiore EMSIANO	SIEGEMANO GEDINIANO PRIDOLIANO		COUZYANO	REHANO COBLEZIANO			
	SILURIANO	superiore LUDLOVIANO			IGOTLANDIANO			
ORDOVICIANO	inferiore LLANDOVE RIANO	VALENTIANO						
	superiore ASHGILLIANO	CARADOCIANO						
CAMBRIANO	inferiore LLANDEILIANO	LLANVIRNIANO ARENIGIANO SKIDDAVIANO						
	superiore TREMADOCIANO				(POTSDAMIANO) (ACADIANO) ROEGIANO			



	ANNI	PERIODI GEOLOGICI	PERIODI STORICI	CIVILTÀ E CULTURE		
STORIA	1.200	POSTGLACIALE	ALTO MEDIOEVO	Età Carolingia (800-900) v. XII Età Carolingia (VIII-IX) Età Bizantina-Longobarda (VI-VIII) Età Romano-Barbarica (V-VI)		
	476			Età ROMANA	Impero [27...] Età Severiana Età Antoniniana Età Adrianea Età Traiana Età Augustea e Claudia	
	100		POSTGLACIALE	ETÀ DEL FERRO	Civiltà Etrusca (...700-100) Villanoviana (...800-500) Proto-Romana (1.100-900)	
	900				ETÀ DEL BRONZO	Culture della Terracena (1.450-1.100) Culture di Polada (1.750-1.450)
	1.800				ENEOLITICO	Culture di Remedello (2.500-1.800) Culture del vaso campaniforme
	2.800				NEOLITICO	Culture della Lapce (3.000-2.500) Culture del vaso a bocca allungata (3.800-3.500) Culture di Fiorano (...4.500 ?)
	5.300		TARDOLACIALE	EPILITICO	a Mesolitico (industria microlitica)	
	6.300				PALEOLITICO SUPERIORE (?)	Madrassiano (10.000-9.500) Solutriano (18.000-17.500) Perigordiano (32.500-30.000)
	11.300		PALEOLITICO MEDIO	Aurignaziano (32.000-20.000)		
	14.000			WORM		Madrassiano Acheuleano finale
30.000	INTERGLACIALE	PALEOLITICO INFERIORE	Acheuleano superiore (300.000-100.000)			
75.000			Acheuleano medio (400.000-300.000)			
120.000	INTERGLACIALE	PALEOLITICO INFERIORE	Acheuleano inferiore (700.000-400.000) Abbevilliano			
250.000			Industria di scheggia senza microliti			
300.000	INTERGLACIALE	PALEOLITICO INFERIORE	Protevaldiano Clactoniano			
500.000			Protevaldiano Clactoniano			
700.000	INTERGLACIALE	GENÈZ	Protevaldiano Clactoniano			
700.000	GENÈZ		Protevaldiano Clactoniano			
				Palaeo Culture		

Da: AA.VV. Prov. RE, 1989



## **6 MODELLAZIONE SISMICA**

### **6.1 CARATTERISTICHE STRUTTURALI E SISMOTETTONICHE**

Le caratteristiche principali dei terreni affioranti nel territorio sono diversità di assetto, stile e comportamento tettonico.

Le unità stratigrafiche presenti nella zona a cui appartiene il territorio di Vetto, sono rappresentate principalmente dalla Successione Epiligure (80%) ed in subordine dalle Unità del Dominio Ligure (20%) che formano le porzioni meridionali e settentrionali della superficie comunale. Le unità quaternarie continentali, che rappresentano le litozone generalmente più influenzate dal moto sismico, costituiscono circa il (30%) del territorio

Le sopracitate unità tettoniche, differenziate durante la fase ligure, nella quale si è verificato lo scollamento dalle successioni stratigrafiche ad esse sottostanti (Formazioni Pre-flysch), costituiscono la struttura a thrust in cui si distingue il susseguirsi di anticlinali embriciate vergenti a nord, ulteriormente dislocate da faglie dirette in genere anti appenniniche, che a zone hanno coinvolto anche i depositi pliocenici e quaternari.

Tali fattori nella fascia di transizione tra le strutture del margine appenninico, caratterizzato da fasi in sollevamento, e la zona della pianura (dove sono coperte dai depositi quaternari) prevalentemente soggetta a processi subsidenti, hanno generato una fascia di faglie e/o flessure a direzione appenninica, denominata Lineamento Frontale Appenninico nel quale le unità sovrascorse ed embriciate hanno indotto duplicazione delle strutture e coinvolto i depositi pliocenico quaternari.

### **6.2 INQUADRAMENTO SISMOTETTONICO**

L'assetto strutturale delle unità litologiche che formano il territorio di Vetto è relativamente meno scompaginato rispetto ai comuni a sud ed a nord dello stesso e le prevalenti unità qui affioranti costituiscono la sinclinale Scurano – Vetto – Rosano – Carpineti che presenta asse orientato ovest – est con immersione ad est.

I termini che formano detta struttura, appartengono alla Successione Epiligure con tendenziale predominanza del gruppo Bismantova.

Nelle fasce meridionali, sud del T. Atticola, e settentrionali, tra T. Tassobbio e Cantoniera – Scalucchia – Casalecchio – M.no Ferrari, caratterizzati dalla unità del Dominio Ligure, l'assetto è più complesso e scompaginato con disposizione a litozone sovrascorse ed embriciate che denotano geometrie antiformali a meridione dell'allineamento Temporia – Vigolo; queste ultime si rimarcano ulteriormente procedendo in direzione sud come osservabile circa tra Ramiseto – Succiso e Monte Acuto; analoghi assetti si evidenziano nella fascia settentrionale dell'area comunale a nord di Scaluccia – Cantoniera e si accentuano maggiormente in territorio di Canossa.

La parte centrale del territorio di Vetto è caratterizzata da un assetto a sinclinale con asse ovest est che si immerge in direzione orientale.

Dal punto di vista strutturale, nella fascia dell'appennino reggiano in oggetto, le principali linee tettoniche sono orientate in direzione appenninica (NW-SE), e sono ubicate principalmente nel settore meridionale del territorio esteso nord est sud est circa compreso tra Ranzano – Temporia – sud di Groppo – Monteduro – Frassinodolo e tra Busana – Ramiseto – Selvanizza - Musiara.

Analoghe condizioni si riscontrano nella fascia settentrionale a nord di Donadiola – Legoreccio – Cantoniera.

Detta conformazione rappresenta la parte attualmente affiorante del sistema a thrust che durante il Miocene ed il Pliocene ha permesso l'embriciamento dell'appennino.

Un altro importante sistema di linee tettoniche è quello trasversale a direttrice antiappenninica, localmente osservabile circa secondo l'andamento del Rio Maillo da Mozzuolo – Rosano – Roncolo – Trinità.

I principali elementi tettonici lineari del sistema dislocativo appenninico che interessano il territorio di Vetto sono:

- *linea Castelmozzano – Compiano – M. Staffola*: è costituita da una faglia diretta estesa in direzione ovest est che interessa l'estremità settentrionale dell'area comunale tra Buvolo e Compiano.

- *linea Moragnano – Celso – Temporia – Monteduro – Frassinodolo*: si estende in direttrice nordovest – sudest, interessando la fascia all'estremo meridionale del territorio comunale, circa secondo la direzione C. Bertei – C. di Remigio.

- *linea Castelnovo ne' Monti – Trinità – Rossenna – Bedogno*: si estende in direttrice sud – nord, interessando il settore orientale del territorio comunale circa tra Maillo – confluenza Tassobbio – Rio Maillo.

- *Linea Passo della Cisa – Pugnetolo – Capoponte – S. Polo D'Enza*: si estende in direzione sud ovest – nord est dal Passo della Cisa a Pugnetolo e prosegue intersecando il T. Parma in prossimità di Capoponte/Pastorello prolungandosi successivamente sino a S. Polo d'Enza; transita circa 12/10 km a nord ovest del confine comunale occidentale di Vetto.

- *Linea dell'Enza*: estesa in direttrice ovest sudovest – est nordest circa da Ienza/Currada a Cerezola – Ciano – S. Polo D'Enza – Bibbiano– Barco, interessa la parte settentrionale del territorio comunale.

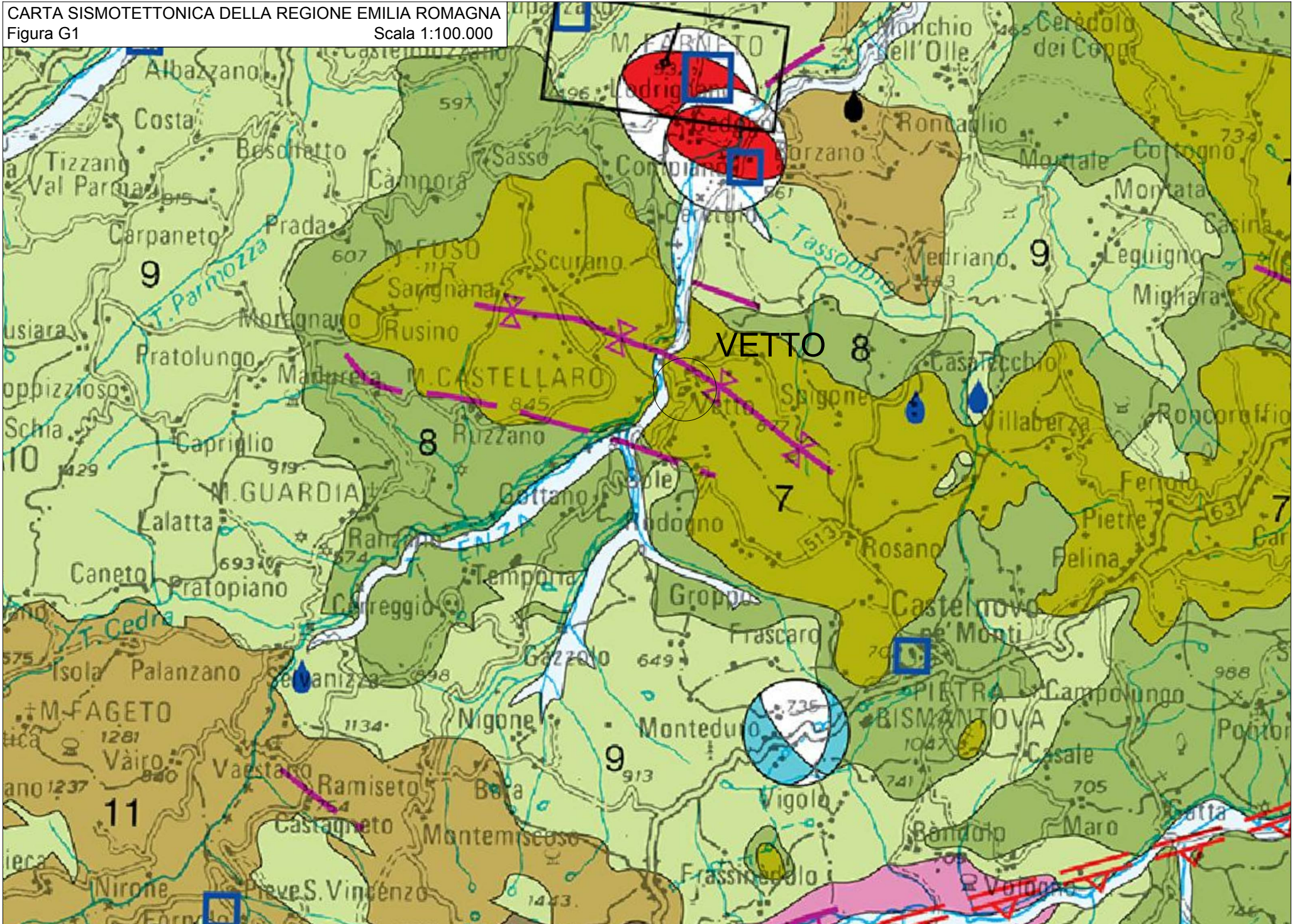
- *Linea Castelnovo ne monti – Felina – Carpineti – Baiso*: si estende in direzione ovest sud ovest – est nord est, circa da Frascati a Felina – Baiso e non coinvolge direttamente il territorio comunale.

- *Linea Bellaria – Schiezzo*: si estende in direzione sud–nord secondo dette località ed in tale fascia nel sisma del 06/2013 si sono verificati effetti di doppia risonanza.

Le linee tettoniche sopra descritte sono state interessate da processi deformativi in periodi pliocenico quaternari denotando quindi caratteri neotettonici.



CARTA SISMOTETTONICA DELLA REGIONE EMILIA ROMAGNA  
Figura G1  
Scala 1:100.000





Di dette linee quelle relativamente meno recenti sono rappresentate dalla Linea Castelnuovo ne Monti – Trinità – Rossena, Linea Compiano – Ciano, Linea Castelmozzano – Compiano – M. Staffola, Linea Moragnano – Temporia – Frassinodolo, costituite da sovrascorrimenti di età mio-pliocenica successivamente riattivate (M. Boccaletti, L. Martelli, 2004).

Sono classificate strutture attive nel quaternario (L. Martelli et Alii; 2016)

- Linea del Secchia da Collagna a Gatta – San Michele dei Mucchiotti; sovrascorrimento antiappenninico.
- Linea Passo della Cisa – Pagnetolo – Capoponte/Pastorello – S. Polo D’Enza; sovrascorrimento antiappenninico.
- Linea Cerreto d’Alpi/C. Piagneto – Valditacca – Pracchiola; faglia diretta appenninica.
- Linea Giuncagnano – Comano – Treschietto – Valle – Molinello; faglia diretta appenninica.
- Linea Lesignano Bagni – S. Polo D’Enza – Puianello – Casalgrande – Sassuolo; sovrascorrimento appenninico.
- Linea del T. Enza da Compiano a S. Polo d’Enza – Barco; faglia diretta antiappenninica.

È inoltre attribuita attività al fronte di accavallamento dal basamento transitante circa 8/10 km a sud del territorio comunale con direzione nord ovest sud est secondo l’allineamento Musiara Superiore – Selvanizza – Ramiseto – Busana.

### **6.3 Attività tettonica**

Le analisi relative alle strutture profonde redatte nell’ambito dell’elaborazione della *Carta Sismotettonica della Regione Emilia Romagna* (M. Boccaletti, L. Martelli; 2004 – L. Martelli et Alii; 2016) indicano attività delle linee sopra descritte e del Fronte di Accavallamento del Basamento.

In detti elaborati sono inoltre evidenziati epicentri sismici tra Buvolo e nord di Cedogno con magnitudo:  $4.89 < M_w < 5.46$  (06/2008) e tra Terminaccio e Cerreto (circa 7,5 km a sud est di Vetto capoluogo) con  $M_w = 4.07$  (1992); di tali sismi quelli del 2008 (profondità -22,9/-23,7 km) sono stati originati da stress compressivi generati da una faglia con lunghezza di 4,9 Km e larghezza di 3,9 Km orientata ovest nordovest – est sudest; l’evento del 1992 (profondità -9,7 km) con epicentro tra Terminaccio e Monteduro/Cerreto, da meccanismi locali distensivi trascorrenti generati da una faglia con direzione sud sudovest – nord nordest.

Nell’area circostante il territorio di Vetto sono inoltre individuati epicentri sismici con  $4 \leq M < 5$  in: Castelnuovo ne Monti Capoluogo, prossimità di Lupazzano (PR) di San Michele Cavona (PR), vicinanza di Casalina/Mulino Vecchio (PR), tra Rividulano e Pietraguarcola (PR), tra Sivizzo e Corniglio (PR).

L’attività sismica nell’area in oggetto è prevalentemente correlata alla fascia deformativa dei fronti di accavallamento delle pieghe del medio alto appennino che si estendono in direttrice ovest nord ovest – est sud est.

In dette strutture la principale zona delle sorgenti sismogene composite alla quale appartiene il territorio di Vetto è rappresentata dalla fascia Le Bore – Montefeltro – Fabriano – Laga, con  $Mw_{max} = 6,2$ , che include la zona sismogena individuale Neviano degli Arduini alla quale è attribuita  $Mw_{max} = 5,4$ ; l'area in esame risente inoltre degli effetti indotti dalla zona sorgente Langhirano – Sassuolo, che si estende immediatamente a settentrione di Vetto, alla quale è attribuita  $Mw_{max} = 5,9$ , e da quella a nord ovest della fascia sorgente San Giorgio Piacentino – Fornovo di Taro con  $Mw_{max} = 5,5$ . Una importante influenza sugli effetti conseguiti nella fascia del medio – medio alto appennino reggiano è correlata alle zone sorgente sismogene composite della Lunigiana con  $Mw_{max} = 5,8$ , e della Garfagnana con  $Mw_{max} = 6,4$ .

Nel territorio in analisi la sismicità è connessa sia all'attività dei processi deformativi che interessano le strutture superficiali nei primi 15 km del sottosuolo, prevalentemente collegate a meccanismi focali distensivi e trascorrenti, ed alle deformazioni compressive delle strutture medio profonde (15 ÷ 25 km) e profonde (25 ÷ > 35 km).

## 7 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Il territorio del medio appennino è stato interessato, in epoche passate, da azioni modellatrici che hanno inciso e profondamente modificato le morfologie preesistenti all'*Olocene*.

Gli agenti di maggior influenza sono stati le acque di scorrimento, la gravità e processi di dissoluzione e, non da ultimo, l'uomo che, sia in periodi storici che attualmente, ha profondamente variato le forme naturali proprie del territorio.

L'area in analisi, durante l'ultimo periodo glaciale: *Wurm* era sita al di sotto del limite delle nevi persistenti (stimato prossimo circa a 1500 m slm), nei territori a valle del margine dei ghiacciai che scendevano dal crinale appenninico (M.te Cusna e Alpe di Succiso).

L'aspetto del paesaggio era quindi in parte di prateria alpina con zone a vegetazione praticamente assente, tipico di ambiente morfoclimatico periglaciale, ed in parte con presenza di selva di conifere sostituite nelle zone a quote più basse da coperture arboree e arbustive a macchia.

In periodi precedenti all'ultimo glaciale a zone si erano depositati materiali correlabili ad ambiente freddo rappresentati dai sedimenti eolici, attribuibili al *Riss* quali quelli osservabili nelle aree a settentrione di Vetto nei pressi di Selvapiana – Pradella – Cà di Vento, attualmente siti a quote più alte di circa 200 ÷ 230 m rispetto al fondovalle del T. Enza. Alcuni brandelli residuali di deposito, rilevati 0,5 ÷ 0,9 km a sud di Trinità e ad analoga distanza da Sanatorio, sono dubitativamente attribuiti a processi crionivali in ambiente periglaciale correlato al *Wurm*.

Durante il periodo wurmiano i territori di Vetto – Castelnovo nè Monti erano caratterizzati da ambiente morfoclimatico periglaciale ed in subordine con a selva di conifere nelle zone a quote più basse. I depositi caratteristici di detto ambito, ampiamente studiati (cfr. *Geomorfologia dell'area costante la Pietra di Bismantova*, G.S.U.E.G. Serv. Geol. It. XCVII, 1976; *Geomorfologia del Territorio di Febbio tra il Monte Cusna e il Fiume Secchia*, 1982, CNR

G.R. Geomorfologia), sono attualmente rappresentati da relitti di più ampie superfici topografiche di glacis, che si estendevano radialmente a partire dalle dorsali arenacee scolpite nelle Arenarie di Vetto e Formazione di Cigarellino, che spiccavano nel territorio. La loro genesi è stata favorita dall'assetto strutturale del Gruppo di Bismantova che ha inoltre consentito la locale preservazione di brandelli di detti depositi.

L'ubicazione di tali sedimenti, generalmente rilevabili attualmente in posizione di spartiacque ed a luoghi di cocuzzoli, e le loro caratteristiche litologico sedimentarie e di spessore, li distinguono inequivocabilmente dai più recenti accumuli di frana, che si ubicano in settori di versante mediano o di fondovalle. Questi ultimi ammassi gravitativi sono inoltre costituiti da elementi litologici eterogenei immersi in una massa di fondo essenzialmente argillosa e non si evidenziano strutture o assetti sedimentari significativi relativamente ai blocchi lapidei.

Nel territorio di Vetto compreso tra Rosano – Voglione – Corte – La Capanna – Rodogno – Tizzolo – Costaborga – M. della Terra e l'area Rio Ariulette – Il Monte – Maiola – Donadiola – Roncolo – Maillo, si può ricondurre l'aspetto periglaciale del paesaggio wurmiano ad ampie superfici topografiche, con andamento regolare e blandamente degradante verso fasce di impluvio del paleoreticolo idrografico wurmiano, nel quale spiccavano le dorsali rocciose di M. Berghinzone - M. Piano – M. Ferminosio – M. Pineto – M. Marola – M. Faillo – Costaborga – M. Della Tana, che suddividevano in “microbacini sedimentari” il territorio.

In funzione dell'assetto geomorfologico, morfologia dei depositi e loro spessore: 15/25 m, sono attribuibili a detto ambiente periglaciale i depositi che formano la superficie ad alto piano attualmente terrazzata alla quale appartiene il capoluogo.

Successivamente al *Wurm* e durante l'*Olocene antico*, le condizioni climatiche sono progressivamente mutate dapprima in Boreali e poi Atlantiche, con conseguente scioglimento dei ghiacci e formazione di corsi d'acqua sempre più imponenti. Questi ultimi hanno progressivamente inciso i depositi wurmiani, separando i lembi il glacis precedentemente formatosi sempre più terrazzato.

I depositi che si erano formati in detti ambienti sono stati quasi completamente smantellati dalle azioni erosive delle acque e delle gravità.

In relazione alla posizione morfologica delle parti residuali della sopraddetta superficie, tra Cola e Voglione 0,5 – 1,0 km a nord dell'attuale corso del T. Atticola, che ha generato incisioni d'alveo sino a quote sottostanti di circa 120/150 m rispetto ai depositi periglaciali, si evince che dalle fasi terminali del *Wurm* ad oggi, si sono sviluppate incisioni con velocità media di 1,0 – 1,2 cm/anno.

I brandelli di versante meno recenti attribuibili al *Riss* correlabili ad ambiente freddo rappresentati dai depositi eolici, presenti a settentrione del T. Tassobbio nei pressi di Selvapiana – Pradella – Ca' del Vento, in territorio di Canossa, sono attualmente ubicati a quote più alte di circa 220 ÷ 240 m rispetto al fondovalle del T. Enza circa 0,8 – 1,0 km ad ovest.

Considerando che a La Trinità e Sanatorio sono stati individuati i depositi dubitabilmente attribuiti a processi crionali wurmiani, le altezze di incisione sopra descritte indicano che le fasi erosive nella zona in oggetto si sono sviluppate principalmente successivamente al *Wurm*.

L'avvicinarsi delle condizioni climatiche sopra descritte, diverse dalle attuali, ha generato processi gravitativi, correlati a fenomeni di rammollimento e plastizzazione di litotipi essenzialmente argillosi – argilloso limosi, sia nelle zone di sorgenza per contatto che per saturazione dei pendii.

Di detti processi, influenzati con tutta probabilità anche da eventi sismici, in alcune zone attualmente non sono in evoluzione o parzialmente stabilizzati, quali quelli osservabili nord est di Gottano, a nord di Costaborgo, ad ovest di Spigone, ad est di Rodogno.

Nell'area in esame sono altresì rappresentati processi di frana attiva, che coinvolgono una percentuale di territorio non elevata rispetto ai comuni contermini, con presenza anche di imponenti fenomeni franosi. La diffusione territoriale dei processi di frana denota un elevato grado di correlabilità con l'assetto geologico strutturale e caratteristiche litologiche dell'area comunale, come evidenza in pratica la quasi assenza di frane nel territorio compreso tra il T. Atticola, Rio Maillo, T. Tassobbio, M. Marola, M. Faillo, costituito dal nucleo della sinclinale di Vetto formato dalle rocce del Gruppo Bismantova che caratterizzano detta zona con paesaggi di alta montagna. Fanno eccezione a ciò le fasce latitanti i torrenti Atticola – Tassobbio e Rio Maillo in corrispondenza dei quali sono presenti ammassi di origine gravitativa sia quiescenti che attivi.

## **8 FORME, PROCESSI E DEPOSITI**

Le condizioni che influenzano principalmente le amplificazioni del moto sismico in superficie sono correlate agli spessori e variazioni laterali in potenza dei depositi che rivestono i versanti ed i fondo valle, alla fratturazione delle rocce di substrato e loro diverso grado di consistenza/addensamento, cementazione, assetto strutturale, agli assetti topografici prevalentemente correlati ai differenziati grado di resistenza all'erosione delle unità rocciose.

In funzione di quanto esposto sono stati schematicamente discretizzate le principali litozone – morfologie che possono essere soggette ad amplificazione del moto sismico in superficie.

### **8.1 Depositi Colluviali**

Sono costituiti da materiali a granulometria variabile dalle argille – limi – sabbie alle ghiaie spigolose, a classazione da grossolana ad assente ed occupano posizioni morfologiche diverse.

Tendenzialmente si localizzano al fianco ed in prossimità dei piedi dei versanti e generano superfici con inclinazione da media a medio bassa ( $20^\circ \div 10^\circ$ ).

Sono caratterizzati da spessori modesti mediamente compresi tra 2 e 4 m, localmente giungono a 5/6 m, velocità di propagazione delle onde di taglio generalmente variabili tra  $V_s = 180/220$  m/sec e 300 m/sec, presentano grado di consistenza di solito oscillante da medio a medio basso:  $N_{20} = 4/6 \div 8$ .

Si rilevano diffusamente in tutto il territorio comunale e tendenzialmente tendono a localizzarsi prevalentemente nelle zone centro occidentali, centro orientali ed in subordine nella fascia centro meridionale e settore nord orientale.

Le estensioni più significative si osservano alla intersezione tra Strada Laticola e l'omonimo Torrente, ad est di Rosano, ovest S. Stefano, Pineto, dintorni di Maiola, area del Capoluogo, ovest di Sole di Sopra, Gottano di Sotto.

### **8.2 Depositi fluvio torrentizi**

I depositi alluvionali presenti nel territorio sono costituiti da ghiaie sabbiose ad assetto embriciato grossolanamente gradato che formano fasce nastriformi che si estendono sia in direzione sud ovest – nord est che ovest est ai lati dei principali assi idrici e l'alveo degli stessi. Detti materiali che costituiscono le fasce nastriformi dei terrazzi alluvionali sono caratterizzati da presenza di componenti sabbiose – sabbioso limose in percentuale nettamente subordinata rispetto alle ghiaie e pertanto non sono soggetti a potenziale pericolosità di liquefazione.

I depositi alluvionali sono principalmente rinvenibili in corrispondenza dell'asta del T. Enza che attraversa formazioni a resistenza all'erosione relativa media nel settore meridionale occidentale del territorio circa tra il confine sud del comune e la confluenza del



T. Lonza, dove si rinvencono le alternanze arenaceo pelitiche della formazione di Ranzano - Varano de Melegari (RAN3). In tali litozone ha generato un alveo fluviale relativamente ampio, con dimensioni trasversali corrispondenti mediamente a circa 300 m; analoghe caratteristiche si osservano nella fascia settentrionale del comune, nel tratto fluviale circa compreso tra confluenza del Rio della Merma al T. Enza e Buvolo - Compiano, dove si rinvencono le Argille Varicolori della Val Samoggia (AVSc), brecce argillose (FPGb), il Flysch di Montecassio (CAO) e formazione di Monta Staffola (MSF2) intensamente tettonizzati. In detti settori i processi torrentizi, hanno generato in ampio sistema alveo - terrazzi con larghezza di 400 m a sud e di 400 ÷ 500 a nord e che giungono a larghezze complessive corrispondenti a 700 ÷ 800 m, all'altezza del tratto Buvolo - Compiano.

Nel tratto del T. Enza compreso tra la confluenza ad esso del T. Lonza e l'allineamento C. Cantoniera - Montroni (PR) l'asta fluviale presenta una sezione d'alveo relativamente stretta, 100 ÷ 200 m, ed è delimitata da verticali scarpate correlate all'elevato grado di resistenza all'erosione delle rocce arenitiche ivi presenti (CIG3), che conferiscono alla fascia valliva un assetto a canyon.

Alla confluenza dei torrenti e rii minori con il principale asse idrico: T. Enza si sono formate conoidi alluvionali, attualmente non in evoluzione come all'immissione allo stesso del T. Tassobbio tra Buvolo e Compiano ad alla confluenza del T. Lonza in prossimità di M.no di Stabbio, la conoide del T. Atticola alla sua confluenza al T. Lonza in località Laticola - M.no gli Oppi, quella del F.sso Rimale all'affluenza al T. Atticola a nord di Vidiecto di Sotto, la conoide minore del Rio Maillo alla sua confluenza al T. Tassobbio.

Gli spessori maggiori dei depositi alluvionali terrazzati si riscontrano nel tratto settentrionale del T. Enza ed all'affluenza del T. Tassobbio dove giungono 14/16 m, nella conoide di quest'ultimo 10/15 m, e sono contraddistinti da velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio corrispondenti a  $V_s$  270 ÷ 350 ÷ 400 m/sec. e presentano grado di consistenza e densità relativa medio elevati.

Gli analoghi depositi dei torrenti affluenti al T. Enza: T. Lonza, T. Atticola, presentano spessori generalmente compresi tra 2 e 5 m e sono contraddistinti da equivalenti valori di  $V_s$  e consistenza.

### **8.3 Depositi Crionivali o da geliflusso**

Sono rappresentati da superfici debolmente inclinate, a diverso grado di conservazione, che formano ripiani blandamente inclinati, oppure costituiscono affioramenti in lembi residui a quote tra loro correlabili; tali depositi sono generalmente ubicati su dorsali non direttamente raccordabili dal punto di vista morfologico con le zone dove si sono generati i detriti ed attualmente risultano posizionati in ambiti di inversione di rilievo rappresentati da modesti crinali secondari o superfici ad altopiano.

Sono formanti in prevalenza da materiali limoso argillosi inglobanti massi, blocchi e ciottoli lapidei a morfologia sub angolare, sub arrotondata; le dimensioni sono varie e la disposizione è tendenzialmente caotica, ma generalmente contraddistinta dalla prevalenza percentuale degli assi maggiori dei clasti orientati secondo le linee di massima pendenza del

versante, sono inoltre caratterizzati, in modo non molto diffuso, da strutture correlate a rimaneggiamenti per azione delle acque incanalate.

La messa in posto di tali depositi, in funzione delle quote che li contraddistinguono, delle relative posizioni morfologiche e delle caratteristiche climatiche che hanno interessato in passato il settore appenninico in oggetto, sono attribuibili a sedimentazioni sviluppatesi in un sistema morfoclimatico periglaciale (*Wurm*); brandelli di detti depositi indistintamente identificati come: Depositi Glaciali e Periglaciali o Depositi Eluvio-Colluviali (legenda CARG) nella cartografia geologica RER, sono presenti tra Cola e Voglione, est di Codenna, a sud di Maiola e sud - sudovest di Roncolo, crinale nord est di Possa e sud ovest di Donadiola, a nord di Donadiola, tra Rodogno – La Capanna – Cà dell’Orso – Tissolo; si riscontrano inoltre in isolati brandelli ad est di M.no della Pigna e nel crinaletto tra M.no della Rocca e T. Enza.

A depositi di ambiente periglaciale sono attribuibili, sebbene non osservabili in superficie blocchi o massi orientati, in funzione dell’assetto ad altopiano, della morfologia dei crinali che circoscrivono l’area tra Costa – Il Casone – Bresse e degli spessori individuati in base alle prospezioni geofisiche corrispondenti a 15-25 m, assenza di correlabili nicchie di frana, i materiali che formano la zona ad altopiano sede del capoluogo.

I depositi periglaciali presenti in zona sono principalmente ubicati in crinali secondari costituiti da rocce argilloso marnose quali formazione di Cigarello – Marne di Antognola, soggette a processi di rammollimento superficiale per azioni di gelo – disgelo e che mantengono comportamento consistente alle sottostanti profondità, ubicate in adiacenza a litozone prevalentemente arenitiche soggette a processi di crioclastismo quali le Arenarie di Vetto e Formazione di Ranzano prevalentemente arenitica – arenaceo pelitica.

#### **8.4 Forme Strutturali**

Le forme del paesaggio direttamente correlate alla struttura del territorio: litologia ed all’assetto tettonico delle formazioni che lo costituiscono; in funzione degli effetti di focalizzazione delle onde sismiche in superficie per assetti della topografia, dei più accentuati processi di detensionamento dei materiali rocciosi in corrispondenza delle scarpate e pendii più o meno acclivi e loro maggior grado di fratturazione, possono determinare accentuate amplificazioni del moto sismico in superficie.

Ne consegue che l’individuazione delle forme legate alle strutture costituisce un elemento base di principale importanza nelle analisi di microzonazione sismica.

Per quanto riguarda le rocce più resistenti si rilevano accentuate inclinazioni di pendio, condizionate prevalentemente da fenomeni di erosione selettiva, come è evidente per le formazioni prevalentemente arenitiche che costituiscono la parte centrale del territorio comunale circa tra Vetto capoluogo, Rosano, Maiola, M. Castellano, Scalucchia, Valorba, Cantoniera, T. Enza, che formano zone di nucleo – asse della sinclinale di Scurano - Vetto – Carpiteti.

Analoghe morfologie selettive caratterizzano le rocce arenacee – arenaceo marnose della Formazione di Pantano nella zona tra Roncolo e Donadiola ed i simili assetti, ma con rilievo

meno energetico, nei versanti ovest ed est del crinale Gottano di Sopra – di Sotto, costituito dalle alternanze arenitico pelitiche della Formazione di Ranzano (RAN3 – RAN3a – RAN 2).

Un elevato grado di condizionamento sull'assetto del reticolo idrografico è stato esercitato dal grado di erodibilità delle rocce, unitamente al loro assetto strutturale, come evidenzia l'andamento del T. Tassobbio che da M. Venere, alla confluenza del Rio Maillo, a Caiola e della sua affluenza al T. Enza, incide il proprio alveo in tipi litologici a medio basso – basso grado di resistenza meccanica quali Argille Varicolori, Argille a Palombini, Argille a Blocchi, Breccie Argillose, costituendo un appariscente sistema di processi di cattura fluviale. Analogo comportamento denota il Rio Maillo che con forma arcuata incide le Argille Varicolori circa tra Codena e la sua affluenza al T. Tassobbio.

Controlli che hanno prodotto effetti simili sono stati esercitati dalle caratteristiche strutturali delle formazioni litologiche che costituiscono il territorio, assetto a sinclinale, e dal sistema di fratture che lo scompone, come denotano il T. Atticola ed il T. Lonza ad il tratto d'asta fluviale del T. Enza circa tra Vetto d'Enza e C. Cantoni.

### **8.5 Processi superficiali**

Comprendono i processi che coinvolgono spessori di versante compresi tra 1/2 m a volte 3/4 m dall'interfaccia aria – suolo. Gli elementi che ne condizionano lo sviluppo e la tipologia sono: struttura, tessitura e litologia delle formazioni rocciose, acclività dei pendii, condizioni climatiche, forza di gravità e presenza o meno di copertura vegetale. Sono variamente diffusi su tutto il territorio comunale e di norma si esplicano in modo più generalizzato nei tipi litologici prevalentemente argilloso – argillitici, marnoso pelitici e nelle alternanze pelitico arenacee con netta prevalenza pelitica che formano i settori meridionali – meridionali occidentali del territorio comunale a quelli settentrionali – settentrionali orientali; detti processi sono diffusi in percentuale rappresentata nettamente inferiore, nella parte centrale dell'area comunale dove interessano i depositi e le coperture quaternarie a composizione prevalentemente limosa – limoso argilloso sabbiosa.

### **8.6 Processi Profondi**

Rappresentano zone instabili o suscettibili di instabilità potenziale visualizzati della carta Geologico Tecnica come forme attive e forme quiescenti: di scorrimento, colata, complessa.

Gli ammassi di frana attiva di maggiori volumetria e dimensioni si riscontrano nel settore meridionale del territorio comunale tra il T. Lonza ed il T. Atticola costituito dalle litozone meno resistenti all'erosione: Argille Varicolori – Arenarie di Scabiazza – Marne di Montepiano.

Analoghe caratteristiche contraddistinguono la fascia settentrionale della superficie comunale prossima al T. Tassobbio – Rio Maillo formata da rocce a comportamento fragile:

Brecce Argillose della Val Tiepido – Canossa, Argille Varicolori della Val Samoggia, Argille Varicolori di Cassio, Argille a Palombini.

I corpi di frana di maggior estensione nella zona sud sono osservabili tra C. Cocconi, C. Bertei – C. Boni, Ca' del Lago, Groppo, Vidiceto ed il Fosso Rimale, dove si sviluppano per lunghezze di 2,1 ÷ 2,2 km e larghezze di 300 ÷ 350 m, classificabili a volumetria estremamente grande (Felli, 1994).

Tale zona è classificata come area a rischio idrogeologico molto elevato (Ex 267) e risulta perimetrata.

Un analogo processo di rilevanti dimensioni complessive, costituito da più corpi di frana tra loro coalescenti, si osserva nel versante ad ovest della strada Ca' d'Ottavio, Groppo, dove gli ammassi si estendono circa da C. Bertei a C. Grimelli, al T. Atticola, sviluppandosi per lunghezza di insieme di 1,8 ÷ 2 km e con larghezze, nelle varie unità che costituiscono i corpi di frana, corrispondenti a 100 ÷ 150 ÷ 250 m; in detto complesso franoso è inglobato un corpo di frana quiescente con lunghezza di circa 900 m, larghezza di 50 ÷ 150 m, spessore di 10 ÷ 15 m, localizzato circa tra Ca' d'Ottavio e l'allineamento La Maresia – C. Grimelli; tali ammassi sono classificabili a volumetria molto grande.

Altro processo di frana attiva di importanti dimensioni è presente tra Sole di Sopra e Sole di Sotto, circa tra il versante orientale – sud orientale di M. Faillo ed il Rio del Sole, dove l'accumulo si sviluppa in direttrice ovest est, per una lunghezza di circa 900 m e larghezza di 100 ÷ 150 m ed assume apertura a ventaglio al fronte raggiungendo 400 m di larghezza in corrispondenza del sopracitato rio, con spessore medio di 5/10 ÷ 15 m.

Un ulteriore corpo di frana attivo caratterizza il tratto di versante in destra Enza, tra lo stesso ed il capoluogo, a nord del Rio di Vetto.

Nella fascia settentrionale dell'area comunale in sponda meridionale del T. Tassobbio, sono diffusamente presenti corpi di frana attivi, con lunghezze generalmente comprese tra 200 ÷ 300 e 500 / 700 ÷ 900 m, larghezze oscillanti tra 50 ÷ 100 e 150 ÷ 200 m, che raggiungono larghezze di 300 ÷ 350 m nelle zone di corona di frana che alimentano gli accumuli e nelle fasce frontali dove tendono ad assumere forma a ventaglio; gli spessori variano generalmente tra 5 ÷ 15 m. In tale area gli ammassi di estensione e volumetria più rilevanti si riscontrano tra Vogliato e C. Cantoniera (ovest) tra Pignolo e est di Buvolo – T. Tassobbio, tra Caiolla e M.no di Chicchino; tra quest'ultimo, Scalucchia e T. Tassobbio; tra M. Lulseto, Legoreccio, Casalecchio, T. Tassobbio, tra il versante settentrionale di M. Castellaro, La Casetta ed il T. Tassobbio; simili processi sono presenti tra la Casetta e Rosati in sponda occidentale del Rio Maillo. Ammassi simili ma di minor entità relativa si riscontrano ad est ed a sud di Codena.

Discretamente diffusi, con dimensioni e volumetrie inferiori, risultano i processi di frana attiva lungo i versanti in sinistra e destra del T. Lonza circa tra Ca' Abate – Latticola – Gottano di Sopra – C. Corzano, tra Saldine e M.no di Stabbio; analoghe caratteristiche si riscontrano sui versanti di entrambe le sponde del T. Atticola e localmente in sponda destra del T. Enza.

Per quanto riguarda i fenomeni franosi che risultano essere attivi va osservato che questi non sono generalmente soggetti a movimenti continui ma di tipo discontinuo nel tempo e con

velocità variabili. In relazione a quanto esposto si evince che le forme di dissesto per colata, nelle quali non si è instaurato un reticolo idrografico superficiale gerarchizzato ed una copertura vegetale di tipo superiore, zone che sono contraddistinte da acclività del versante non congruente con i caratteri geomeccanici dei litotipi presenti, denotano che sussistono condizioni di instabilità anche se al momento dell'osservazione non sono palesemente manifesti movimenti. Questi tipi di dissesto coinvolgono pendii con substrato prevalentemente argilloso - argillitico o argilloso marnoso e quelli dove sono presenti coperture di materiali sciolti.

Frequentemente detti fenomeni si innescano in prossimità di sorgenti di contatto e/o in zone di impluvio che favoriscono, unitamente alle precipitazioni atmosferiche, forti saturazioni in acqua dei terreni.

L'effetto conseguente è un appesantimento dei materiali ed una diminuzione della loro resistenza al taglio che, quando la quantità d'acqua inglobata è notevole, determinano traslazioni analoghe a quelle dei fluidi viscosi generando vere e proprie colate di fango. Nei casi in cui le frane avvengono in prossimità di sorgenti di contatto, molto spesso i piani di movimento progrediscono verso monte coinvolgendo le unità lapidee, che sovrastano le argille e marne, in crolli più o meno estesi favoriti anche dal peso dei blocchi rocciosi. La conformazione tipica degli accumuli ha un netto sviluppo longitudinale con allargamento a ventaglio e corrugamenti nel fronte di frana. Questi tipi di movimento come sopra descritto, sono diffusi sui versanti delle zone meridionali e settentrionali, del territorio comunale.

## 9 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

### 9.1 Caratteristiche idrogeologiche

L'assetto delle formazioni della Successione Epiligure nel territorio di Vetto è caratterizzato da inclinazioni degli strati orientate principalmente nord – nord est nel settore meridionale dell'area comunale a settentrione dell'allineamento Rosano – Predella – Rodogno - Gottano ed in direzione sud – sud ovest nelle zone settentrionali a sud dell'allineamento Valorba – Scalucchia – Legoreccio – Donadiola.

Alla successione prevalentemente arenitica presente nel settore centrale del territorio subentrano nelle fasce settentrionali marne silicee stratificate (CTG) ed alternanze arenaceo – pelitiche (CTG1) inclinate in direzione sud, che sono sostituite immediatamente a nord da litozone argilloso – argillitiche (AVSc – APA – AVV) da brecce argillose (MVT – BAI5) e marne (ANT).

Analoghe condizioni caratterizzano i settori orientali – meridionali orientali nei quali alle areniti seguono peliti marnose (CIG), areniti (PAT – PAT4) e successivamente alternanze arenaceo pelitiche (CTG1) sostituite immediatamente ad est – sud est da marne (ANT), prevalentemente inclinate in verso ovest – nord ovest.

Simili aspetti contraddistinguono il settore meridionale nel quale le alternanze arenitico pelitiche della Formazione di Ranzano (RAN3), a luoghi con fasce arenaceo conglomeratiche (RAN2a), che presentano immersione ad est – nord est a settentrione del T. Articola e prevalentemente a sud est – sud tra il T. Lonza ed il T. Secchia, sono sostituite a sud da rocce argillitiche (AVV), alternanze con netta prevalenza delle peliti (SCB) ed argilloso marnose (MMP).

Le coperture quaternarie sono tendenzialmente presenti in percentuale più diffusa nei settori meridionali occidentali, nella fascia ovest latitante il T. Enza ed al bordo settentrionale adiacente al T. Tassobbio, nelle quali sono principalmente costituite da accumuli di frana; simili condizioni, rappresentate però da depositi di versante, si riscontrano nel settore occidentale centrale zona Capoluogo – Sole di Sopra e di Sotto; analoghe situazioni, in percentuali rappresentate relative minori, si rilevano in aree che descrivono una fascia allungata sud nord, prevalentemente in posizioni di altopiano o crinale, circa estesa secondo le località Cola – Rosano – Prà del Lago – Pineto – M. Pineto.

I depositi alluvionali, generalmente di modesto spessore <5 m, ad eccezione dell'asta del T. Enza, conoidi del T. Lonza e T. Tassobbio dove giungono a 10 ÷ 15 m, costituiscono strette fasce allungate secondo gli assi dei torrenti ai bordi dei quali sono terrazzati per orli di erosione fluviale di 2/4 m.

I depositi quaternari sopra descritti sono contraddistinti da permeabilità primaria per porosità prevalente di grado medio basso ( $K = 1 \cdot 10^{-4} \div 1 \cdot 10^{-5}$  cm/sec) ove prevalgono le componenti limose – limoso sabbiose (area Capoluogo – Costa – il Casone – Bresse – Carpaneto; M. Pineto – Pineto – Pian del Lago; Rosano; Cola – il Voglione; Casella – Tissolo) e

di grado basso - molto basso ( $K = 1 \cdot 10^{-5} \div 1 \cdot 10^{-7}$  cm/sec) negli accumuli che si sviluppano nei substrati argilloso/argillitici e marnosi argillosi.

I depositi alluvionali sono generalmente caratterizzati da permeabilità da media ad elevata ( $K = 1 \cdot 10^{-2} \div 1 \cdot 10^{-4}$  cm/sec).

Le rocce su substrato sono contraddistinte da permeabilità secondaria per fessurazione nelle arenite ed alternanze arenitico pelitiche e permeabilità praticamente nulla nelle unità argilloso - argillitiche e marnose - marnoso argillose.

In tali successioni presentano grado di permeabilità medio - medio basso ( $K = 1 \cdot 10^{-3} \div 1 \cdot 10^{-5}$  cm/sec) le alternanze prevalentemente arenitiche: CIG3 - PAT - PAT5 - PAT6 - ANT5 arenitiche conglomeratiche: Ran2a. Le alternanze arenaceo pelitiche (RAN3 - CTG1 - CAO - MCS) sono contraddistinte da grado di permeabilità basso - molto basso ( $K = 1 \cdot 10^{-4} \div 1 \cdot 10^{-6}$  cm/sec).

Le formazioni prevalentemente pelitiche: CIG, marnose - marnoso argillose: ANT - MMP, argilloso argillitiche: AVSc - AVV - APA - MVT - BAI5 e pelitico arenitiche prevalentemente pelitiche: SCB, sono contraddistinte da permeabilità praticamente nulla ( $K \leq 1 \cdot 10^{-7}$  cm/sec).

In funzione delle caratteristiche di permeabilità delle formazioni sopra descritte e del loro assetto strutturale, si evince che la parte centrale del territorio è costituita da rocce serbatoio (CTG3) nelle quali possono infiltrarsi ed accumularsi, in rapporto alle inclinazioni degli strati rivolte a sud nella parte settentrionale ed orientate a nord - nord est in quella meridionale, le acque nel sottosuolo.

Ne consegue che la prevalente parte del territorio comunale di Vetto formata dalle unità della Successione Epiligure costituisce un serbatoio acquifero di principale importanza.

Possono altresì assumere localmente potenzialità di grado medio - medio basso le aree nelle quali i primi 5/15 m del sottosuolo sono formati da depositi di versante e/o accumuli di frana, quali quelle della parte meridionale del territorio con diffusa presenza di ammassi di frana. Analogamente denotano media - medio bassa potenzialità idrogeologica i depositi di versante del settore occidentale centrale: zona Capoluogo - Costa - Il Casone.

Le fasce di terrazzo fluviale sono prevalentemente non saturate da apporti idrici dei torrenti che svolgono principalmente azione drenante rispetto alle fasce loro latitanti e pertanto solo occasionalmente e temporaneamente possono costituire orizzonti acquiferi.

In funzione di quanto sopra esposto si evince che nelle aree centrali, zone di depositi di versante e di frana, fasce di terrazzo e alveo fluviale è opportuno/necessario evitare insediamenti di attività potenzialmente inquinanti o qualora gli stessi siano presenti programmarne la delocalizzazione.

## 10 CARATTERI GEOLOGICO TECNICI

L'analisi delle caratteristiche litologico tecniche generali del territorio relative ai primi 5/10 ÷ 20 m del sottosuolo dell'area Comunale di Vetto è stata sviluppata in base agli aspetti geomorfologici, all'esame delle colonne litostratigrafiche di sondaggi geognostici, prove penetrometriche, prospezioni geofisiche, alle documentazioni e pubblicazioni in materia, Indagine Geologico Ambientale del PSC 2008 (*Centrogeo Survey snc*).

Nelle aree di versante sono principalmente soggette le tensioni che si sviluppano in senso orizzontale che inducono azioni taglianti nei materiali che formano il sottosuolo. Nel consegue che anche se ad una prima analisi i litotipi indicano valori di resistenza meccanica medi – medio elevati ( $N_{20} > 5/8$ ;  $N_{spt} 7/12$ ) assume importanza fondamentale la presenza o l'assenza di pronunciate differenze di resistenza meccanica sulla verticale poiché tale aspetto può far insorgere deformazioni che si sviluppano sull'orizzontale determinando azioni di taglio che possono generare il collasso di parte del versante originando dissesti per frana.

### 10.1.1 Caratteristiche litotecniche

Le indagini geognostiche analizzate evidenziano la generale presenza di unità litotecniche con spessori mediamente variabili da 2/3 a 5/6 m contraddistinte da  $N_{20} = 5/7$ , alle quali si intercalano locali strati con  $N_{20} < 5$ ; generalmente tali terreni sono contraddistinti da  $V_s = 180/250$  m/sec nei primi 2/3 m pc e  $V_s = 250 ÷ 350$  m/sec sino a -5/-8 m pc; fanno eccezione i depositi presenti nell'area sede del capoluogo dove gli spessori giungono a 15 ÷ 25 m e  $V_s = 150/200 ÷ 300$  m/sec.

A dette litozone seguono unità caratterizzate da elevati valori di resistenza meccanica:  $N_{20} > 20/30$ , e velocità di propagazione delle onde di taglio comprese tra  $V_s = 300/400$  m/sec generalmente si rinvengono a quote sottostanti -5/-7 m pc, -15/-25 m pc nella zona capoluogo.

Si differenziano dalle sopradescritte caratteristiche le aree dove sono presenti accumuli di frana sia quiescenti che classificati attivi, nei quali le sequenze litotecniche a caratteristiche geotecniche di insieme scandenti, con presenze di strati di spessore metrico con  $N < 2/3$ , giungono a -5/-6 ÷ -10/-15 m pc; in genere detti corpi sono contraddistinti da  $V_s = 160/250$  m/sec nei primi 4/6 m del sottosuolo e da  $V_s = 270/350$  m/sec sino a -8/-15 m pc.

Ne consegue che dette condizioni richiedono accurate valutazioni dei processi deformativi che possono svilupparsi sull'orizzontale e pertanto le stime della possibilità di utilizzo ai fini edificatori sono subordinate all'analisi delle condizioni di stabilità dei versanti.

### 10.1.2 Suscettività alla liquefazione

I depositi alluvionali terrazzati presenti nel territorio di Vetto sono caratterizzati dalla netta prevalenza di granulometrie ghiaiose con presenza praticamente trascurabile di materiali più fini sabbiosi – sabbioso limosi; oltre a ciò nella fascia di terrazzo alluvionale è



prevalente l'assenza di falda idrica sotterranea; tale condizione può temporaneamente instaurarsi in occasione delle onde di piena.

Detti materiali, superati i primi 1/2 m dal piano campagna sono contraddistinti da  $N_{20} > 20$  e  $V_s = 400/450$  m/sec e pertanto non sono soggetti a pericolosità di liquefazione.

I depositi di versante sono prevalentemente costituiti da materiali fini limoso argillosi che in base ad alcuni campioni di terreno prelevati nell'area di Vetto sono generalmente caratterizzati da valori dell'indice di plasticità 22/40 ed indice di consistenza maggiore di 1; ne consegue che detti litotipi non sono soggetti a pericolo di liquefazione.

In funzione della variabilità dei caratteri geotecnici dei terreni sia sulla verticale che sull'orizzontale e dello spessore delle unità litotecniche soggette ad amplificazione d'onda in occasione di eventi sismici, particolare attenzione è da adottarsi per la definizione del modesto rilievo degli interventi edilizi data la destinazione a residenza o di frequente fruizione umana dei fabbricati.

## 11 SEZIONI GEOLOGICHE

La principale caratteristica del territorio di Vetto è l'assetto a sinclinale delle formazioni e membri della Successione Epiligure che costituiscono la prevalente parte della superficie comunale.

Detta successione è interrotta nelle fasce settentrionali e meridionali da sovrascorrimenti e faglie che la mettono a contatto con le formazioni del Dominio Ligure.

Nelle tracce dei profili delle sezioni geologiche gli spessori dei depositi di versante e degli accumuli di frana, per esclusiva visualizzazione e leggibilità grafica, sono stati riportati in scala verticale maggiorata: 1:750/800 (sez. B-B') e 1:1.000 (sez. A-A').

Generalmente i principali insediamenti urbanizzati appartengono a zone di sinclinale modestamente interessate da deformazioni tettoniche e/o faglie, come riscontrabile per gli sviluppi di Gottano, Rodogno, Predella/Casella, Rosano, Pineto/La Strada, Maiola/Roncolo.

In detto contesto strutturale si differenzia l'area sede del capoluogo nella quale l'assetto sub orizzontale del substrato (CIG3) è interessato da elevato grado di fratturazione almeno sino a 50- m pc ed i primi 15/25 m dal piano campagna sono costituiti da depositi di versante a medio - medio basso grado di addensamento (glacis?); simili condizioni con presenza di substrato fratturato si riscontrano a nord ovest del capoluogo nel crinale sede dei Carpaneto.

Nel settore occidentale centrale al quale appartiene lo sviluppo Sole di Sopra e di Sotto - Tissolo - Costaborgo, l'assetto evidenzia una pronunciata influenza tettonica che mediante faglie inverse con verticalizzazione e rovesciamento degli strati mette a contatto i membri della Successione Epiligure (PAT5) con le formazioni del Dominio Ligure (AVV); dette condizioni nel settore di Sole di Sotto, unitamente alla presenza delle coperture da deposito di frana e del passaggio alle litozone argillitiche, determinano condizioni di amplificazione del moto sismico in superficie di tipo elevato; in tale zona un simile/equivalente risentimento sismico per presenza di substrato ad elevato grado di fratturazione del substrato (CIG3) sino a-30/-35 m pc si evidenzia nella zona di Costaborgo.

Le fasce settentrionali: Donadiola - Castellaro - Legoreccio - Scalucchia - Piagnolo, e meridionali Groppo/Cà del Lago - Le Sola - Latticola, sono sensibilmente influenzate da fattori tettonici che mediante sovrascorrimenti e faglie mettono a contatto le formazioni della Successione Epiligure con quelle del Dominio Ligure.

In queste ultime, ad eccezione delle fasce interessate da faglie, gli effetti del moto sismico in superficie sono principalmente correlate alle caratteristiche litologiche dei materiali presenti che evidenziano amplificazioni non molto dissimili da quelli della Successione Epiligure ad eccezione delle litozone argilloso - argillitiche (AVV - APA). I principali risentimenti sismici in tali zone sono connessi agli spessori e tipologie delle coperture prevalentemente rappresentate da accumuli di frana.

Nell'area esaminata l'unità litotecnica che evidenzia comportamento di substrato rigido è la Formazione di Pantano presente nella zona di Predella; un comportamento simile/equivalente denotano la formazione di Cigarello (CIG) nel settore di Rosano e le Arenarie di Vetto (CIG3) nell'area di Maiola, che appartengono alla fascia di asse di sinclinale

più prossima al nucleo della stessa (riscontrabile in territorio di Carpineti) meno interessata dai processi deformativi tettonici rispetto alle zone più occidentali prossime al T. Enza.

## **12 INTERPRETAZIONE ED INCERTEZZE/METODOLOGIA DI ELABORAZIONE DEI RISULTATI**

Per determinare le velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio Vs, delle unità litotecniche che costituiscono i primi 40/50 ÷ 60/80 m del sottosuolo, sono state effettuate prospezioni geofisiche a rifrazione con metodo integrato attivo/passivo Multichannel Analysis Surface Waves – Refraction Microtremor (MASW – Re.Mi), mediante stendimenti ad antenna monodimensionale con lunghezza di 69 m, integrati da verticali puntuali a stazione singola con acquisizione di microtremori con metodo Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSR).

Queste ultime sono state sempre eseguite congiuntamente alle prospezioni MASW/Re.Mi.

Dette indagini, che saranno in maggior dettaglio di seguito elencate, sono state distribuite sul territorio in funzione sia delle finalità di caratterizzazione sismica del capoluogo, degli ambiti urbanizzati e zone suscettibili di urbanizzazione, che delle principali infrastrutture; oltre a queste sono state effettuate ulteriori verticali di acquisizione delle Vs in altri siti al fine di individuare i valori delle velocità di propagazione delle onde di taglio dei vari tipi di rocce presenti nell' area di Vetto; in rapporto a tale tipo di analisi sono inoltre state esaminate ed utilizzate analoghe prospezioni eseguite in aree di territori comunali adiacenti, nelle quali sono presenti tipi rocciosi con caratteristiche simili/equivalenti a quelle riscontrabili nella zona di Vetto.

In funzione delle irregolari geometrie delle aree di impronta degli ambiti edificati e loro superfici, dei differenti tipi rocciosi di substrato, delle estensioni dei depositi di versante e di quelli di fondovalle, dei corpi di frana attivi o quiescenti, le indagini effettuate sono state distribuite sul territorio con interassi tra le verticali di prospezione geofisica mediamente corrispondenti a 0,4/0,7 km, ad eccezione del capoluogo dove gli interassi sono risultati compresi tra 0,3 e 0,55 km.

In rapporto all'estensione degli sviluppi che comprendono i più significativi insediamenti urbanizzati, dette zone sono state esaminate con un punto per unità di area compresa tra 0,2 e 0,5 kmq; in relazione alla superficie complessiva del territorio comunale in base ai punti di prospezione eseguiti la zona esaminata è stata investigata per unità di area mediamente comprese tra 1,3 e 1,8 kmq.

### **12.1 Microtremori con la tecnica HVSR**

Le indagini a stazione singola di acquisizione di microtremori ambientali effettuate in 31 punti, distribuiti negli sviluppi di analisi dell'area comunale con maglia statisticamente rappresentativa, sono state eseguite utilizzando un sismometro GeoBox SARA ad elevata

dinamica (24 bits) attrezzato con velocimetro tridirezionale da 4,5 Hz di frequenza propria ed un'analogica strumentazione TROMINO.

Le acquisizioni sono state effettuate campionando il segnale a 200 Hz per una durata di circa 30/60 minuti.

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

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

## **12.2 Prospezione sismica a rifrazione attiva/passiva Re.Mi. e MASW/Re.Mi.**

Le prospezioni, effettuate in numero di 31, con metodo integrato MASW/Re.Mi., ad eccezione di 12 delle stesse precedentemente eseguite con metodo Re.Mi, sono state eseguite con un sismografo digitale a 24 canali ad elevata dinamica *GEOMETRICS GEODE*, attrezzato con 24 geofoni verticali con frequenza propria di 4,5 Hz, disposti ad interasse di 2-3 m per una lunghezza totale dell'antenna di registrazione dati in ogni stendimento di 46-69 m. Tali indagini sono state implementate da 8 profili in tomografia sismica 2D precedentemente eseguite dallo scrivente nel territorio comunale in esame.

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

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

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

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

Nell'esecuzione della prova MASW (attiva) è stato utilizzato come sistema di energizzazione una mazza di 10 Kg battente su piattello metallico. Per aumentare il rapporto segnale/rumore si è proceduto alla somma di più energizzazioni (processo di stacking). La sorgente è stata posta ad una distanza di 6 e 10 m dal primo geofono ("Optimum Field Parameters of an MASW Survey", *Park et al., 2005; Dal Moro, 2008*).

Per l'acquisizione dei microtremori ambientali (Re.Mi) sono state effettuate, in ogni punto di stazione, venti registrazioni della durata di 30 sec con una frequenza di campionamento di 500 Hz.

L'elaborazione dei dati acquisiti consiste nell'operare, tramite un opportuno software, una trasformata bidimensionale "slowness-frequency" ( $p$ - $f$ ) che analizza l'energia di propagazione del rumore in entrambe le direzioni della linea sismica e nel rappresentare lo spettro di potenza su un grafico  $p$ - $f$ . Gli spettri delle singole acquisizioni sono quindi mediati escludendo eventualmente quelli che presentano una bassa coerenza.

In tale spettro mediato si evidenziano gli andamenti che possiedono sia una spiccata coerenza di fase che una potenza significativa, permettendo un riconoscimento visivo delle onde di superficie (che hanno carattere dispersivo), da quelle riconducibili ad altri modi e tipi (onde di superficie di ordine superiore, onde di pressione, suono e rumore incoerente).

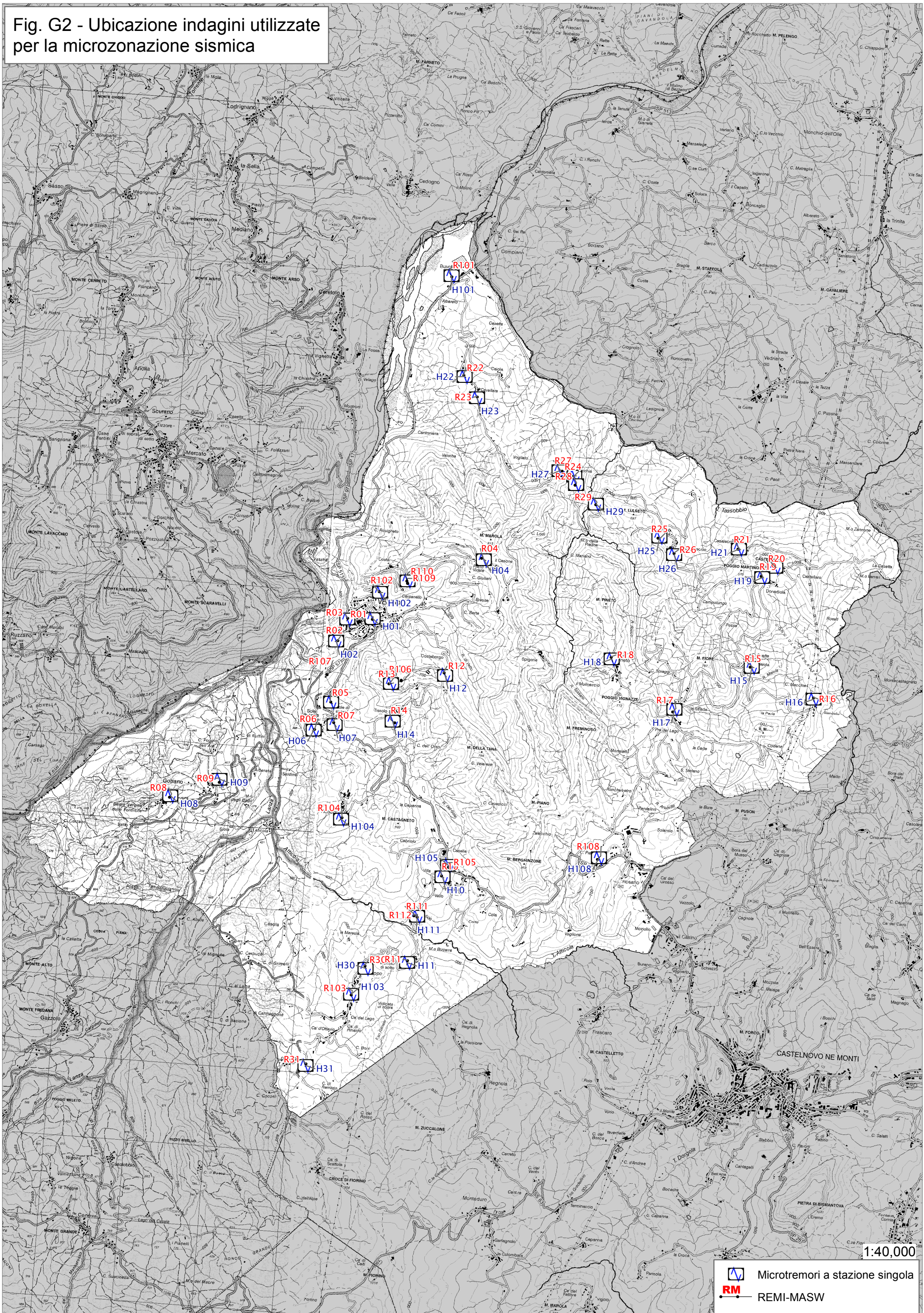
In funzione di quanto esposto è possibile effettuare un "picking", attribuendo ad un certo numero di punti una o più *slowness* ( $p$  o  $1/velocità$  di fase) ed ottenere una "curva di dispersione".

Quest'ultima è visualizzata su un diagramma in cui appare anche la curva di dispersione calcolata in base ad un modello di  $V_s$  che è modificabile in sede di elaborazione. Variando il numero di strati, la loro velocità e la densità, la curva di dispersione calcolata è adattata sino ad aderire il più possibile a quella sperimentale ottenuta con il picking.



I risultati ottenuti ed i relativi diagrammi di elaborazione sono visualizzati nelle allegate schede "indagine MASW/Re.Mi", riportanti lo spettro di potenza mediato, la curva di dispersione, sia sperimentale che calcolata, ed il relativo modello interpretativo.



Fig. G2 - Ubicazione indagini utilizzate per la microzonazione sismica



1:40,000

 Microtremori a stazione singola  
 REMI-MASW



## 13 PRIMO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO

### 13.1 Carta delle indagini

In riferimento alla valutazione delle caratteristiche litotecniche territoriali è stata effettuata una raccolta dati, mediante un censimento delle indagini geognostiche e geofisiche eseguite per varie finalità nel territorio oggetto di analisi ed in quelli dei comuni confinanti, presso le Amministrazioni Pubbliche Locali: Urbanistica – Edilizia Privata – Lavori Pubblici del Comune di Vetto, Servizio Area Affluenti del Po, database Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli Regione Emilia Romagna, Servizio Pianificazione Urbanistica Territoriale e Cartografia della Provincia di Reggio Emilia.

In considerazione del contesto geo-litologico in primo luogo sono state considerate, tutte le indagini sismiche di tipo MASW, HVSR, basi sismiche, prove penetrometriche dinamiche superpesanti DPSH e SCPT pesanti DPH, medie DPM e leggere DPL, sondaggi meccanici.

Successivamente è stata effettuata una selezione di dette documentazioni in base alla valutazione dell'attendibilità del dato.

In sintesi tra le indagini esistenti sono stati selezionati complessivamente:

- 4 prove penetrometriche dinamiche leggere (DPL)
- 12 prove penetrometriche dinamiche medie (DPM)
- 5 prove penetrometriche dinamiche pesanti (DPH)
- 8 prove penetrometriche dinamiche superpesanti (DPSH)
- 7 prove penetrometriche dinamiche superpesanti (SCPT)
- 2 sondaggi meccanici (SM)
- 8 stendimenti sismici a rifrazione con rilevazione di onde P (BSP)
- 12 prospezioni di sismica a rifrazione con metodo integrato attivo/passivo ad antenna monodimensionale MASW/Re.Mi. e Re.Mi.
- 8 prospezioni di sismica passiva con tecnica a stazione singola H.V.S.R

In riferimento alla caratterizzazione degli ambiti urbanizzati e quelli di prevedibile nuovo sviluppo, frazioni e principali reti infrastrutturali, preventivamente selezionati in accordo con l'U.T. Comunale, per i quali risulta necessario effettuare gli approfondimenti sismici prescritti dai testi di indirizzo riportati in premessa, sono state eseguite le seguenti indagini:

- 31 prospezioni di sismica a rifrazione con metodo integrato attivo/passivo ad antenna monodimensionale MASW/Re.Mi.;
- 31 prospezioni di sismica passiva con tecnica a stazione singola H.V.S.R

Le indagini, distinte in esistenti e nuove, sono state georeferenziate in apposito elaborato cartografico (Tav. 1.0) in scala 1:10.000 comprensivo dell'intero territorio comunale; le prospezioni geofisiche hanno coperto le aree degli sviluppi che comprendono i principali

insediamenti urbanizzati secondo una maglia sub quadrata – sub rettangolare con lati di 250/300 ÷ 600 m e localmente di 800 ÷ 1000 m.

### **13.2 CARTA GEOLOGICO TECNICA**

Tale elaborato (Tav. 1.3), realizzato alla scala 1:10.000, derivato dalla cartografia geologica RER, rilevata alla scala 1:10.000, che costituisce la base per i fogli CARG 1:50.000, e dalla cartografia delle aree suscettibili di effetti attesi: Tav 218 SO – 2018 NO 217 SE del PTCP della Provincia di Reggio Emilia, che evidenziano le condizioni degli assetti del substrato delle coperture e delle condizioni del dissesto, è stato redatto integrando le sopra citate cartografie con i dati dei processi di dissesto acquisiti dal Servizio Geologico e Sismico R.E.R. aggiornati a fine 2017, con rilievi diretti e con i dati ottenuti dalle indagini e prospezioni direttamente effettuate nella zona.

A scala regionale l'areale a cui appartiene il territorio di Vetto, escludendo i depositi alluvionali attuali, di fondovalle, di versante quaternari, è suddivisibile in due zone litostratigrafiche principali: Successione Epiligure ed in subordine Dominio Ligure.

L'area comunale è formata in decisa prevalenza dalla Successione Epiligure che caratterizza i settori centrali – centro settentrionali – centro meridionali; estensione areale nettamente inferiore (20%) presentano le fasce meridionali, sud orientali e settentrionali nord occidentali costituite dalle formazioni Dominio Ligure, nelle quali prevalgono le unità argilloso – argillitiche e pelitico arenacee con predominanza delle peliti: rapporto A/P >>1 (SCB) e sono subordinatamente rappresentate le formazioni ad alternanze marnoso calcaree – arenitico calcaree delle successioni della Val Tresinaro e Val Parma. Sono localmente presenti zone di modesta estensione areale costituite da conglomerati arenacei (CSD) inglobati nelle Argille Varicolori di Cassio (AVV) nel settore meridionale: sud di Latticola, e brandelli residuali di crosta oceanica: serpentiniti – brecce nella parte nord occidentale del territorio: sud di Piagnolo.

In detto settore nelle litozone argillose sono localmente presenti bocchi di calcari – calcari marnosi (CCL).

Nelle fasce vallive, a sviluppo nastriforme sono principalmente presenti sequenze ghiaiose – ghiaioso sabbiose addensate contenenti subordinate sottili intercalazioni sabbioso limose; detti depositi nelle aste degli affluenti del T. Enza, T. Lonza, T. Tassobbio e loro Tributari secondari T. Atticola, T. Maillo, hanno spessori generalmente compresi tra 2/3 e 4/5 m; nell'asta fluviale del T. Enza e delle conoidi dei suoi affluenti T. Lonza, T. Tassobbio gli spessori delle litozone ghiaiose giungono a 10 ÷ 15 m.

Detti litotipi prevalentemente non sono saturati da falda idrica sotterranea che può instaurarsi temporaneamente in occasione delle onde di piena fluvio - torrentizia.

Nei settori meridionali e settentrionali del territorio comunale nei quali sono prevalentemente presenti litozone coesive a comportamento fragile, si riscontrano i processi di dissesto di maggiori volumetrie che si manifestano principalmente per frane complesse ed in subordine di colata e scivolamento sia attive che quiescenti.



Nel settore centrale sono localmente presenti corpi di frana quiescente a volumetria mediamente grande e media (Fell, 1994).

Le unità di substrato presenti nel territorio di Vetto sono principalmente costituite da terreni granulari cementati sia stratificati che non stratificati e secondariamente da alternanze di litotipi arenacei e pelitici; tali rocce, in base a rilevamenti diretti ad alle prospezioni geofisiche, sono ulteriormente suddivisi nelle sottoclassi fratturate o alterate che costituiscono ridotti areali ma di fondamentale importanza per gli effetti di amplificazione sismica.

Le caratteristiche delle unità litotecniche di substrato prevalentemente presenti nel territorio comunale (granulare cementato sia stratificato che non stratificato) individuano condizioni di potenziali effetti dell'amplificazione del moto sismico prevalentemente di grado medio.

Le litozone coesive sovraconsolidate, che formano la percentuale rappresentata minore dell'area comunale, di riscontrano nel settore sud orientale e nord occidentale del territorio e sono contraddistinte da potenziali condizioni di risentimento sismico medio elevato – elevato

In accordo con le caratteristiche delle zone di instabilità di versante sopra descritte i settori che presentano tali potenziali condizioni si riscontrano prevalentemente nelle fasce meridionali e settentrionali del territorio; in queste ultime si localizzano principalmente nelle aree di transizione tra le litozone ad alternanze di litotipi arenacei – arenaceo pelitici con quelle coesive sovraconsolidate.

I terreni di copertura del substrato geologico, con spessori maggiori di tre metri, presenti su una modesta parte del territorio, si localizzano principalmente nel settore centrale del territorio circa corrispondente alla fascia sede dell'asse della sinclinale Scurano – Vetto – Carpineti.

Tra questi ultimi quelli di maggior estensione areale e spessore si riscontrano nell'area sede del capoluogo ed a brandelli disgiunti in quella ad oriente del medesimo circa da Legoreccio a Pineto – Prà del Lago – Rosano.

Le coperture e loro spessori rapportati alle caratteristiche del substrato geologico indicano potenziali condizioni di effetti di amplificazione del moto sismico in superficie di grado elevato – molto elevato.

Le forme che possono influenzare il moto sismico sono esclusivamente di tipo superficiale e sono sostanzialmente riconducibili a creste e orli di scarpata con altezze maggiori di 20 m; le prime di queste descrivono crinali a geometrie sub ellittiche allungate in direzione sud sudovest – nord nordest che unitamente agli orli di scarpata morfologica circoscrivono i principali insediamenti urbanizzati del comune di Vetto.

### **13.3 CARTA DELLE FREQUENZE NATURALI DEL TERRENO**

I settori di territorio di interesse per la pianificazione urbanistica sono stati oggetto di una estesa campagna di prospezioni geofisiche che ha permesso di determinare le caratteristiche dinamiche ed indicazioni sulle proprietà meccaniche dei tipi litologici che formano il sottosuolo delle zone sede delle aree urbanizzate e di prevedibili sviluppi/completamenti.

Tali analisi sono state effettuate in base a:

- 43 prospezioni geofisiche a rifrazione passiva/attiva, con antenna monodimensionale, (ReMi/MASW) con lunghezza di stendimento di 46-69 m;
- 39 Verticali a stazione singola con acquisizione di microtremori (HVSr).

Dette indagini geofisiche eseguite unitamente a quelle precedentemente effettuate dallo scrivente ed AA/VV, 8 profili in tomografia sismica a rifrazione, indagini geognostiche, presentano diffusione a tendenzialmente maggiore nei settori urbanizzati ed al loro intorno. Tali prospezioni in funzione del tipo di variabilità dei litotipi che formano il sottosuolo dei siti esaminati, hanno consentito di individuare le caratteristiche dinamiche e litomeccaniche generali degli orizzonti che costituiscono i depositi di versante ed alluvionali e la profondità e tipo di substrato che soggiace agli stessi e le analoghe caratteristiche del substrato roccioso.

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

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

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

Frequenze Hz	Ampiezze A
$F_0 < 1,0$ Hz	
$1 < F_0 \leq 2$ Hz	
$2 < F_0 \leq 3$ Hz	
$3 < F_0 \leq 5$ Hz	A < 2,0
$5 < F_0 \leq 8$ Hz	2,0 < A ≤ 3,0
$8 < F_0 \leq 10$ Hz	3,0 < A ≤ 5,0
$10 < F_0 \leq 15$ Hz	A ≥ 5
$15 < F_0 \leq 20$ Hz	
$F_0 \geq 20$ Hz	

Dette associazioni sono state riportate nella "Carte delle Frequenze Naturali del Terreno" (Tav. 1.4); le misure sono state identificate mediante una serie di simboli con colori e dimensioni differenti. Il colore è correlato alle diverse classi di frequenza mentre la dimensione alla classe di ampiezza.

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

In accordo con le caratteristiche geomorfologico stratigrafiche e tettoniche dell'area in esame, i valori delle frequenze – ampiezze hanno consentito di individuare quattro macrozone principali che evidenziano, anche se in modo non marcatamente differenziato, diversi tipi di risentimento sismico in funzione del tipo di successione e relative caratteristiche litotecniche, della tipologia e grado di fratturazione del substrato, dello spessore dei depositi di versante e dei corpi di frana.

Dette macrozone sono schematicamente discretizzate come di seguito esposto:

- Dominio Ligure: le litozone argilloso – argillitiche che lo costituiscono presentano prevalentemente frequenze principali comprese tra  $F_0 = 3 \div 5$  ed ampiezze  $A = 2,5 \div 3$ ; si differenziano le unità ed alternanze arenaceo calcaree – marnose o arenacee e pelitiche (MCS - CAO) e lapidee (serpentini) che denotano  $F_0 = 5,5 \div 7$  ed ampiezze  $A = 2,5 \div 3,5$ .
- Successione Epiligure: le formazioni e membri che la costituiscono, sia prevalentemente arenacee che ad alternanze arenaceo pelitiche e litozone pelitico marnose – marnose, sono principalmente contraddistinte da  $F_0 = 4 \div 6$  ed ampiezze comprese tra  $A = 2 \div 3$ .
- Depositi di versante – corpi di frana, evidenziano un moderato campo di variabilità nei valori di frequenza ed ampiezza correlato agli spessori dei materiali e rigidità del substrato; generalmente presentano  $F_0 = 4 \div 6$  ed ampiezze  $A = 2,5 \div 3$  ad eccezione delle zone con spessori relativi minori (<6/7 m) nei quali  $F_0 = 8 \div 15$ .
- Zone fratturate, interessano litozone sia arenitiche che ad alternanze arenaceo pelitiche e marnoso pelitiche e prevalentemente mostrano  $F_0 = 4 \div 9$  ed  $A = 3 \div 5$ .

**13.4 MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA O DELLE AREE SUSCETTIBILI DI EFFETTI LOCALI**

In riferimento agli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica del Dipartimento Protezione Civile e Conferenza Delle Regioni e Province Autonome, DGR. ER. 1302/2012, e DGR 573/2016, sono state individuate e delimitate le zone a comportamento equivalente in occasione di sollecitazione sismica, nelle quali sono da effettuarsi gli approfondimenti di indagine ed analisi per la microzonazione sismica ed i livelli di approfondimento che competono alle condizioni di potenziale pericolosità di detti ambiti.

Nell'individuazione e delimitazione delle aree in narrativa oltre alle documentazioni territoriali sono state utilizzate le verticali di indagine geofisica ad antenna mono dimensionale (metodo integrato Re.Mi/MASW e metodo Re.Mi.) che puntuali a stazione singola (HVSR) sia direttamente che precedentemente eseguite, per una più attendibile individuazione delle unità litologiche e degli orizzonti sismici caratterizzati da significativi di contrasti di impedenza nei primi 30/40 m del sottosuolo.

La carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS - Tav. 1.6), elaborata in base alle informazioni sopra descritte, costituisce pertanto una zonazione di primo livello di approfondimento di tipo avanzato.

L'individuazione delle zone a comportamento equivalente in occasione di sollecitazione sismica è stata sviluppata in base agli elaborati cartografici, prospezioni geognostiche e geofisiche effettuate, integrati con valutazioni redatte con criterio topografico e geomorfologico – geotecnico.

Nel contesto delle analisi territoriali inoltre sono state utilizzate le documentazioni della Regione Emilia Romagna, in particolare le carte topografiche di dettaglio, il modello digitale del terreno, la banca dati geologica del territorio comunale, aggiornamento dei processi di frana al 2017, rese disponibili in formato digitale dal *Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli*.

Oltre a ciò si è fatto riferimento alle elaborazioni individuanti i differenti scenari di pericolosità sismica locale e degli effetti locali attesi, di primo livello di zonazione sismica, redatti nell'ambito della variante in materia di riduzione del rischio sismico, Carta degli Effetti Attesi: Tav. 218 SO – Tav. 218 NO – Tav. 217 SE, PTCP della Provincia di Reggio Emilia.

Dette documentazioni sono state integrate dalle analisi di Microzonazione Sismica di II° livello redatte nel contesto degli studi di pianificazione del PSC 2008 sviluppate in conformità alla DGR 2193/2015.

La delimitazione delle aree a diverse caratteristiche litotecniche è stata redatta in base alla Carta Geologica Regione Emilia Romagna in scala 1:10000, aggiornata al 2017 per i processi individuanti le zone di frana in atto e non in evoluzione; dette cartografie sono state implementate dalle prospezioni geofisiche con metodo sismico a rifrazione e microtremiti ed indagini geognostiche precedentemente effettuate. Queste ultime hanno evidenziato presenze di coperture e di orizzonti costituiti da depositi – roccia detensionata, con spessori mediamente variabili generalmente tra 3/5/10 m ed a zone di 15/25 m (capoluogo) per le coperture e tra 5/10 m per gli orizzonti detensionati/fratturati; tali documentazioni hanno comportato localizzate modeste modifiche dei limiti delle coperture e delle zone indicanti

presenza di substrato roccioso affiorante / sub-affiorante, visualizzate nelle carte geologiche CARG.ER e delle aree suscettibili di effetti locali del PTCP Reggio Emilia.

Le disamine delle peculiarità litotecniche sono state integrate dall'analisi d'insieme delle caratteristiche di fragilità delle formazioni litologiche, grado di fratturazione, dalle condizioni di acclività dei versanti.

L'attribuzione delle proprietà del substrato alle classi con diversa velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio in funzione del principale contrasto di impedenza, e dei primi 30 m del sottosuolo, si è attuata in riferimento alle verticali sismiche, direttamente eseguite nel contesto del presente studio e con riferimento ad indagini precedentemente effettuate dallo scrivente nel contesto delle analisi di PSC; tali dati sono stati implementati da prospezioni di AA.VV. che hanno esaminato analoghe formazioni affioranti nell'Appennino Reggiano in aree contermini, rapportandole alla caratterizzazione litologico – meccanica e grado di fratturazione delle equivalenti rocce presenti nel territorio di Vetto; oltre a ciò è stata utilizzata la carta delle aree suscettibili di effetti attesi redatta nel contesto delle analisi di riduzione del rischio sismico del PTCP RE.

Le sopradescritte disamine e documentazioni hanno consentito di individuare ambiti litotecnici contraddistinti da diverse caratteristiche meccaniche e di rigidità, definendo i tipi di risposta sismica locale dei siti con metodo semplificato (Allegato A4 –DGR 2193/2015).

Dette analisi effettuate per gli sviluppi d'area che comprendono i principali settori urbanizzati ed un ampio intorno degli stessi, in funzione dei tipi rocciosi e coperture presenti nel territorio di Vetto che sono stati indagati con prospezioni geofisiche, in pratica sono estendibili come zone a comportamento sismico equivalente anche ai settori esterni agli sviluppi relativamente agli analoghi tipi di substrato roccioso in rapporto alle suddivisioni delle tipologie di substrato geologico, dei terreni di copertura, forme di superficie ed instabilità di versante, visualizzate nella carta geologico tecnica (Tav 1.3).

In funzione di quanto esposto, nel territorio di Vetto, sono stati individuati tipi litologici di substrato contraddistinti da velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio  $V_s = 500/650 \div 700/800/900$  m/sec.

Le zone con substrato sub affiorante: spessore coperture  $< 3/5$  m contraddistinte da velocità  $V_s > 800$  m/sec (PAT) sono state localmente riscontrate nel settore meridionale centrale del territorio comunale tra Tissolo – M. Castagneto – Predella – Corte, ad est di Roncolo ed in una stretta fascia estesa ovest–est, nella quale sono assenti insediamenti urbanizzati, nella parte settentrionale dell'area comunale da M.no della Piagna a Strada – Scalucchia – Vogliato – Valorba a sud di Cantoniera.

Per la redazione “Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) o Carta delle aree suscettibili di effetti locali equivalenti, prevista come elaborato fondamentale al primo livello di approfondimento, sono state ulteriormente approfondite le analisi delle condizioni locali delle porzioni di territorio urbanizzato o suscettibili di trasformazione urbanistiche, al fine di classificare tali aree nelle categorie previste nell'allegato C della D.G.R. 1302/2013, suddividendole in:

Zone stabili

Zone suscettibili di amplificazione locali

Zone suscettibili di instabilità

- **Zone stabili:** sono presenti nel settore meridionale centrale del territorio di Vetto tra sud di Tissolo – M. Castagneto– Predella – Corte, est di Roncolo, caratterizzati da litotipi a comportamento rigido:  $V_s > 800$  m/sec a morfologia sub pianeggiante, indicanti assenza o trascurabilità di possibili effetti di amplificazione locale, zona 1022.
- **Zone suscettibili di amplificazione locali:** appartengono a tale categoria tutte le aree con caratteristiche stratigrafiche, morfologiche locali, variazioni stratigrafiche laterali di scarsa rilevanza, in presenza di substrato a comportamento non rigido:  $V_s < 800$  m/sec. affiorante, di coperture tali da indurre effetti locali, aree con presenza di substrato fratturato, di conoide alluvionale: zone da 2001 a 2011, 2016 e zona 2099 di legenda, secondo quanto indicato dai testi di riferimento riportati in premessa, in particolare dall'Allegato 1 della DGR 2193/2015.
- **zone suscettibili di instabilità,** sono rappresentate dalle aree nelle quali oltre ai fenomeni di amplificazione sono attese deformazioni permanenti dei terreni; appartengono a tali zone i depositi di frana attivi, quiescenti:  $Z_{A_{FR}}$  30xy2012 – 30xy2013 – 30xy2014 – 30xy2015 di legenda, aree con spessore delle coperture e profondità del substrato variabili sulla verticale e sull'orizzontale. Ai fini delle analisi di microzonazione sismica in tali zone lo strumento urbanistico comunale dovrà richiedere di approfondimenti di terzo livello.

Le delimitazioni delle zone, esposte nella legenda della Tav.1.6, sono così articolate:

**ZONE STABILI POTENZIALMENTE NON SOGGETTE AD AMPLIFICAZIONE PER EFFETTI LOCALI****1022 - Aree con substrato sub affiorante con  $V_s > 800$** 

*effetti attesi:* substrato non soggetto ad amplificazioni per effetti locali;

*studi richiesti:* indagini per caratterizzare  $V_s$ ; in caso  $V_s \geq 800$  m/s, nessuna ulteriore indagine; in caso  $V_s < 800$  m/s, valutazione del coefficiente di amplificazione correlato alle caratteristiche litologiche e stratigrafiche;

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

**ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI****2001 - 2005 - Aree con substrato subaffiorante con  $V_s < 800$  m/sec e con locali zone potenzialmente soggette ad amplificazione topografica: zone da 2001 a 2005;**

*effetti attesi:* amplificazione per effetti della stratigrafica;

*studi richiesti:* Valutazione del coefficiente di amplificazione dovuto alle caratteristiche litologiche;

*microzonazione sismica:* secondo livello di approfondimento;

**2006 - 2009 - Aree stabili con presenza di depositi detritici: zone da 2006 a 2009;**

*effetti attesi:* amplificazione stratigrafica, cedimenti;

*studi richiesti:* valutazione del coefficiente di amplificazione correlato alle caratteristiche litologiche e stratigrafiche, in presenza di strati compressibili stima dei cedimenti;

*microzonazione sismica:* secondo livello di approfondimento in assenza di livelli compressibili, in presenza di questi ultimi terzo livello di approfondimento per stima dei cedimenti; terzo livello di approfondimento in presenza di depositi con spessori variabili lateralmente e/o di pendenza dei versanti  $> 15^\circ$ .

**2010-2011 - Aree con presenza di depositi alluvionali/di conoide: zone 2010-2011;**

*effetti attesi:* amplificazione per effetti della stratigrafia, localmente piccoli areali suscettibili di potenziali cedimenti;

*studi richiesti:* valutazione amplificazione, negli eventuali casi siano presenti materiali a caratteristiche geotecniche scadenti, stima dei cedimenti.

*microzonazione sismica:* secondo livello di approfondimento in assenza di strati a scadenti caratteristiche geotecniche; nell'eventualità di casi con presenza di terreni scarsamente consistenti terzo livello di approfondimento per stima cedimenti; in presenza di valli strette e spessori non costanti dei depositi alluvionali approfondimenti di terzo livello.

**2016 - Aree con substrato sub affiorante con  $V_s > 800$  soggette ad amplificazioni topografiche**

*effetti attesi:* substrato rigido soggetto ad amplificazioni per effetti della topografia;

*studi richiesti:* indagini per caratterizzare  $V_s$ ; valutazione del coefficiente di amplificazione correlato alle topografiche;

*microzonazione sismica:* secondo livello di approfondimento per effetti della topografia.

**2099 - Aree con presenza di substrato molto fratturato;**

*effetti attesi:* amplificazione stratigrafica;

*studi richiesti:* valutazione del coefficiente di amplificazione dovuto a variazione laterale e verticale del grado di rigidità delle rocce e per effetti della topografia, in aree prossime a corpi di frana stima della stabilità dei versanti, versanti con acclività  $>15^\circ$  valutazione effetti della topografia;

*microzonazione sismica:* secondo livello di approfondimento.

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

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

*studi richiesti:* valutazione del coefficiente di amplificazione topografico e indagini per caratterizzare  $V_s$ ; in caso  $V_{s_{30}} > 800$  m/s, è richiesta la sola valutazione del coefficiente di amplificazione dovuto alle caratteristiche topografiche; in caso  $V_{s_{30}} < 800$  m/s è richiesta la valutazione del coefficiente di amplificazione dovuto sia alle caratteristiche litologiche che a quelle topografiche;

*microzonazione sismica:* nei casi con substrato con  $V_s < 800$  m/sec secondo livello di approfondimento.

**ZONE SUSCETTIBILI DI INSTABILITA'****30xy2012 – 30xy2013 – 30xy2014 – 30xy2015 - Aree potenzialmente instabili e non stabili con presenza corpi di frana: zone 30xy;**

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

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

*microzonazione sismica:* terzo livello di approfondimento.

Nelle aree di cui alle zone da 2001 a 2011, 2016 e zona 2099, prossime ai bordi superiori di scarpate o poste a quote immediatamente superiori agli ambiti soggetti ad amplificazione per caratteristiche topografiche lo studio di microzonazione sismica deve valutare anche gli effetti della topografia secondo quanto previsto al punto 2.5, linee guida ICMS parte II volume 1, o a quanto previsto al punto A2. 2 dell'allegato A2 della DGR 2193/2015.



Nella zona 1022, nelle successive fasi di pianificazione, nelle condizioni di eventuale presenza di depositi di versante dovranno prioritariamente essere determinati gli spessori delle coperture e la profondità del substrato. Nel caso in cui lo spessore della copertura o la profondità del substrato sia uguale o superiore a 3 m è richiesta la valutazione dell'amplificazione sismica; se l'unità di copertura è orizzontale e con spessore a variabilità laterale molto modesta, per la microzonazione sismica è sufficiente il secondo livello di approfondimento; nel caso in cui lo spessore delle coperture non sia costante ed il substrato non orizzontale o sia a pronunciato grado di variabilità laterale in profondità, per la microzonazione sismica è richiesto il terzo livello di approfondimento.

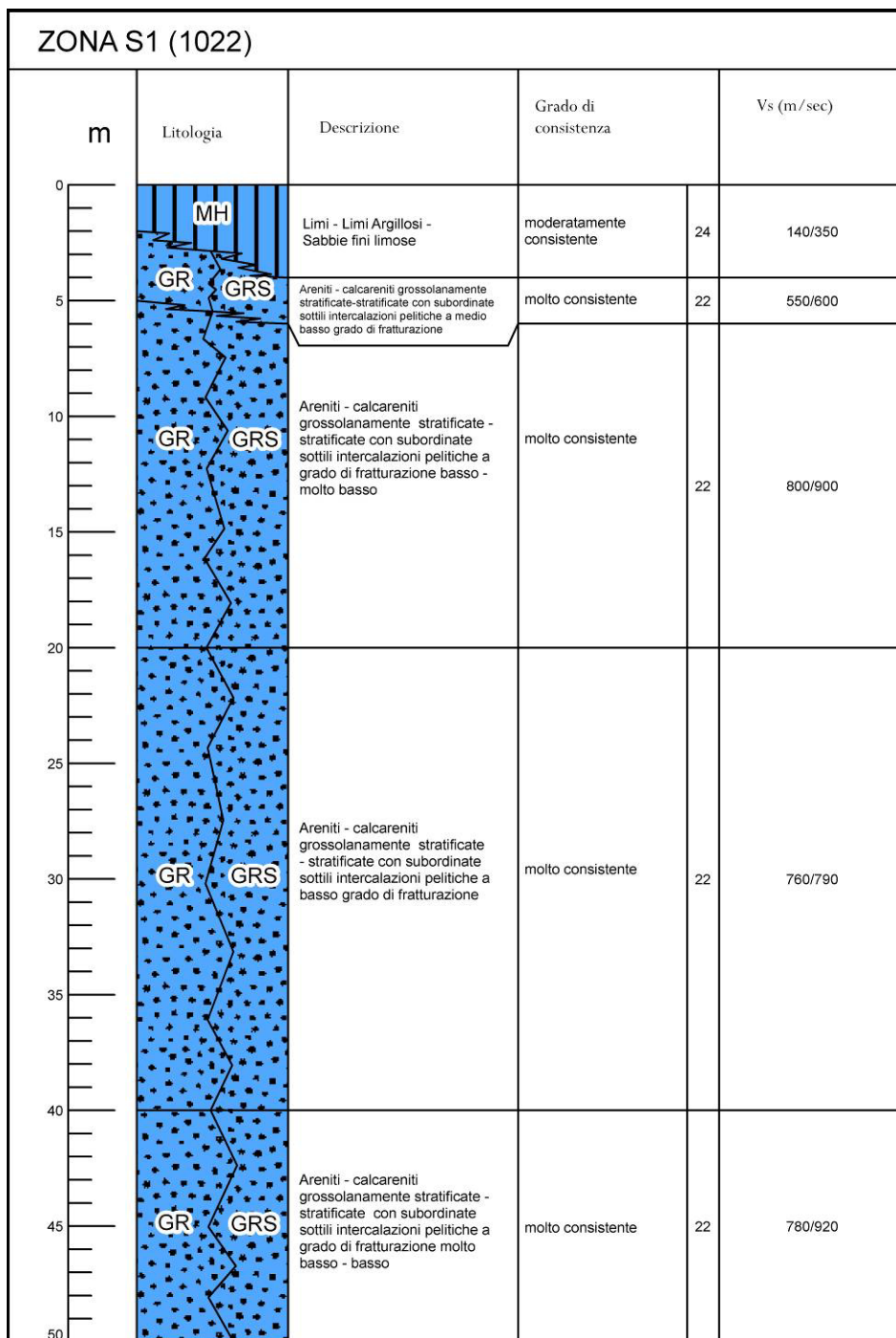
Il terzo livello di approfondimento è comunque richiesto nelle aree in cui è prevista la realizzazione di opere di rilevante interesse pubblico e nelle aree individuate nelle carte della Variante in materia di Riduzione del Rischio Sismico del PTCP. RE, come:

- Aree potenzialmente instabili;

qualora si prevedano interventi sul territorio con cambi di destinazione d'uso in zone appartenenti a tale classe.

I modelli geologico strutturali rappresentativi degli assetti che contraddistinguono le aree oggetto di microzonazione sismica, (sviluppi in scala 1:5.000) sono visualizzati nella tavola sezioni geologiche (Tav. 1.3.1).

Il modello litologico stratigrafico e del risentimento sismico che caratterizza le zone a comportamento sismico equivalente, visualizzate nella Tav. 1.6 (MOPS), definito in funzione della profondità del substrato a comportamento non rigido, dello spessore e stato di addensamento dei materiali delle coperture, è schematicamente riassunto nelle colonne litostratigrafiche di seguito riportate.



**1022 - Depositi eluvio colluviali, di modesto spessore (2-4 m) costituiti da limi – limi sabbioso argillosi con diffusa presenza di clasti lapidei di piccola dimensione, su substrato arenitico con stratificazione, che non influenza le caratteristiche di resistenza dell'ammasso, o stratificato con intercalati in netto subordinate sottili strati pelitici, rapporto lapidei/pelite L/P>3 o substrato; substrato a comportamento rigido: Vs > 800 m/sec. (PAT-bc-CIG3).**

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

**studi richiesti:** indagini per caratterizzazione del Vs30.

**microzonazione sismica:** Se Vs30>800 m/sec nessun ulteriore approfondimento; se Vs30<800 m/sec approfondimenti di II° livello; nei casi di pendenza >15° valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

FA.PGA: 1,0 - 1,04

FA.IS 0,1,0 - 0,5 sec: 1,0 - 1,04

FA.IS 0,5 - 1,0 sec: 1,0 - 1,04

ZONA 1 (2001)					
m	Litologia	Descrizione	Grado di consistenza		Vs (m/sec)
0	ML	Argille limose - Limi Argillosi	poco/moderatamente consistente	23/24	130/200
5	CO	Argille - argilliti ed alternanze prevalentemente pelitiche con intercalati subordinati sottili strati arenacei a granulometria medio fine a medio elevato grado di fratturazione	consistente	23	300
10	CO	Argille - argilliti ed alternanze prevalentemente pelitiche con intercalati subordinati sottili strati arenacei a granulometria medio fine, a grado di fratturazione relativo medio	consistente	23	400/420
15	CO	Argille - argilliti ed alternanze prevalentemente pelitiche con intercalati subordinati sottili strati arenacei a grana medio fine, a medio basso - basso grado di fratturazione	molto consistente	22	520/580
20	CO	Argille - argilliti, alternanze prevalentemente pelitiche con intercalati subordinati sottili strati arenacei a grana medio fine, a basso grado di fratturazione	molto consistente	22	550/650
25	CO	Argille - argilliti, alternanze prevalentemente pelitiche con intercalati subordinati sottili strati arenacei a grana medio fine, a basso grado di fratturazione	molto consistente	22	590/720
30	CO	Argille - argilliti, alternanze prevalentemente pelitiche con intercalati subordinati sottili strati arenacei a grana medio fine, a basso grado di fratturazione	molto consistente	22	590/720
35	CO	Argille - argilliti, alternanze prevalentemente pelitiche con intercalati subordinati sottili strati arenacei a grana medio fine, a basso grado di fratturazione	molto consistente	22	590/720
40	CO	Argille - argilliti, alternanze prevalentemente pelitiche con intercalati subordinati sottili strati arenacei a grana medio fine, a basso grado di fratturazione	molto consistente	22	590/720
45	CO	Argille - argilliti, alternanze prevalentemente pelitiche con intercalati subordinati sottili strati arenacei a grana medio fine, a basso grado di fratturazione	molto consistente	22	590/720
50	CO	Argille - argilliti, alternanze prevalentemente pelitiche con intercalati subordinati sottili strati arenacei a grana medio fine, a basso grado di fratturazione	molto consistente	22	590/720

**2001 - Depositi eluvio colluviali, argilloso limosi – limoso argillosi di modesto spessore (<3 m) su substrato argilloso – argillitico intensamente piegato e fratturato o prevalentemente pelitico a fitte alternanze di sottili strati arenitici – calcarenitici, intercalati a prevalenti strati pelitici (L/P <1/3), a media medio elevata consistenza e comportamento principalmente coesivo; substrato a comportamento non rigido: Vs < 600-720 m/sec (AVV - AVSc - SCB).**

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

**Studi richiesti:** valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafico.

**Microzonazione sismica:** approfondimenti di II° livello; nei casi di pendenza >15° valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

FA.PGA: 1,6 - 1,8

FA.IS 0,1 - 0,5 sec: 1,5 - 1,6

FA.IS 0,5 - 1,0 sec: 1,3 - 1,4

ZONA 2 (2002)					
m	Litologia	Descrizione	Grado di consistenza		Vs (m/sec)
0 consistente	ML	Argille limose limi argillosi - limi sabbiosi fini argillosi	moderatamente consistente	24	140/200
5	COS	Argille marnose - marne argillose, stratificate a medio grado di fratturazione	consistente	23	360/400
10	COS	Argille marnose - marne argillose, stratificate a medio basso grado di fratturazione	molto consistente	22	500/600
15	COS	Argille marnose - marne argillose, stratificate a medio basso grado di fratturazione	molto consistente	22	500/600
20	COS	Argille marnose - marne argillose, stratificate a medio basso grado di fratturazione	molto consistente	22	500/600
25	COS	Argille marnose - marne argillose, stratificate a medio basso grado di fratturazione	molto consistente	22	500/600
30	COS	Argille marnose - marne argillose, stratificate a medio basso grado di fratturazione	molto consistente	22	500/600
35	COS	Argille marnose - marne argillose, stratificate a grado di fratturazione relativo basso	molto consistente	22	600 - 750 /800
40	COS	Argille marnose - marne argillose, stratificate a grado di fratturazione relativo basso	molto consistente	22	600 - 750 /800
45	COS	Argille marnose - marne argillose, stratificate a grado di fratturazione basso - molto basso	molto consistente	22	650 - 850/900
50	COS	Argille marnose - marne argillose, stratificate a grado di fratturazione basso - molto basso	molto consistente	22	650 - 850/900

2002 - Depositi eluvio colluviali di modesto spessore (<3 m) limoso argillosi – limoso sabbioso argillosi, su substrato argilloso marnoso – marnoso argilloso, stratificato – grossolanamente stratificato, a medio grado di fratturazione sino a -10 m pc e medio bassa – bassa fratturazione a quote sottostanti, a medio elevata consistenza; substrato a comportamento non rigido: Vs = 500 / 750 m/sec (CIG – CTG – ANT).

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

**Studi richiesti:** valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafico.

**Microzonazione sismica:** approfondimenti di II° livello; nei casi di pendenza >15° valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

FA.PGA: 1,4 - 1,6

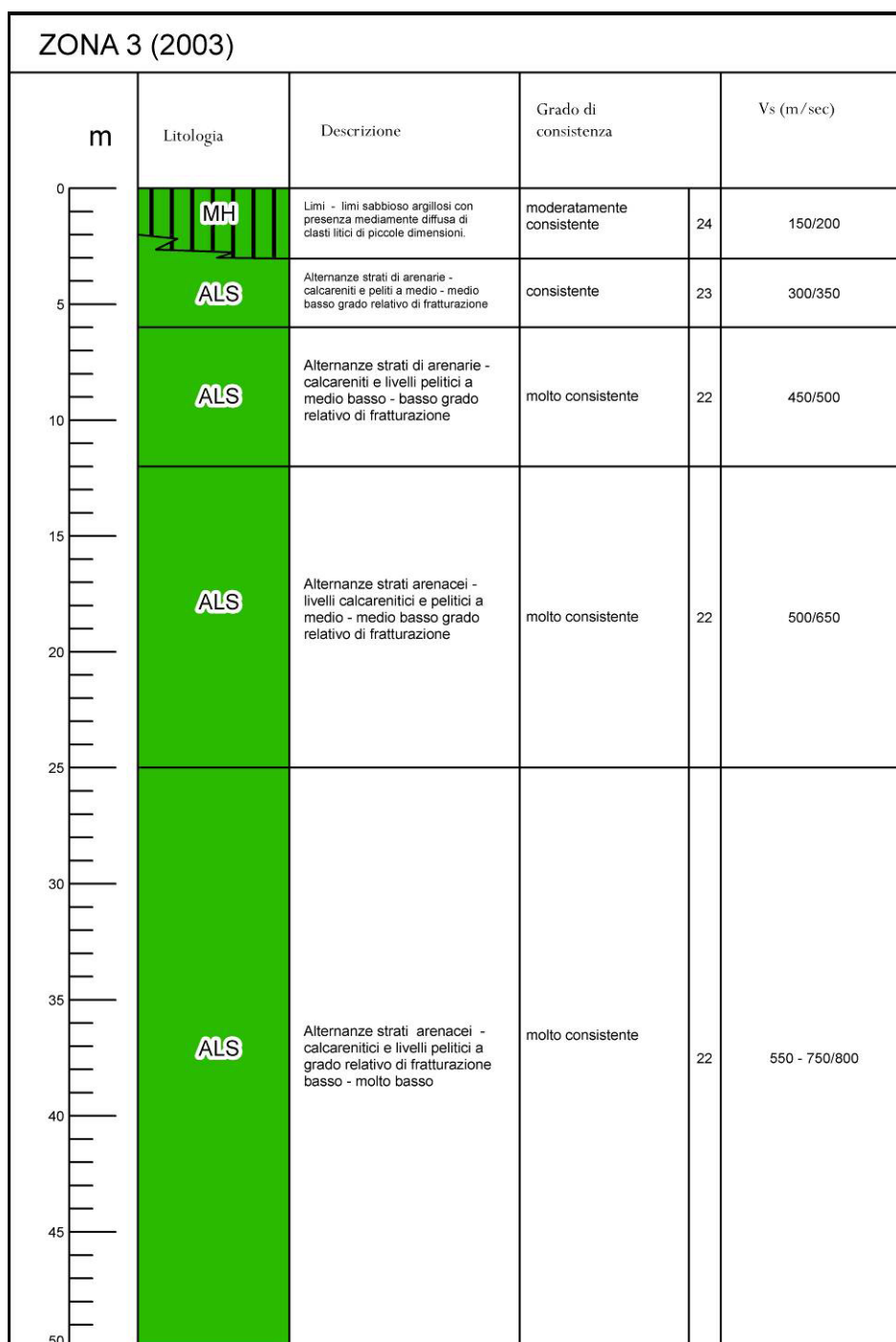
FA.PGA: 1,1 - 1,2

FA.IS 0,1 - 0,5 sec: 1,4 - 1,5

FA.IS 0,1 - 0,5 sec: 1,0 - 1,2

FA.IS 0,5 - 1,0 sec: 1,3 - 1,4

FA.IS 0,5 - 1,0 sec: 1,0 - 1,04



**2003 - Depositi eluvio – colluviali argilloso limoso sabbiosi contenenti clasti litici a granulometria ghiaiosa, di modesto spessore (2-3 m) su substrato ad alternanze di strati arenacei – calcarenitici – calcilutitici con intercalati livelli pelitici, rapporto lapidei/pelitici  $3 > L/P > 1/3$ , stratificate a medio – medio elevata fratturazione sino a -6 m pc seguite da materiali a medio elevata consistenza e medio basso – basso grado relativo di fratturazione; substrato a comportamento non rigido: Vs < 550/750 m/sec (RAN3 – MCS – CAO – CTG1).**

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

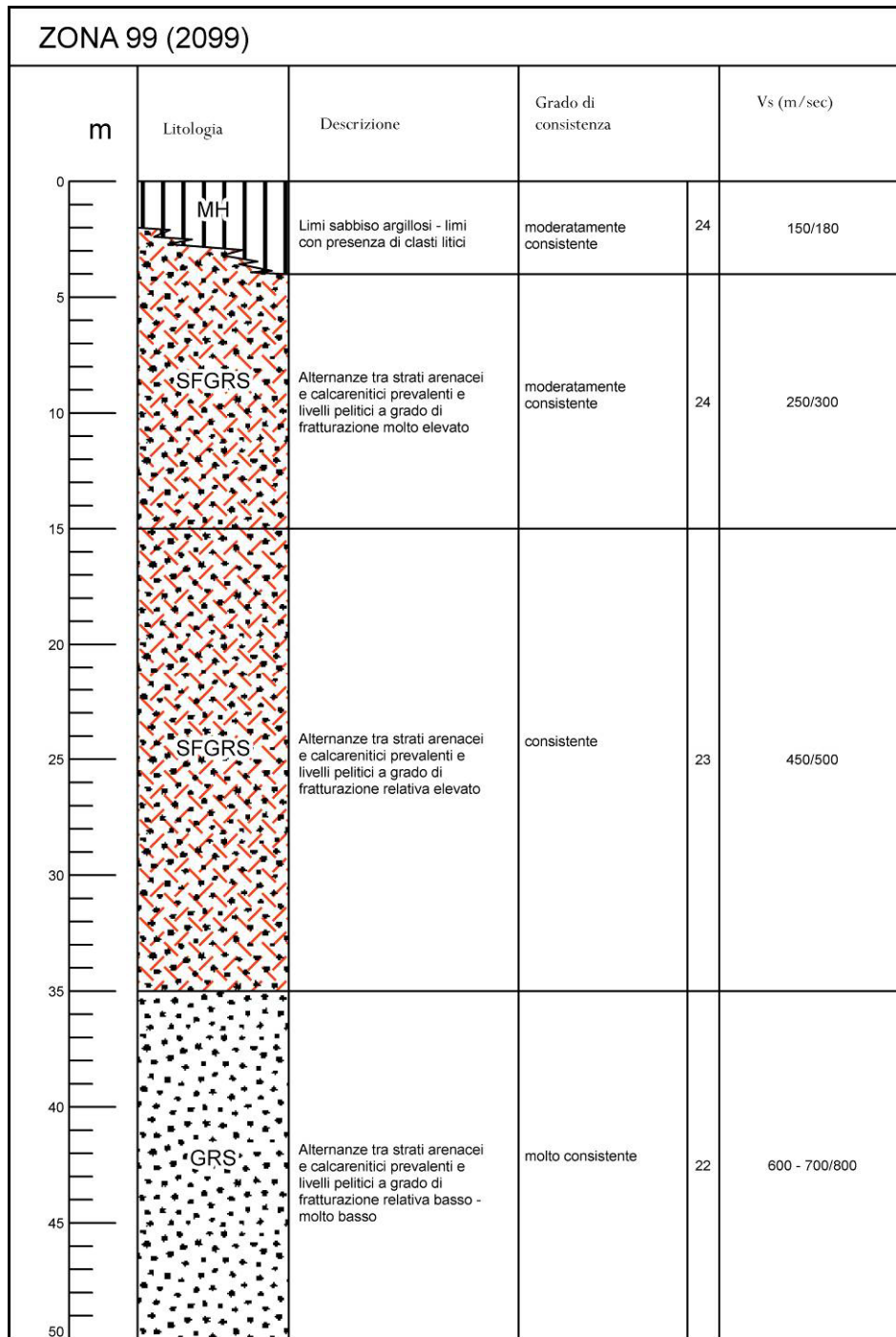
**Studi richiesti:** valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafico.

**Microzonazione sismica:** approfondimenti di II° livello; nei casi di pendenza >15° valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

FA.PGA: 1,4 - 1,6

FA.IS 0,1 - 0,5 sec: 1,3 - 1,5

FA.IS 0,5 - 1,0 sec: 1,3 - 1,4



**2099 -** Depositi eluvio colluviali, di modesto spessore (2-4 m), limoso sabbioso argillosi con presenza mediamente diffusa di clasti litici, su substrato ad alternanze tra strati arenacei e calcarenitici, nettamente prevalenti, e livelli pelitici (L/P >3) stratificato, a grado di fratturazione molto elevato nei primi 15 m del sottosuolo ed a grado di fratturazione elevato da -15 a -35 m pc e successivamente a basso grado di fratturazione; substrato a comportamento non rigido: Vs < 300/500 m/sec (CIG3 – RAN2a).

**Effetti attesi:** amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche e variazione laterale del grado di rigidità.

**Studi richiesti:** valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafico.

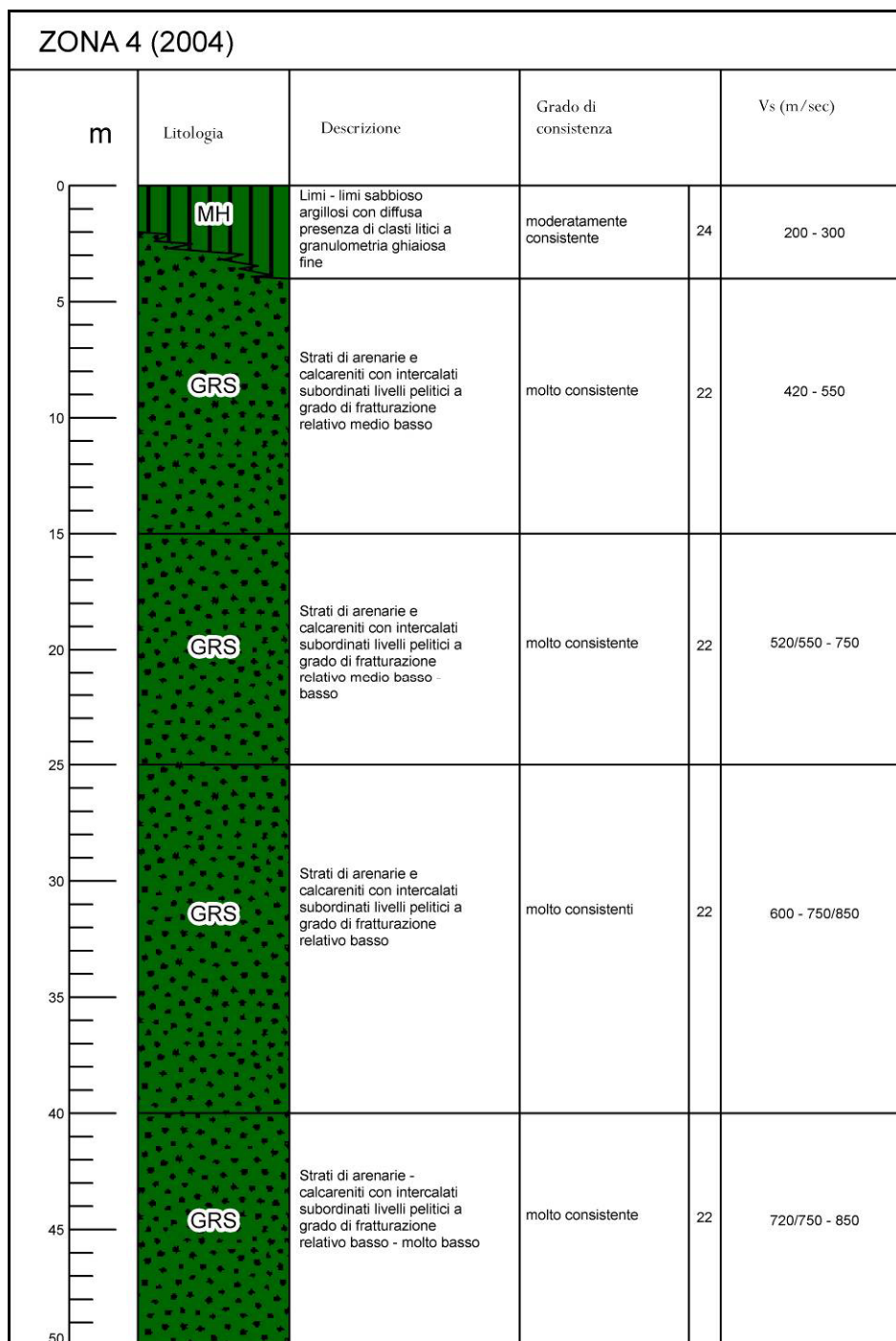
**Microzonazione sismica:** approfondimenti di II° livello; nei casi di pendenza >15° valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

FA.PGA: 2,1 - 2,2

FA.IS 0,1 - 0,5 sec: 2,3 - 2,4

FA.IS 0,5 - 1,0 sec: 1,5 - 1,6





**2004 - Depositi eluvio colluviali, di modesto spessore (<4 m), sabbioso limosi con diffusa presenza di clasti litici di piccola dimensione, su substrato arenaceo calcarenitico con intercalati in subordine livelli pelitici, stratificato, a medio – medio elevata consistenza e medio – medio basso grado di fratturazione; substrato a comportamento non rigido: Vs < 600 - 750 m /sec. (CIG3 – PAT5 – PAT6 – ANT5).**

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

**Studi richiesti:** indagini per caratterizzazione del Vs30.

**Microzonazione sismica:** approfondimenti di II° livello; nei casi di pendenza >15° valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

FA.PGA: 1,2 - 1,4

FA.IS 0,1 - 0,5 sec: 1,2 - 1,4

FA.IS 0,5 - 1,0 sec: 1,3 - 1,4

ZONA 5 (2005)					
m	Litologia	Descrizione	Grado di consistenza		Vs (m/sec)
0 - 5	MH SFLP	Limi - limi sabbioso argillosi con clasti lapidei	moderatamente consistente	24	220 - 250
5 - 10	LP	Serpentiti non stratificate a grado di fratturazione relativo medio basso	consistente	23	400 - 450
10 - 30	LP	Serpentiti non stratificate a grado di fratturazione relativo basso	molto consistente	22	600 - 650
30 - 50	LP	Serpentiti non stratificate a grado di fratturazione relativo basso - molto basso	molto consistente	22	650 - 750

**2005 - Depositi eluvio – colluviali limoso argilloso sabbiosi contenenti clasti ghiaiosi, in presenza moderatamente diffusa, di modesto spessore (2 - 5 m), su substrato lapideo (serpentiniti) non stratificato, a medio basso grado di fratturazione sino a 10 m pc, seguito da materiali lapidei a medio elevata consistenza e basso grado di fratturazione; substrato a comportamento non rigido: Vs < 650 - 700 m/sec (sigma - serpentini).**

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

**Studi richiesti:** valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafico.

**Microzonazione sismica:** approfondimenti di II° livello; nei casi di pendenza >15° valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

FA.PGA: 1,7 - 1,8

FA.IS 0,1 - 0,5 sec: 1,5 - 1,6

FA.IS 0,5 - 1,0 sec: 1,3 - 1,4



ZONA 6 (2006)					
m	Litologia	Descrizione	Grado di consistenza		Vs (m/sec)
0 - 4	ML	Limi Argillosi	moderatamente consistente	24	170 - 200
4 - 15	MH	Limi - limi sabbioso argillosi conteneti clasti lapidei	consistente	23	250 - 380
15 - 25	GRS	Strati di arenarie e calcareniti con intercalati subordinati livelli pelitici a grado di fratturazione relativo medio basso	molto consistente	22	540 - 580
25 - 45	GRS	Strati di arenarie e calcareniti con intercalati subordinati livelli pelitici a grado di fratturazione relativo basso	molto consistente	22	600 - 700
45 - 50	GRS	Strati di arenarie e calcareniti con intercalati subordinati livelli pelitici a grado di fratturazione relativo basso - molto basso	molto consistente	22	750

**2006 - Depositi eluvio – colluviali argilloso limoso argilloso sabbiosi contenenti clasti lapidei a granulometria ghiaiosa da -4 a -15 m pc su substrato ad alternanze arenacee – calcarenitiche con intercalati in subordine livelli pelitici rapporto lapidei/pelitici: L/P>3, stratificato, a medio basso grado di fratturazione sino a -25 m pc, seguito da materiali arenacei – calcarenitici a medio elevata consistenza e basso grado di fratturazione; substrato a comportamento non rigido: Vs < 600/700 m /sec.**

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

**Studi richiesti:** valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafico.

**Microzonazione sismica:** approfondimenti di II° livello; nei casi di pendenza >15° valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

FA.PGA: 1,9 - 2,0

FA.IS 0,1 - 0,5 sec: 1,9 - 2,0

FA.IS 0,5 - 1,0 sec: 1,3 - 1,4

ZONA 7 (2007)				
m	Litologia	Descrizione	Grado di consistenza	Vs (m/sec)
0 5 10	ML	Limi Argillosi- limi sabbioso argillosi con presenza di clasti lapidei	moderatamente consistente	24 140 - 150
10 15 20 25	GC	Limi - limi sabbioso argillosi contenenti clasti lapidei a granulometria ghiaiosa	consistente	23 200 - 280
25 30 35 40 45 50	SFGRS	Alternanze tra strati arenacei e calcarenitici con subordinati livelli pelitici	consistente	23 450/470

**2007 - Depositi eluvio – colluviali limoso argilloso sabbiosi contenenti clasti litici a granulometria ghiaiosa in presenza poco diffusa sino a -5/-8 e presenza diffusa da -5/-8 a -25 m pc, su substrato arenaceo – calcarenitico con intercalati in subordine livelli pelitici, rapporto arenarie peliti: L/P>3, a grado di fratturazione relativa medio elevato sino a -50 m pc; substrato a comportamento non rigido: Vs < 450/500 m/sec.**

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

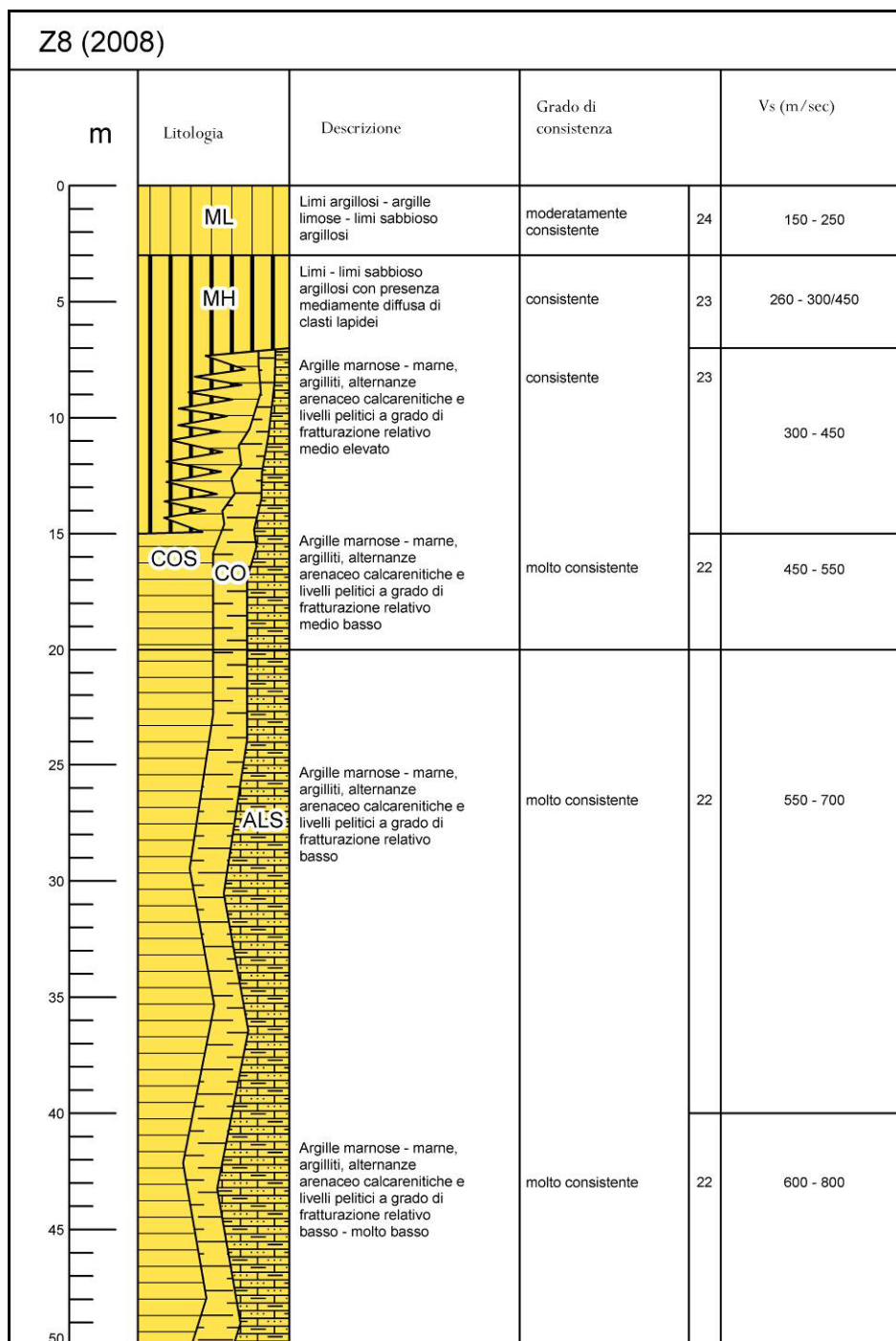
**Studi richiesti:** valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafico.

**Microzonazione sismica:** approfondimenti di II° livello; nei casi di pendenza >15° valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

FA.PGA: 2,1 - 2,2

FA.IS 0,1 - 0,5 sec: 2,4 - 3,0

FA.IS 0,5 - 1,0 sec: 3,1 - 3,5



**2008 - Depositi eluvio – colluviali limoso, argilloso, sabbiosi contenenti clasti litici a granulometria ghiaiosa in presenza poco diffusa sino a -3 m pc e presenza diffusa da -3 a -15 m pc, su substrato stratificato argilloso marnoso – marnoso – argillitico e substrato ad alternanze di strati arenacei – calcarenitici con intercalati livelli pelitici, rapporto lapidei/pelitici:  $3 > L/P > 1/3$ ; a grado di fratturazione medio elevato sino a -15 m pc; substrato a comportamento non rigido:  $V_s < 400/450$  m/sec sino a -20 m pc,  $V_s = 550/700$  m/sec alle profondità sottostanti.**

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

**Studi richiesti:** valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafico.

**Microzonazione sismica:** approfondimenti di II° livello; nei casi di pendenza  $> 15^\circ$  valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

FA.PGA: 1,9 – 2,0

FA.IS 0,1 - 0,5 sec: 1,9 – 2,0

FA.IS 0,5 - 1,0 sec: 1,4 – 1,5

Z9 (2009)					
m	Litologia	Descrizione	Grado di consistenza		Vs (m/sec)
0	ML	Limi Argillosi - argille limose - limi sabbioso argillosi	poco consistente	25	110 - 190
5	MH	Limi - limi sabbioso argillosi con diffusa presenza di clasti lapidei	consistente	23	300 - 350
10	GRS	Alternanze arenaceo - calcarenitiche con intercalati in subordine livelli pelitici a grado di fratturazione relativa medio basso - basso	molto consistente	22	500 - 650
20	GRS	Alternanze arenaceo - calcarenitiche con intercalati in subordine livelli pelitici a grado di fratturazione relativo basso	molto consistente	22	600 - 700
30	GRS	Alternanze arenaceo - calcarenitiche con intercalati in subordine livelli pelitici a grado di fratturazione relativa basso - molto basso	molto consistente	22	700 - 800
40	GRS	Alternanze arenaceo - calcarenitiche con intercalati in subordine livelli pelitici a grado di fratturazione relativa basso - molto basso	molto consistente	22	700 - 800
50					

**2009 - Depositi eluvio – colluviali limoso argilloso sabbiosi contenenti clasti litici a granulometria ghiaiosa in presenza poco diffusa sino a -2 m pc e presenza diffusa da -2 a -6 m pc, su substrato arenaceo – calcarenitico con intercalati in subordine livelli pelitici, rapporto arenarie/peliti: L/P>3, a grado di fratturazione medio basso sino a -20 m pc e basso alle profondità sottostanti; substrato a comportamento non rigido: Vs < 500/700 m/sec.**

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

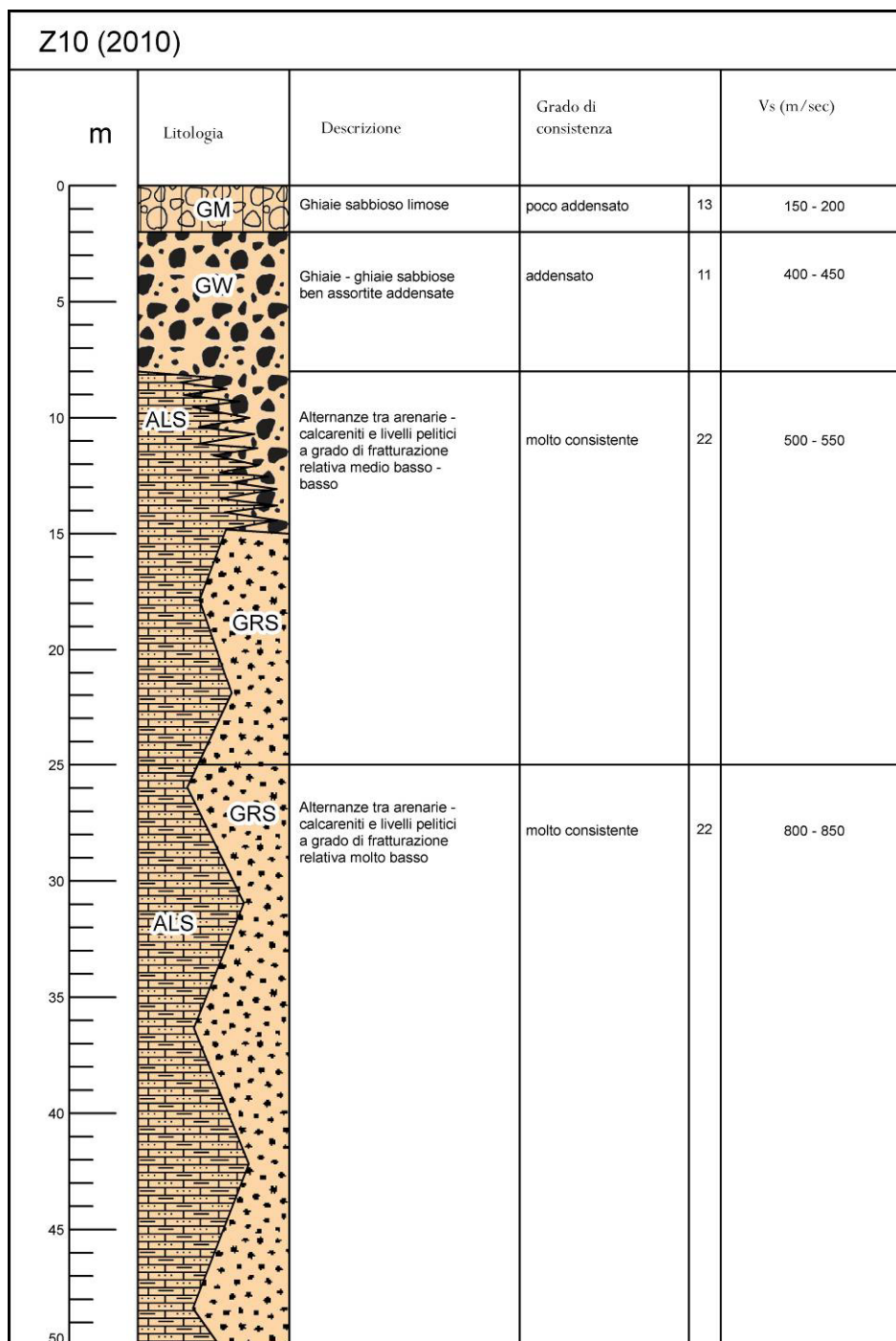
**Studi richiesti:** valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafico.

**Microzonazione sismica:** approfondimenti di II° livello; nei casi di pendenza >15° valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

FA.PGA: 1,5 – 1,6

FA.IS 0,1 - 0,5 sec: 1,5 – 1,6

FA.IS 0,5 - 1,0 sec: 1,3 – 1,4



**2010 - Depositi alluvionali ghiaiosi – ghiaioso sabbiosi a granulometria ben assortita, addensati, con spessori di 7/8 – 14/15 m, su substrato arenaceo – calcarenitico con intercalati livelli pelitici, rapporto lapidei/pelitici:  $3 > L/P > 1/3$  e  $L/P > 3$ , a medio elevata – elevata consistenza; substrato a comportamento non rigido:  $V_s < 500/650$  m/sec.**

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

**Studi richiesti:** valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafico.

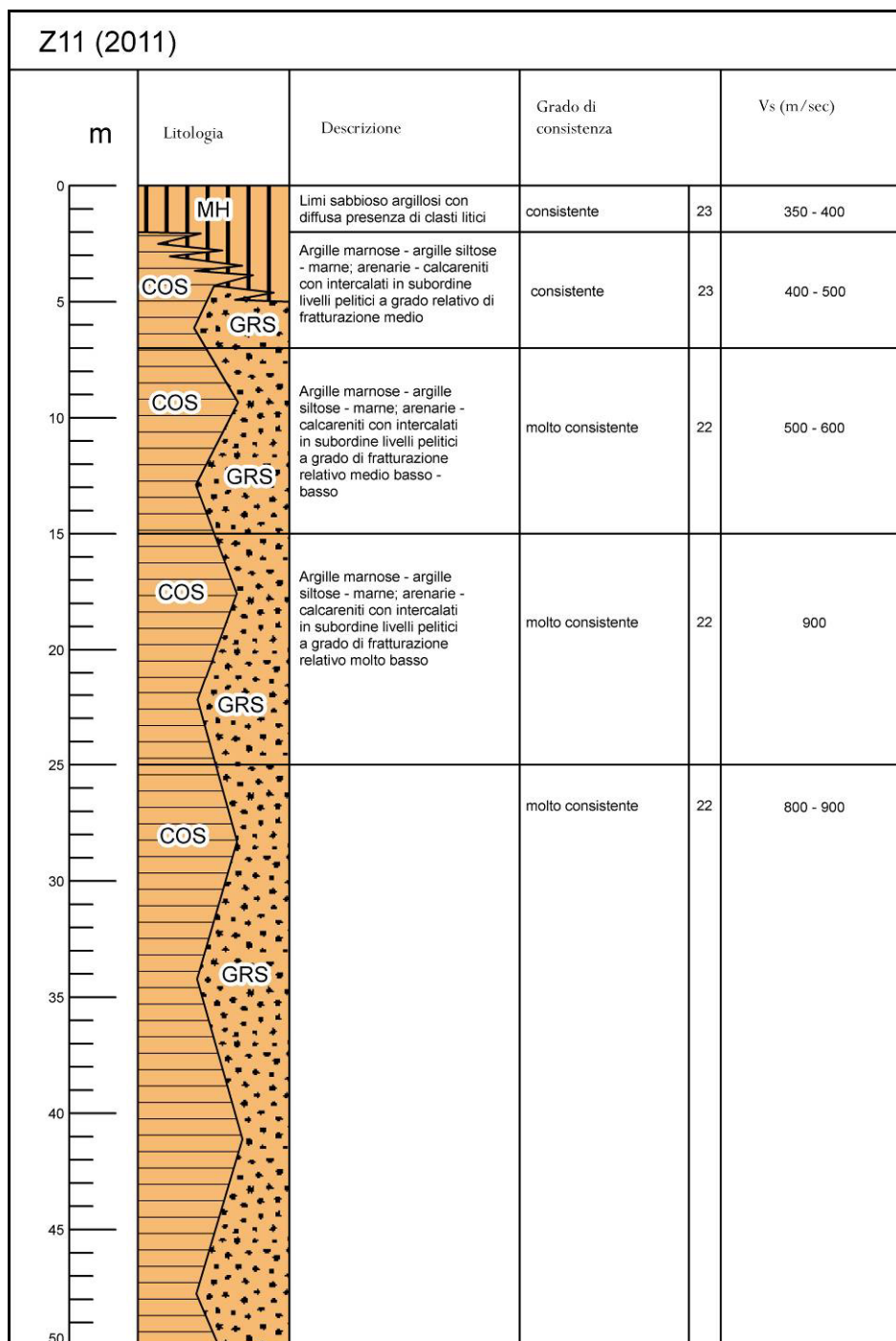
**Microzonazione sismica:** approfondimenti di II° livello; nei casi di pendenza  $> 15^\circ$  valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

FA.PGA: 1,7 – 1,8

FA.IS 0,1 - 0,5 sec: 1,5 – 1,6

FA.IS 0,5 - 1,0 sec: 1,1 – 1,2





**2011 - Depositi eluvio - colluviali limoso argilloso sabbiosi contenenti clasti lapidei a granulometria ghiaiosa in diffusa presenza sino a -5 m pc, su substrato stratificato argilloso marnoso siltoso - marnoso e arenaceo - calcarenitico con intercalati in subordine livelli pelitici, rapporto lapidei/pelitici: L/P>3, a grado di fratturazione relativo medio/medio basso sino a -7 m pc, medio basso - basso sino a -12 m pc e molto basso alle profondità sottostanti; substrato a comportamento non rigido: Vs < 700/750 m/sec da soggiacenza di -7/-12 m pc.**

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

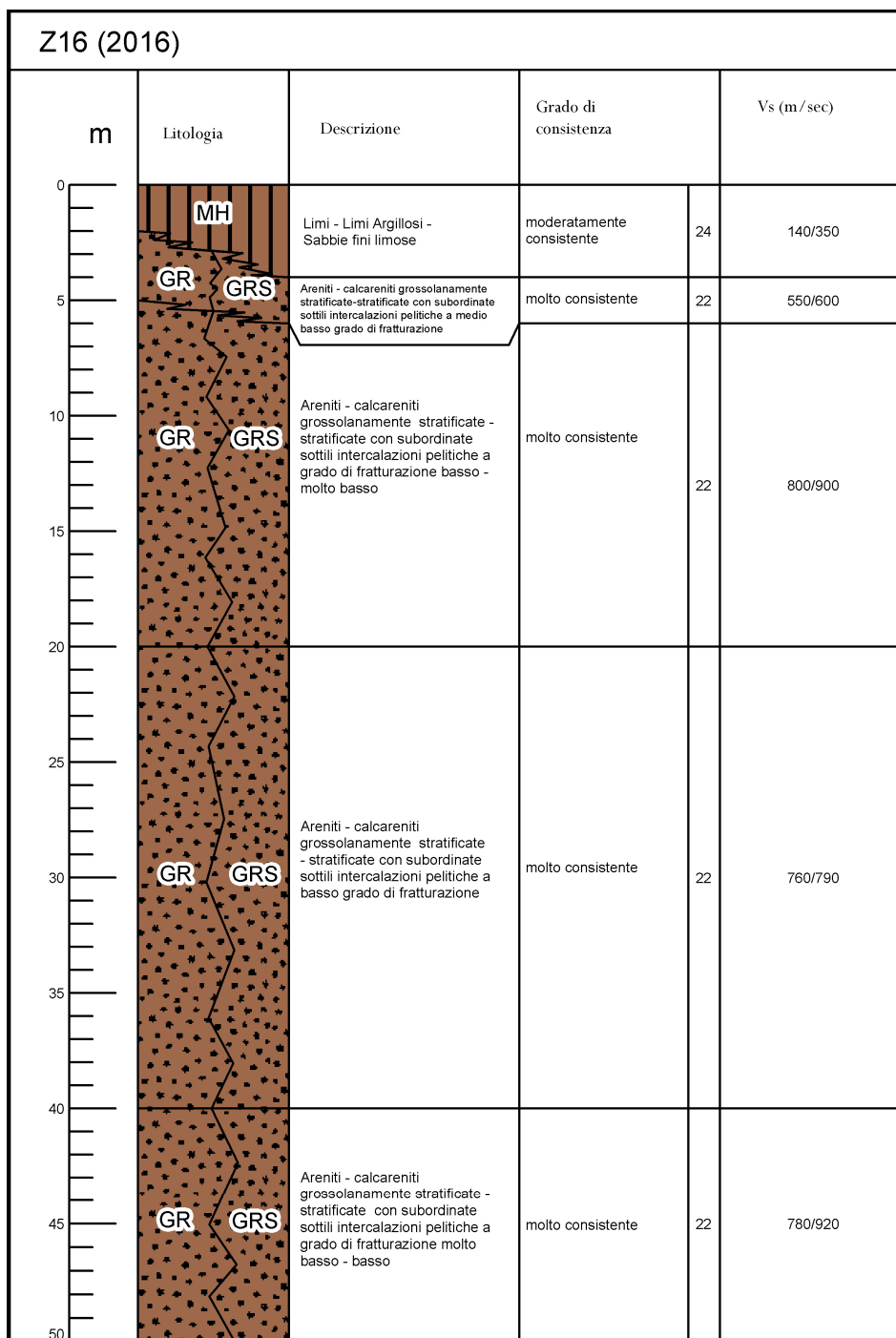
**Studi richiesti:** valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafico.

**Microzonazione sismica:** approfondimenti di II° livello; nei casi di pendenza >15° valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

FA.PGA: 1,3 - 1,4

FA.IS 0,1 - 0,5 sec: 1,3 - 1,4

FA.IS 0,5 - 1,0 sec: 1,3 - 1,4



**2016 - Depositi eluvio colluviali, di modesto spessore (2-4 m) costituiti da limi – limi sabbioso argillosi con diffusa presenza di clasti lapidei di piccola dimensione, su substrato arenitico con stratificazione, che non influenza le caratteristiche di resistenza dell'ammasso, o stratificato con intercalati in netto subordinate sottili strati pelitici, rapporto lapidei/pelite L/P>3 o substrato; substrato a comportamento rigido: Vs > 800 m/sec. (PAT-bc-CIG3).**

**effetti attesi:** potenziale amplificazione per caratteristiche topografiche.

**studi richiesti:** indagini per caratterizzazione del Vs30 in caso di Vs<800 m/sec valutazione del coefficiente di amplificazione litostratigrafico, valutazione degli effetti topografici.

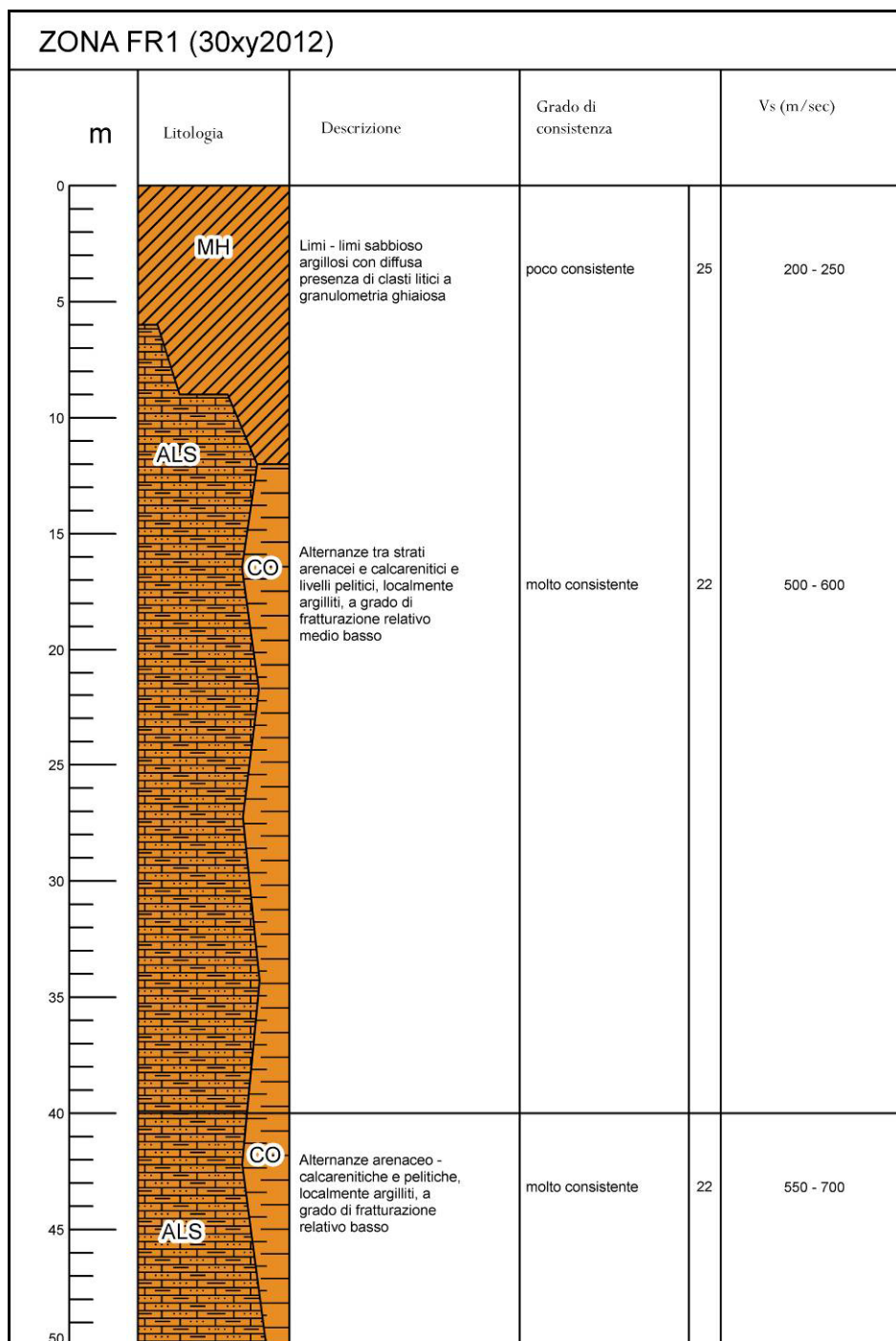
**microzonazione sismica:** valutazione del coefficiente di amplificazione per effetti della topografia, nel caso di Vs<800 valutazione del coefficiente di amplificazione litologico .

FA.PGA: 1,0 - 1,04

FA.IS 0,1,0 - 0,5 sec: 1,0 - 1,04

FA.IS 0,5 - 1,0 sec: 1,0 - 1,04

FT: 1,1 – 1,4



**30xy2012** – Accumuli di frana attivi e quiescenti, per scivolamento o complessi localmente di colata, con spessori di 6/12 m, su substrato ad alternanze tra strati arenacei – calcarenitici e pelitici con rapporto strati lapidei pelitici  $3 > L/P > 1/3$ , localmente argillitico consistente; substrato a comportamento non rigido,  $V_s \leq 500/650$  m/sec.

**Effetti attesi:** amplificazione per caratteristiche litologico stratigrafiche e variazione laterale del grado di rigidità, instabilità.

**Studi richiesti:** valutazione del coefficiente di amplificazione litostratigrafico, valutazione del grado di stabilità in condizioni statiche e dinamiche con metodo pseudostatico o dinamico.

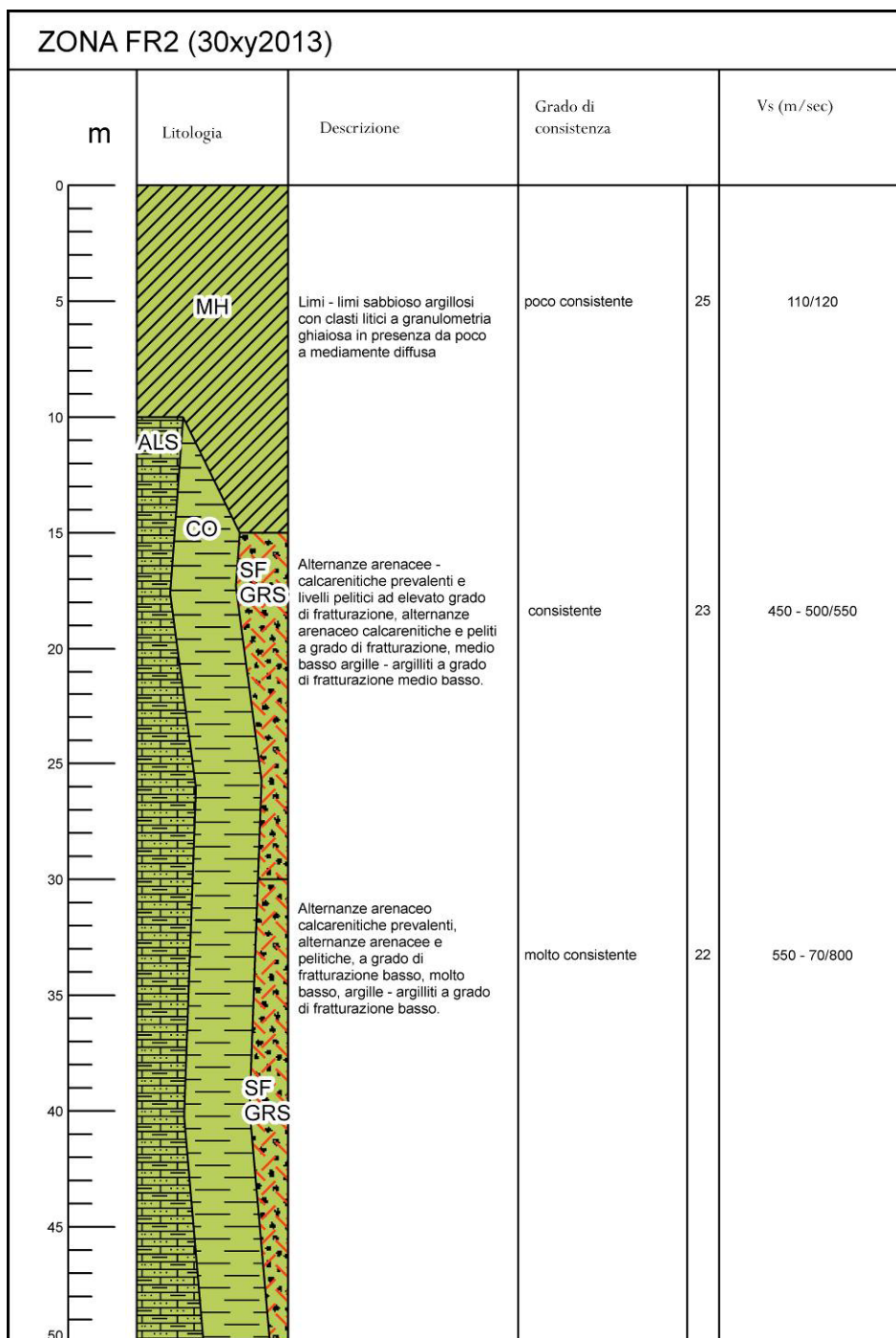
**Microzonazione sismica:** approfondimenti di III° livello; nei casi di pendenza  $> 15^\circ$  valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

FA.PGA: 1,9 – 2,0

FA.IS 0,1 - 0,5 sec: 1,9 – 2,0

FA.IS 0,5 - 1,0 sec: 1,3 – 1,4





**30xy2013** – Accumuli di frana quiescenti ad attivi di scivolamento – complessi, con spessori di 10/15 m, su substrato ad alternanze arenaceo pelitiche prevalenti e pelitiche ( $L/P > 3$ ) ad elevato grado di fratturazione e ad alternanze arenaceo calcarenitiche e pelitiche, con rapporto strati lapidei/pelitici  $3 > L/P > 1/3$ , ed accumuli di colata su substrato argillitico consistente; substrato a comportamento non rigido,  $V_s < 500/550$  m/sec.

**Effetti attesi:** amplificazione per caratteristiche litologico stratigrafiche e variazione laterale del grado di rigidità, instabilità.

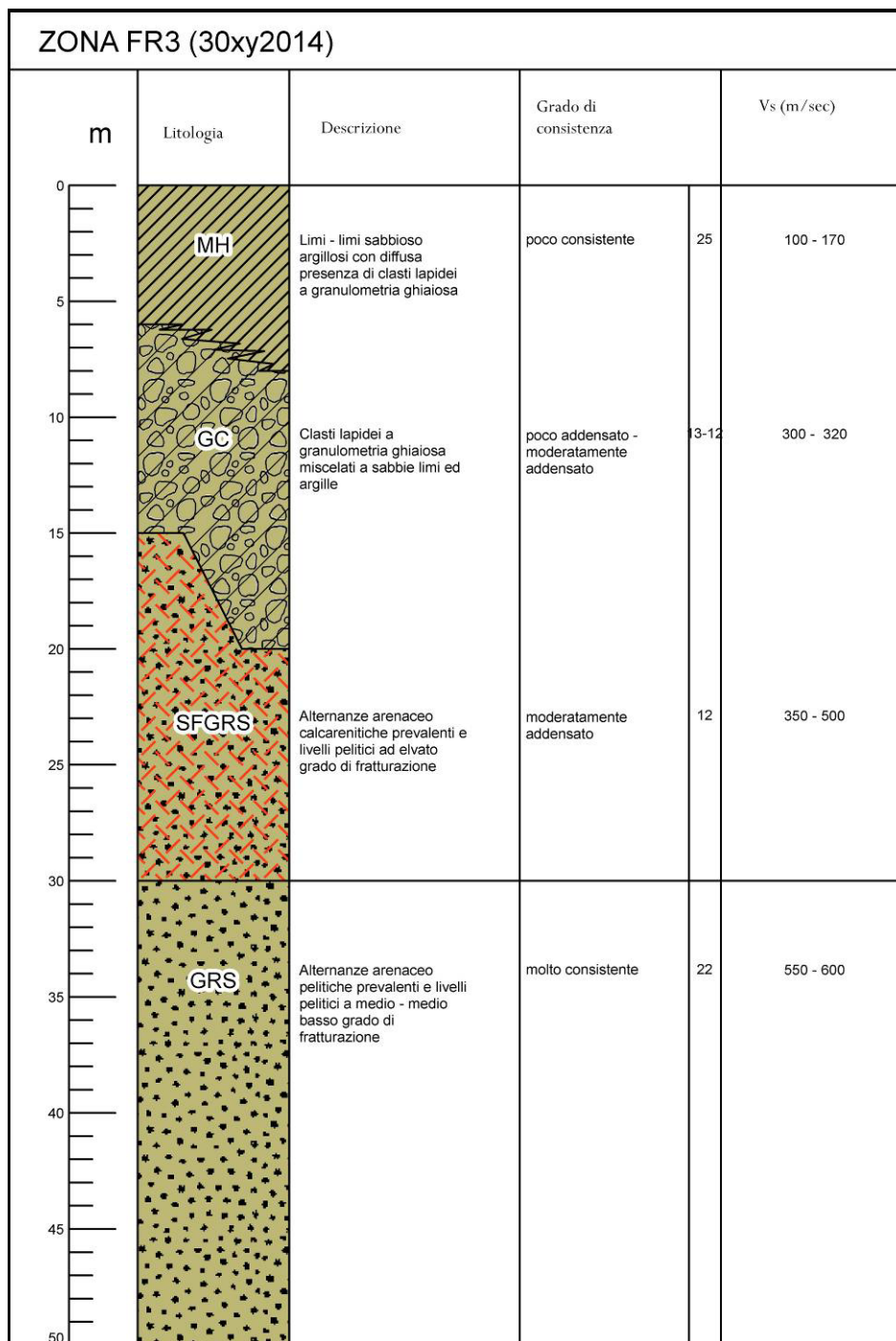
**Studi richiesti:** valutazione del coefficiente di amplificazione litostratigrafico, valutazione del grado di stabilità in condizioni statiche e dinamiche con metodo pseudostatico o dinamico.

**Microzonazione sismica:** approfondimenti di III° livello; nei casi di pendenza  $> 15^\circ$  valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

FA.PGA: 2,1 – 2,2

FA.IS 0,1 - 0,5 sec: 2,3 – 2,4

FA.IS 0,5 - 1,0 sec: 1,5 – 1,6



**30xy2014** – Accumuli di frana quiescente ed attiva complessi, con spessori di 8/15/20 m, su substrato arenaceo calcarenitico prevalente con intercalati strati pelitici (L/P>3) ad elevato grado di fratturazione; substrato a comportamento non rigido, Vs = 350/550 m/sec.

**Effetti attesi:** amplificazione per caratteristiche litologico stratigrafiche e variazione laterale del grado di rigidezza, instabilità.

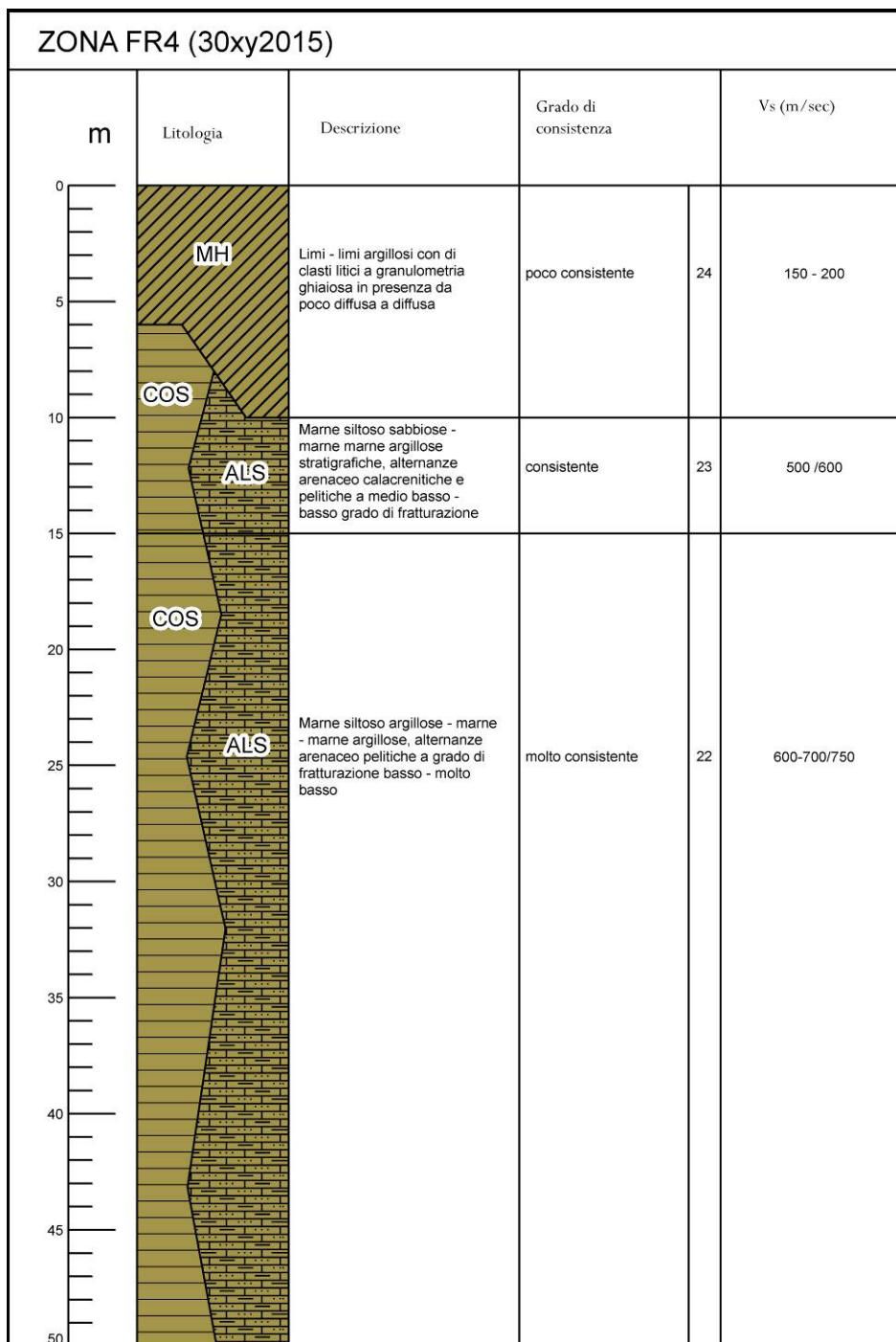
**Studi richiesti:** valutazione del coefficiente di amplificazione litostratigrafico, valutazione del grado di stabilità in condizioni statiche e dinamiche con metodo pseudostatico o dinamico.

**Microzonazione sismica:** approfondimenti di III° livello; nei casi di pendenza >15° valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

FA.PGA: 2,3 – 2,4

FA.IS 0,1 - 0,5 sec: 2,5 – 3,0

FA.IS 0,5 - 1,0 sec: 1,7 – 1,8



**30xy2015 – Accumuli di frana attivi – quiescenti, complessi e di scivolamento con spessori di 6/10 m, su substrato marnoso siltoso sabbioso – marnoso argilloso stratificato e substrato ad alternanze arenaceo calcarenitiche e pelitiche con rapporto strati lapidei/pelitici  $3 > L/P > 1/3$ , consistente; substrato a comportamento non rigido, Vs = 600/700 m/sec.**

**Effetti attesi:** amplificazione per caratteristiche litologico stratigrafiche e variazione laterale del grado di rigidità, instabilità.

**Studi richiesti:** valutazione del coefficiente di amplificazione litostratigrafico, valutazione del grado di stabilità in condizioni statiche e dinamiche con metodo pseudostatico o dinamico.

**Microzonazione sismica:** approfondimenti di III° livello; nei casi di pendenza  $> 15^\circ$  valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

FA.PGA: 2,3 – 2,4

FA.IS 0,1 - 0,5 sec: 2,1 – 2,2

FA.IS 0,5 - 1,0 sec: 1,3 – 1,4

### 13.4.1.1 Sintesi modello litostratigrafico

Le colonne litostratigrafico-sismiche evidenziano generalmente risentimenti sismici inferiori, di grado medio, nelle zone in cui prevalgono le alternanze arenaceo pelitiche – arenaceo calcaree – prevalentemente arenacee e siltoso marnose sia del Dominio Ligure (MCS-CAO) che della Successione Epiligure (CIG – CIG3 – PAT – PAT 1/5/6 – CTG – CTG1 – ANT5 – RAN3 – RAN2).

In subordine si riscontrano aree a risentimento sismico basso in corrispondenza delle rocce prevalentemente arenitiche (PAT – PATcb) ed in localizzati siti con substrato ad alternanze arenaceo calcaree e pelitiche con  $A/P > 3$  (CIG 3).

Le litozone che sono principalmente costituite da argille – argilliti – argille marnose – marne – alternanze arenaceo pelitiche con  $A/P << 1$ , denotano risentimenti sismici medio elevati – elevati e caratterizzano prevalentemente le formazioni del Dominio Ligure (AVSc – AVV – APA – SCB – CCVB – Serpentine) ed in subordine quelle della Successione Epiligure (ANT – MMP – MVT).

Evidenziano analoghi risentimenti medio elevati – elevati le zone nelle quali sono presenti depositi di versante ed il prevalente numero dei corpi di frana sia di tipo attivo che quiescente indipendentemente dal tipo di substrato che rivestono.

Fanno eccezione a ciò alcuni corpi di frana attiva su litozone marnose – marnoso argillose per i quali il risentimento sismico è elevato – molto elevato; a quest'ultimo grado sono attribuibili le zone con presenza di substrato intensamente fratturato con spessori di 20/25 m e le fasce con presenza di faglia.

L'analisi di insieme delle aree ricomprese negli sviluppi per le zone stabili suscettibili di amplificazione locali evidenzia una tendenziale moderata prevalenza dei gradi di risentimento sismico medio (45%) rispetto ai risentimenti medio elevati – elevati (38%); le zone a risentimento elevato - molto elevato contraddistinguono una percentuale subordinata (17%).

## 14 SECONDO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO

Il secondo livello approfondisce e definisce la suddivisione in dettaglio del territorio delle aree oggetto di microzonazione sismica individuate negli elaborati di primo livello (carta MOPS) con rideterminazione dei limiti delle aree in base alle condizioni litostratigrafiche e topografiche, spessori ed estensioni dei depositi di versante e dei corpi di frana, quando necessario, e la definizione in funzione di un indice quantitativo, in base alle sopradescritte condizioni, dell'amplificazione sismica attesa ( $T_r = 475$  anni;  $\zeta = 5\%$ ) in questo studio determinata con approccio semplificato utilizzando le tabelle dell'allegato A2.1.1, della DGR 2193/2015.

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

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

	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	1.8	1.7	1.4	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
10	2.0	2.0	1.9	1.7	1.5	1.4	1.2	1.1	1.0	1.0
15	2.0	2.0	2.0	1.9	1.8	1.6	1.4	1.3	1.2	1.0
20	2.0	2.0	2.0	2.0	1.9	1.7	1.6	1.4	1.3	1.0
25	2.0	2.0	2.0	1.9	1.8	1.8	1.6	1.5	1.3	1.0
30		1.9	1.9	1.9	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.2
35		1.9	1.9	1.9	1.9	1.7	1.6	1.4	1.4	1.2
40		1.9	1.9	1.9	1.9	1.7	1.6	1.4	1.4	1.2
50		1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.6	1.4	1.4	1.2

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

	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	1.5	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
10	2.1	2.0	1.6	1.3	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
15	2.4	2.3	2.1	1.7	1.4	1.3	1.1	1.0	1.0	1.0
20	2.4	2.4	2.3	2.0	1.7	1.5	1.3	1.2	1.1	1.0
25	2.4	2.4	2.4	2.2	1.9	1.7	1.5	1.3	1.2	1.0
30		2.4	2.4	2.3	2.1	1.8	1.6	1.5	1.3	1.1
35		2.3	2.3	2.3	2.2	1.9	1.7	1.5	1.4	1.2
40		2.2	2.2	2.2	2.2	2.0	1.8	1.6	1.4	1.2
50		2.1	2.1	2.1	2.1	2.0	1.8	1.6	1.5	1.3

Fattori di Amplificazione **SI1** ( $0.1s \leq T_0 \leq 0.5s$ ). Colonna 1  $H$  (m), riga 1  $V_{sH}$  (m/s)

	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
10	1.3	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
15	1.6	1.4	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
20	2.6	1.9	1.5	1.2	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
25	2.9	2.5	1.9	1.4	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0
30		2.9	2.3	1.6	1.4	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0
35		3.2	2.8	1.9	1.5	1.4	1.2	1.1	1.1	1.0
40		3.4	3.1	2.4	1.8	1.5	1.4	1.2	1.1	1.0
50		3.2	3.2	2.9	2.2	1.9	1.6	1.4	1.3	1.1

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



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

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

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

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

Fattori di Amplificazione **SI1** ( $0.1s \leq T_0 \leq 0.5s$ ). Colonna 1  $H$  (m), riga 1  $V_{sH}$  (m/s)

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

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

In caso di substrato marino non rigido, cioè caratterizzato da  $V_s \ll 800$  m/s, affiorante si devono usare la seguente tabella

$V_{s30}$ (m/s) →	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
F.A. PGA					1.9	1.8	1.6	1.4	1.2	1.1
F.A. SI1					1.9	1.7	1.6	1.4	1.3	1.2
F.A. SI2					1.5	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3

Fattori di Amplificazione **PGA, SI1 e SI2**

Contestualmente alla classificazione del territorio con detta analisi sismica, le elaborazioni individuano le aree soggette alle integrazioni di terzo livello approfondimento, specificando le disamine da eseguire nelle zone suscettibili di instabilità.

### **14.1.1 Carta delle nuove indagini**

Detto elaborato (Tav 2.1) visualizza l'ubicazione delle nuove verticali di indagine geofisica: MASW/Re.Mi. – HVSR e quelle precedentemente eseguite, utilizzate per la microzonazione delle aree urbanizzate, di previsto nuovo insediamento.

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

La carta ubicazione nuove indagini visualizza i siti delle verticali di indagine effettuate nel territorio, ad integrazione di quelle precedentemente effettuate dallo scrivente (PSC-MS, 2008) per l'individuazione dei fattori di amplificazione che competono alle varie aree esaminate.

Dette prospezioni coprono il territorio comunale sede dei principali insediamenti urbanizzati secondo una maglia sub quadrata con interassi mediamente equivalenti a 300/500 m negli urbanizzati delle principali frazioni e 300/400 nell'area capoluogo, di 500/1000 m nelle zone di Maiola – Roncolo, Pineto – La Strada, Il Casone – Carpaneto, Groppo – Cà Del Lago – C. Bertei.

In funzione dei tipi di substrato e depositi di versante e di frana investigati, rapportati alla modesta differenziazione litotecnica e sismica delle successioni e formazioni che costituiscono il territorio di Vetto, i parametri sismici riscontrati nelle aree degli sviluppi sono attendibilmente attribuibili anche alle zone dell'extraurbanizzato.

### **14.1.2 Carta delle velocità delle onde di taglio S (Vs)**

La carta delle velocità delle onde di taglio: Vs (Tav. 1.5.1 – 1.5.2, scala 10:000) riporta in corrispondenza dei punti di indagine oggetto degli sviluppi i valori di velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio e relativi spessori:  $V_{SH}$ , che caratterizzano le litozone soggiacenti i primi 1,5 m dal piano campagna costituiti dal suolo e/o litotipi alterati – detensionati; tali parametri individuano i valori che competono allo spessore di terreni – rocce detensionate, soggetti ad amplificazione del moto sismico, che sovrastano l'orizzonte litotecnico che determina il principale contrasto di impedenza locale.

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

- Refraction Microtremor: Re.Mi./ Multichannel Analysis Surface Waves: MASW; Re.Mi.:
- Horizontal to Vertical Spectral Ratio: HVSR, in rapporto a prove DPM – DPSH e/o sondaggi meccanici, prospezioni Re.Mi/MASW coincidenti o prossime a questi ultimi.

In riferimento ai valori di velocità Vs calcolati come sopra indicato (MASW/Re.Mi) ed all'analisi critica delle prove DPSH, DPM, SCPT, e sondaggi meccanici disponibili, dalla

rilevazione in spaccati di sezioni naturali dei versanti, è stato possibile estendere l'informazione sulla profondità H del substrato avvalendosi della relazione che collega la frequenza di risonanza con la profondità del substrato rigido e la velocità media delle onde S:

$$F_0 = V_s/4H$$

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

In generale le elaborazioni delle acquisizioni effettuate hanno evidenziato:

#### *Unità quaternarie e continentali:*

- Depositi alluvionali e di conoide prevalentemente ghiaioso sabbiosi (AES<sub>8a</sub>)  
 $V_{sH} = 400 \div 450$  m/sec; spessori 3/5  $\div$  15 m; substrato detensionato spessore 5/10 m.

#### *Terreni di copertura*

- Depositi di versante su alternanze prevalentemente arenitiche (CIG3) spessori 15  $\div$  25 m  
 $V_{sH} = 300 \div 350$  m/sec;
- Depositi di versante su alternanze prevalentemente arenitiche e marnoso siltose (CIG3 - CIG) spessori 5  $\div$  12 m  
 $V_{sH} = 220 \div 300$  m/sec
- Depositi di versante su substrato fratturato, spessori deposito 15  $\div$  25 m  
 $V_{sH} = 200 \div 280$  m/sec.
- Depositi su substrato prevalentemente marnoso, spessori deposito/substrato detensionato 15  $\div$  18 m  
 $V_{sH} = 300 \div 350$  m/sec.

#### *Accumuli di frana*

- Deposito su substrato ad alternanze arenaceo pelitiche e prevalentemente arenaceo (RAN3/2 - CIG3 - PAT5) spessori 10/15  $\div$  22 m  
 $V_{sH} = 220 \div 300$  m/sec.
- Depositi su substrato prevalentemente marnoso - marnoso argilloso (ANT5 - MMP) spessore 5  $\div$  7 m  
 $V_{sH} = 130 \div 200$  m/sec.
- Substrato ad elevato grado di fratturazione: faglie alternanze prevalentemente arenacee - arenaceo pelitiche (CIG3 - ANT5 - RAN2a)  
 $V_{sH} = 120 \div 250/380$  m/sec.



*Formazioni Epiliguri*

- Prevalentemente arenitiche (CIG3 – PAT – PAT5 – PAT6) spessore orizzonte detensionato 2 ÷ 5 m  
 $V_{sH} = 550 \div 650/850$  m/sec;
- Alternanze arenaceo pelitiche (RAN<sub>3</sub> – CTG1) spessore orizzonte detensionato 3 ÷ 10 m  
 $V_{sH} = 600 \div 700/850$  m/sec;
- Prevalentemente marnoso siltose CIG, spessore orizzonte detensionato 2 ÷ 10 m  
 $V_{sH} = 550 \div 650/750$  m/sec;
- Prevalentemente marnose – marnoso argillose (ANT)  
 $V_{sH} = 580/600 \div 700$  m/sec;

*Formazione Pre-Flysch*

- Argille – Argilliti – alternanze arenaceo pelitiche con  $P/A \gg 1$  (AVSC – AVV – SCB – APA)  
 $V_{s_{30}} = 550 \div 600/650$  m/sec;
- Alternanze marnoso calcaree – arenitico calcaree (MSC – CAO)  
 $V_{s_{30}} = 550 \div 800$  m/sec;

Da un esame di insieme dei valori di  $V_{sH}$  dell'area comunale si riscontra che i valori relativi maggiori:  $V_{s_{30}} = 400/550/650$  m/sec generalmente caratterizzano la parte centrale del territorio (Sole di Sopra – M.Faillo – La Strada – Maiola – Roncolo – Rosano – Predella / Casella – Rodogno) ed in subordine il settore nord occidentale (Buvolo), l'area nord est (C.Castellaro) la zona settentrionale centrale ( sud est di Scalucchia).

## 15 CARTE DEI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE – MICROZONAZIONE SISMICA

Gli sviluppi delle aree oggetto di microzonazione sismica di secondo livello di approfondimento individuano aree a comportamento sismico equivalente, attribuendo alle stesse indici quantitativi che definiscono in base alle condizioni stratigrafiche e topografiche l'amplificazione sismica attesa ( $T_r = 475$  anni;  $\zeta = 5\%$ ).

Ad ognuna delle microzone individuate sono assegnati valori dei Fattori di Amplificazione (F.A.) determinati mediamente gli abachi mediante predisposti a Regione Emilia Romagna: Allegato A2.1.1 DGR 2193/2015 o equivalenti abachi SI 1-2 DGR 630/2019. Detti abachi di dati di ingresso sono funzione del contesto geomorfologico di riferimento, del tipo di substrato geologico, dello spessore e variabilità laterale delle coperture ove presenti, dello spessore delle unità litotecniche detensionate o fratturate.

Le caratteristiche delle unità litotecniche e dei valori di  $V_s$  che competono alle stesse, compendiate dai relativi valori dei fattori di amplificazione FA.PGA., FA.SI. 0.1 – 0.5 sec, FA.SI 0.5 – 1.0 sec, riferiti alle microzone individuate, sono visualizzate nelle allegate Tavole 2.2 – 2.3 – 2.4.

Le microzone sono suddivise in

- zone stabili
- zone stabili suscettibili di amplificazione locale
- zone suscettibili di instabilità

Dette zone sono campite in colori diversi e differenti simbologie.

Nelle microzone con presenza di creste e/o scarpate e di versanti con pendenza maggiore di  $15^\circ$ , sono stati determinati i fattori di amplificazione per effetti della topografia, con le procedure previste al punto 2.5.4.2 e relativi abachi delle *Linee Guida II degli ICMS*; tali parametri sono stati utilizzati come moltiplicatore del fattore di amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche visualizzando nelle carte dei fattori di amplificazione il valore che congloba detti parametri.

I fattori di amplificazione di PGA ed IS che competono alle microzone determinate, evidenziano comportamenti di risposta sismica differenziati in rapporto alle caratteristiche litologiche, assetti del substrato, tipo di coperture e spessori di loro pertinenza, grado di fratturazione del substrato.

Tale diversità si rimarca anche in funzione del grado di rigidità che contraddistingue il substrato sul quale giacciono le coperture detritiche quaternarie: depositi di versante sl ed eluvio – colluviali, detriti di falda, ed in concomitanza della presenza degli orizzonti di roccia detensionata con potenze di  $8/10 \div 15/25$  m dove si caratterizzano con accentuate differenze.

### **15.1 Carta dei fattori di amplificazione dell'accelerazione massima orizzontale Fa.PGA**

La carta dei fattori di amplificazione PGA/PGA<sub>0</sub>, elaborata in base ai punti di indagine eseguiti nel territorio comunale oggetto degli sviluppi che comprendono principali insediamenti urbanizzati ed un loro ampio intorno, visualizzati in Tav. 2.2.1-2.2.2, evidenzia i valori minori: FaPGA < 1,05, che individuano le zone stabili a luoghi con presenza di coperture con spessori minori di 3 m, nel settore meridionale orientale (Predella - Rosano) ed in quello orientale centrale (Maiola); in dette aree il substrato a comportamento rigido è rappresentato da PAT/PATbc - GIG<sub>3</sub> - CIG che denotano un risentimento sismico di grado basso e quindi una pericolosità bassa.

Una significativa parte delle aree esaminate è contraddistinta da FaPGA = 1,1 ÷ 1,4, nelle quali è generalmente presente substrato non rigido sub affiorante, localmente con depositi di versante < 3/4 m, formato da areniti (PAT5/6 - CIG3) alternanze arenitico pelitiche e marnoso calcaree (CIG1 - ANT5 - RAN3 - MCS), marne siltose subordinatamente arenitiche (CIG) marne siltoso argillose (ANT), che denotano risentimenti sismici di grado medio basso al quale è correlabile una pericolosità moderata.

La prevalente parte delle superfici investigate è caratterizzata da FaPGA = 1,5 ÷ 1,7 ed è contraddistinta da substrato a comportamento non rigido sub affiorante a zone rinvestite da depositi di versante con spessori minori di 10/11 m o da depositi alluvionali ghiaiosi addensati; i litotipi subaffioranti sono costituiti da alternanze arenaceo pelitiche e marnoso calcaree (RAN3 - CAO) alternanze pelitico arenacee con P/A >> 1 (SCB), materiali lapidei (sigma), marne siliceo siltoso arenitiche - siltoso argillose (CIG - CTG - ANT), argilliti stratificate (AVSc); a detti litotipi sono attribuibili risentimenti sismici di grado medio alto ai quali è correlabile una pericolosità moderata alta.

Una percentuale significativa delle aree esaminate è caratterizzata da FaPGA = 1,8 ÷ 2,0, correlata alla presenza di substrato non rigido prevalentemente argilloso - argillitico intensamente tettonizzato (AVV - APA) rinvenibile nel settore meridionale centrale del territorio comunale e nella fascia settentrionale dello stesso; equivalenti valori di FaPGA contraddistinguono le zone con presenza di depositi di versante/substrato detensionato con spessori tra 10/12 ÷ 18 m indipendentemente del tipo in substrato che rivestono ad eccezione che lo stesso non sia intensamente fratturato a profondità sottostanti -15 ÷ -20/-25 m dal piano campagna; i litotipi e coperture sopra descritti sono contraddistinti da risentimenti sismici di grado alto ai quali è correlabile una pericolosità alta.

Le zone con FaPGA > 2,1 alle quali sono attribuibili risentimenti sismici di grado molto alto sono rappresentate da aree nelle quali si riscontrano substrati intensamente fratturati, faglie, depositi di versante con spessori maggiori di 15/20 m che rivestono substrati intensamente fratturati, le aree nelle quali sono presenti corpi di frana sia attivi che quiescenti generalmente con spessori di 10/15 ÷ 20 m, nei casi che dei corpi di frana che coprono substrati marnosi gli spessori degli accumuli variano tra 5/10 m.

La distribuzione territoriale dei valori di FaPGA denota un'elevata influenza correlata agli effetti della topografia che determina il passaggio di substrati a risentimento medio elevato a condizioni di risentimenti sismici di grado alto - molto alto.

Le zone interessate da grado alto, oltre alle aree con presenza di frane con spessori minori di 10 m, caratterizzano principalmente il settore meridionale del territorio, Groppo – Vidiceto di Sotto, l'area sede del capoluogo e la zona a meridione dello stesso di Sole di Sotto, la fascia settentrionale centrale tra Scalucchia e Legoreccio.

I settori contraddistinti da risentimenti sismici di grado molto elevato sono irregolarmente diffusi nel territorio comunale ed oltre alle aree con presenza di frane con spessori maggiori di 10 m, contraddistinguono il settore centrale del capoluogo ed a meridione del medesimo la frazione di Costaborgo; analoghi risentimenti sismici caratterizzano le fasce con presenza di rocce intensamente fratturate per faglia.

### **15.2 Carta dei fattori di amplificazione di intensità di Housner nell'intervallo Fa SI 0.1<T<0.5 sec.**

La distribuzione areale dei valori di Fa.SI. nell'intervallo 0.1<T<0.5 sec. (Tav. 3.2), al quale appartiene praticamente la totalità dei fabbricati presenti nel territorio di Vetto ad eccezione di subordinati manufatti stretti e snelli quali campanili o torri ecc..., evidenzia una geometria di zonazione simile/equivalente a quella della Fa PGA; come riscontrato per quest'ultima anche i valori di FA SI 0,1 – 0,5 sec sono sensibilmente influenzati dalle amplificazioni per effetti della topografia. Quanto esposto concorda con i valori di Fa SI  $\leq$  1,05 sec delle zone stabili, riscontrati nelle aree meridionali orientali di Predella e Rosano e settore orientale centrale di Maiola, nelle quali sono presenti substrati a comportamento rigido (PAT – CTG3 – CIG).

Analoga distribuzione zonale evidenziano i substrati a comportamento non rigido (VS<800 m/sec) subaffioranti (CIG – CIG3 – PAT 5/6 – CTG1 – ANT5 – MCS), riscontrabili nelle aree Capoluogo, Sole di Sopra, sud est di Scalucchia, tra Castellaro/Donadiola e Maiola/Roncolo, la Strada, Gottano di Sopra, Rodogno, Pradella/La Capanna, ovest di Rosano, nord di Vidiceto di Sotto; a tali zone è attribuibile un risentimento sismico a grado medio basso correlabile ad una pericolosità moderata.

Equivalenti distribuzioni alla Fa PGA presentano le zone con Fa SI = 1,5 ÷ 1,7 sec, che contraddistinguono substrati a comportamento non rigido sub affiorante (CIG – CTG – ANT – RAN3 – CAO – SCB – Sigma) generalmente detensionati nei primi 7/10 m da p.c., ed in subordine rivestiti da depositi di versante con spessori minori di 10 m o da depositi alluvionali ghiaiosi addensati; a tali zone sono correlabili risentimenti sismici di grado medio al quale è correlabile una pericolosità moderato alta.

Analoga diffusione sul territorio a quella della Fa PGA denota l'intervallo Fa SI = 1,8 ÷ 2,0 sec che contraddistingue substrati non rigidi argillitico – argillosi (AVV) generalmente detensionati nei primi 7/10 m dal piano campagna e le aree con presenza di depositi di versante con spessori tra 10 e 15 m ai quali seguono unità di substrato detensionato con spessori di 3/6 m, indipendentemente dal tipo di substrato che rivestono ad eccezione che quest'ultimo sia caratterizzato da grado di fratturazione elevato a profondità sottostanti -15 ÷ -20/-25 m pc; alle zone sopra descritte è attribuibile un risentimento sismico di grado elevato correlabile ad una pericolosità alta.

Equivalenti distribuzioni sul territorio della Fa SI = 2,1 – 3,0 sec a quelle di Fa PGA, si riscontrano nelle zone con presenza di accumuli di frana e di substrato ad elevato grado di fratturazione nelle quali si rimarcano ulteriormente gli effetti dell'amplificazione come evidenziano il settore centrale del capoluogo e frazione di Costaborgo a sud dello stesso, a presenza di substrato molto fratturato, nelle quali Fa Si = 2,3 ÷ 2,6 sec; equivalenti accentuazioni correlate agli effetti della topografia contraddistinguono la zona di Carpaneto a nord est del capoluogo nella quale Fa SI = 2,3 ÷ 3,0 sec, e le aree con presenza di corpi di frana che assumono Fa SI = 2,3 ÷ 2,5.

La distribuzione territoriale dei valori di Fa IS = 0,1 ÷ 0,5 sec indica una principale influenza sull'amplificazione, oltre agli effetti della topografia, degli assetti del substrato come evidenziano i valori inferiori della medesima formazione (CIG – CIG3) nelle aree orientali prossime al nucleo della sinclinale di Vetto – Carpineti a minor grado di deformazione tettonica rispetto alle zone di ala della stessa e di quelle prossime al T. Enza nelle quali sono presenti sovrascorrimenti e faglie.

### **15.3 Carta dei fattori di amplificazione di intensità di Housner nell'intervallo Fa SI 0.5 < T < 1.0 sec.**

I valori di amplificazione relativi minimi, dei medi e dei massimi nell'intervallo Fa SI = 0,5 ÷ 1,0 sec evidenziano una distribuzione territoriale simile/equivalente alle zone dell'intervallo Fa SI = 0,1 ÷ 0,5 sec ed a quelle della Fa PGA.

Quanto esposto trova riscontro nei minimi delle zone stabili con presenza di substrato a comportamento rigido (PAT – CIG3) delle aree sudorientali di Predella – Rosano e quella orientale centrale di Maiola.

In funzione della maggior influenza sull'amplificazione delle caratteristiche di rigidità del substrato roccioso rispetto agli spessori delle coperture, anche se le distribuzioni territoriali delle FA SI sono praticamente equivalenti, nelle microzone comprese negli sviluppi si riscontra la generale diminuzione dei valori di amplificazione.

In questi ultimi, nell'intervallo Fa SI = 0,5 ÷ 1,0 sec sono prevalenti i fattori compresi tra Fa SI = 1,1 ÷ 1,4 sec ed in subordine quelli del campo Fa SI = 1,5 ÷ 1,7 sec che caratterizzano principalmente le aree con presenza di corpi di frana.

I valori relativi maggiori Fa SI = 1,8 ÷ 2,0 sec, che come diffusione del territorio sono praticamente equivalenti a quelli della Fa PGA e Fa SI = 0,1 ÷ 0,5 sec, si riscontrano in un subordinato numero delle zone con corpi di frana e nelle fasce con presenza di substrato ad elevato grado di fratturazione. In tale contesto si rimarca la zona alla quale appartiene il settore centrale del capoluogo e del tratto di versante a nord est dello stesso che circonda il crinale secondario di Carpaneto.

I valori dei fattori di amplificazione nell'intervallo Fa SI = 0,5 ÷ 1,0 al quale possono appartenere alcuni sporadici manufatti quali campanili, torri, strutture alte e snelle, evidenziano la netta prevalenza territoriale dei risentimenti sismici di grado medio basso ed in subordine di risentimenti sismici di grado medio.

I valori di massimo caratterizzano una percentuale decisamente minore delle aree esaminate. Tra queste ultime assume però importanza di rilievo la zona sede del settore centrale del capoluogo nel quale si riscontrano i valori territoriali di amplificazione maggiore  $Fa SI = 3$ .

## **16 RISENTIMENTO SISMICO - PERIODO FONDAMENTALE DI VIBRAZIONE PER MACRO-TIPOLOGIE DI FABBRICATI**

Le stime dei periodi principali di seguito esposte, indicative per valutazioni in prima approssimazione per manufatti con caratteristiche strutturali omogenee, è stata sviluppata in riferimento sia a misurazioni dirette eseguite con metodo dei microtremori in edifici (effettuate dallo scrivente) ed a rilevazioni con vibrodine eseguite da *Distart UNI BO* accoppiate in simultanea a misurazioni di microtremori effettuate dallo scrivente, metodo di Analisi Lineare previste dalle vigenti NTC punto 7.3.3.2, analisi critica di biografia scientifica in materia.

- Fabbricati aventi periodo di vibrazione compreso nell'intervallo 0,1 – 0,3 sec:  
ricadono in questo intervallo le tipologie edilizie prevalenti nel settore "civile" realizzate in ca, telaio ca, aventi max 3/4 piani, 1/5 piani per le tipologie in muratura;
- Fabbricati aventi periodo di vibrazione compreso nell'intervallo 0,3 – 0,5 sec:  
ricadono in questo intervallo le più comuni strutture a telaio in ca a 4/6 piani, e per estensione anche le prefabbricate tipiche del settore produttivo – manifatturiero commerciale/industriale aventi altezza sotto trave inferiore a sette metri;
- Fabbricati aventi periodo di vibrazione compreso nell'intervallo 0,5 – 1,0 sec:  
ricadono in questo intervallo le tipologie edilizie a torre tipicamente realizzate a telaio in cls, fabbricati di oltre 6 piani e produttivi con altezza sotto trave maggiore di 8 m, e per estensione magazzini verticali e manufatti alti e stretti quali silos, torri di acquedotto, campanili, ecc..

Per i fabbricati che presentano periodo di vibrazione superiore a 1,0 sec sono da sviluppare approfondimenti mediante analisi di dettaglio della risposta sismica locale.

---

<sup>1</sup> Si fa riferimento al metodo di Analisi lineare statica previsto dalle vigenti NTC 2008 punto 7.3.3.2

## 17 CONFRONTO CON LA DISTRIBUZIONE DEI DANNI DEGLI EVENTI PASSATI

Le documentazioni storiche relative agli eventi sismici passati sono essenzialmente riconducibili ai risentimenti locali del sisma del 09/1920 con epicentro in Garfagnana e del terremoto del 12/2008.

Il primo di questi con magnitudo  $M_w = 6,5$  ha indotto crolli e gravi danni vittime e feriti nei comuni a meridione di Vetto nella zona del crinale tra i quali Fivizzano, Ospitaletto, Ligonchio - Villaminuzzo; in territorio di Vetto subirono danni varie abitazioni e vi furono 2 feriti.

Relativamente al sisma del 12/2008, in base alle informazioni e dati raccolti dall'U.T. comunale, subirono gravi danni 4 fabbricati che vennero dichiarati inagibili: Edificio sede del Municipio, ex Scuola Comunale di Legoreccio, Chiesa di Crovara, Chiesa in località Piagnolo.

Oltre ai sopra descritti fabbricati risulta si siano verificati danni ad altri edifici presenti nel territorio dei quali però non sono state reperibili l'ubicazione e descrizione dei danneggiamenti.

L'analisi di microzonazione sviluppata, a prescindere dalle condizioni statico strutturali precedenti al sisma non note, evidenzia che i fabbricati dichiarati inagibili appartengono a zone classificate a pericolosità di grado alto per le Chiese di Crovara e di Piagnolo e per l'Ex Scuola Elementare, ad area a pericolosità molto alta per la zona alla quale appartiene l'Edificio sede del Municipio. In riferimento a detti manufatti si riscontra correlabilità tra i periodi principali (da stime di prima approssimazione) dei fabbricati Ex Scuola di Legoreccio Chiesa di Piagnolo ed i periodi principali di vibrazione del territorio; per quanto riguarda la Chiesa di Crovara i risentimenti del fabbricato sono correlabili al periodo di secondo ordine dei terreni.

Il sottosuolo della zona alla quale appartiene l'edificio sede del Municipio è caratterizzato da un pronunciato picco di amplificazione con periodo 0,7 sec in prima approssimazione non correlabile al periodo principale di detto manufatto se considerato integro ed omogeneo strutturalmente; è però da considerare che il valore principale sopra indicato è con tutta probabilità correlabile a moti di vibrazione della sopracitata struttura di secondo ordine.

Da quanto esposto possono essere indicativamente tratte le stime di seguito esposte: gli edifici che possono essere soggetti ad un grado di vulnerabilità sismica maggiore, relativamente ai fattori di amplificazione, sono quelli con periodo proprio di vibrazione compreso tra:

$$T = 0,1 \div 0,4 \text{ sec}$$

(fabbricati in muratura da 1 a 4/5 piani, telai in CA sino a 4/5 piani) che insistono in aree con periodo fondamentale di vibrazione dei terreni

$$T = 0,1 \div 0,5 \text{ sec}$$

$$f_0 = 10,0 \div 2,0 \text{ Hz}$$

Dette stime sono di tipo indicativo e generale poiché i periodi dei fabbricati oltre che dalle geometrie delle strutture sono influenzati in elevato grado dalle loro condizioni statico strutturali.





**STUDIO GEOLOGICO CENTROGEO**

**Dr. Geol. GIAN PIETRO MAZZETTI**

*Gian Pietro Mazzetti*

**18 BIBLIOGRAFIA**

- NOTE ILLUSTRATIVE della CARTA GEOLOGICA D'ITALIA (2002) alla scala 1:50.000, foglio 218 CASTELNOVO NE' MONTI. ISPRA SGI Ente realizzatore Regione Emilia – Romagna SGSS, a cura di G. PAPANI, M. T. DE NARDO, G. BETTELLI, D. RIO, C. TELLINI.
- NOTE ILLUSTRATIVE della CARTA GEOLOGICA D'ITALIA (2002) alla scala 1:50.000, foglio 217 NEVIANO DEGLI ARDUINI. ISPRA SGI Ente realizzatore Regione Emilia – Romagna SGSS, a cura di A. CERINA FERRONI, G. OTTRIA, P. VESCOVI, R. CATANZARITI; contributi M.T. DE NARDO, C. TELLINI.
- NOTE ILLUSTRATIVE della CARTA GEOLOGICA D'ITALIA (2002) alla scala 1:50.000, foglio 235 PIEVEPELAGO. ISPRA SGI Enti realizzatori Regione Emilia – Romagna SGSS, a cura di G. PLESI.
- NOTE ILLUSTRATIVE della CARTA GEOLOGICA D'ITALIA (2002) alla scala 1:50.000, foglio 234 FIVIZZANO. ISPRA SGI Ente realizzatore Università di Pisa, a cura di A. PUCCINELLI, G. D' AMATO AVANZI, N. PERILLI, B. POLVEROSI.
- DGR 1919/2013 Delibera della Giunta Regionale del 16/12/2013 “Approvazione dei criteri per gli studi di microzonazione sismica ed assegnazione dei contributi di cui all’ordinanza del Capo della Protezione Civile n°52/2013 a favore degli enti locali”.
- DGR 2193/2016 Delibera della Giunta Regionale del 21/12/2015 Approvazione aggiornamento dell’atto di coordinamento tecnico denominato “Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica”, di cui alla deliberazione dell’Assemblea legislativa 2 maggio 2007, n. 112. <http://demetra.regione.emilia-romagna.it/> o <http://www.regione.emilia-romagna.it/geologia/>
- L. MARTELLI, M. BONINI, L. CALABRESE, G. CORTI, G. ERCOLESSI, F.C. MOLINARI, L. PICARDI, S. PONDRELLI, F. SANI, P. SEVERI; 2016: Carta Sismotettonica Della Regione Emilia Romagna Ed Aree Limitrofe. D.R.E.AM. Italia.
- OPCM 3274/2003. Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003: “*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*”. G.U. n. 155, 08/05/2003, suppl. ord. N. 72.
- DONATELLA FERRI, MARCO MARCACCIO, 2015 Delibera di Giunta Regionale n. 1781, Allegato 5 “Valutazione dello stato delle acque sotterranee - 2010-2013”. <http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/acque/informazioni/documenti/aggiornamento-del-quadro-conoscitivo-di-riferimento-carichi-inquinanti-bilanci-idrici-e-stato-delle-acque-ai-fini-del-riesame-dei-piani-di-gestione-distrettuali-2015-2021>
- L. MARTELLI, M. ROMANI; 2013: Microzonazione sismica e analisi della condizione limite per l'emergenza delle aree epicentrali dei terremoti della pianura emiliana di maggio giugno 2012. Relazione Illustrativa, (ordinanza del commissario delegato – presidente della Regione Emilia-Romagna n. 70/2012),
- A. FRAULINI, A. MANICARDI, B. MENGOLI C. UGOLETTI, G. P. MAZZETTI; 2013: Riduzione del rischio: esiti della microzonazione sismica nelle carte e norme degli strumenti urbanistici. Atti 32° GNSTS, Trieste.
- G. P. MAZZETTI, S. GILLI; 2013: Geological characters and structural seismic response of litho units between ridge Apennine foot hills: area of the Municipalities of Montese, Zocca, Guiglia, Marano s/P, Atti IX Forum Italiano di Scienze della Terra, Geitalia, Pisa,
- AA. VV. (2013) Assetto tettonico e potenzialità sismogenetica dell'appennino Tosco-Emiliano-Romagnolo e Val Padana, Regione Emilia Romagna – Toscana, Università di Siena 1240.
- M. LOCATI, R. CAMASSI e M. STUCCHI (a cura di) (2011). BDMI11, *la versione 2011 del Database Microsismico Italiano*. Milano, Bologna, <http://Edius.mi.ingv.it/DBMI11>
- GRUPPO DI LAVORO MS (2008). “*Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica*”. Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome – Dipartimento della protezione Civile, Roma, 3 vol. e Dvd. [http://www.protezionecivile.it/cms/view.php?dir\\_pk=395&cms\\_pk=15833](http://www.protezionecivile.it/cms/view.php?dir_pk=395&cms_pk=15833)
- C. MELETTI e G. VALENSISE, (2004). Zonazione sismogenetica ZS9-App. 2 al rapporto Conclusivo. In: “*Gruppo di Lavoro MPS (2004). Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall’Ordinanza PCm 3274 del 20 marzo 2003*”. Rapporto per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici.
- M. BOCCALETTI – L. MARTELLI – AA. VV. (2004) – Carta Sismotettonica della Regione Emilia Romagna. S.E.L.C.A. Firenze OPCM 3274/2003. Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003: “*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*”. G.U. n. 155, 08/05/2003, suppl. ord. N. 72.
- L.MARTELLI, A. MANICARDI, G.P. MAZZETTI, C. UGOLETTI. (2009). PTCP MODENA carte della sicurezza del territorio, riduzione del rischio sismico, carte delle aree suscettibili di effetti locali.
- A. CAMPISI, M. GUERRA, F. MANENTI, L. MARTELLI, G. P. MAZZETTI (2007) PTCP DI REGGIO EMILIA: rappresentazione della pericolosità sismica locale provinciale e indirizzi per la pianificazione comunale, 26° Convegno Nazionale Gruppo Nazionale di Geofisica della Terra Solida, Novembre 2007.
- F.C. MOLINARI – G. BOLDRINI et ALII (2007) – Risorse Idriche Sotterranee della provincia di Ferrara; DB MAP, Firenze.
- G.P. MAZZETTI (2006), Evoluzione geologica del territorio reggiano, pp. 8-20 in “*Una Provincia allo Specchio: Reggio Emilia*”; Telesio Editrice, Carnate, Milano.
- G.P. MAZZETTI (2008), Indagine Geologico Ambientale – Analisi Sismica, Piano Strutturale Comunale, 2008, Vetto, Reggio Emilia.
- M. PAGANI, A. MARCELLINI, R. DAMINNELLI, L. MARTELLI, G.P. MAZZETTI (2003). Valutazione della pericolosità sismica di Castelnovo ne’ Monti, Convegno Nazionale, Gruppo Nazionale di Geofisica della terra Solida, C.N.R., Roma.
- SERVIZIO TECNICO DEGLI AFFLUENTI DEL PO, R.E.R. (2015) – Stratigrafie catasto pozzi, dati non pubblicati.
- AA.VV. (1970-1980) – Rapporti ed indagini geognostiche sul territorio di Vetto, R.E. Documenti inediti.
- M. PANIZZA ET ALII (1978). Geomorfologia dell’area circostante la Pietra di Bismantova; Servizio Geologico d’Italia, vol. XCVII, C.N.R.
- G.P. MAZZETTI– NASSER A.Z. – GILLI S. (2003) – Enza the alluvial cone model trough geoelectric prospection, Atti 4<sup>th</sup> European Congress in Regional Geoscientific Cartography; R.E.R. Ind. Graf. Labanti e Nanni – BO.
- P. SCANDONE et ALII (1992) - Struttura geologica, evoluzione cinematica e schema sismotettonico della penisola italiana, Atti, Convegno GNDT.
- A. BOSELLINI – E. MUTTI – F. RICCI LUCCHI, (1989) - Rocce e Successioni sedimentarie UTET
- AGIP (1986) – Pianura Padana – Interpretazione integrate di dati geofisici e geologici – 73° Congresso SGI 29/07-4/10 1986, Roma.
- AGIP (1981) - Subsurface geological structure of the Po Plain. Italy - C.N.R.

- A. BOSELLINI (1981) - The emile fault. A jurassic fracture zone that evolved into a Cretaceous Paleogene sinistral wrench fault. Boll. Soc. Geol. It.
- G. FERRARI - D. POSTPISCHL (1981) - Le scale macrosismiche C.N.R. P.F. Geodinamica. Pubbl. N° 387. Ist. Topografia, geodesia e geofisica Mineraria, Univ. BO
- C.N.R. (1980) - Proposta di riclassificazione sismica del territorio nazionale - Pubblic. N° 361 ESA Editrice - Roma.
- C.N.R. (1979) - Carte preliminari di scuotibilità del territorio nazionale. Pubbl. N° 227 ESA Editrice - Roma
- IST. GEOL. UNIV. MO (1978) - Metodologie e primi risultati di neotettonica nel modenese e territori limitrofi. Mem. Soc. Geol. It.
- G. CASTANY (1976) - Traité pratique des eaux souterraines. Dunod, Paris.
- J. VANDENBERG J. & A.A.H WONDERS (1976) - Paleomagnetic evidence of large fault displacement around the Po-Basin. Technophysics.
- ENI (1972) - Acque dolci sotterranee - ENI
- ENI (1965) - Enciclopedia del petrolio e del gas naturale, volume VI, Carlo Colombaro Editore.
- AGIP (1969) - Italia II - Geologia e ricerca petrolifera; Pianura Padana Veneta; Enciclopedia del petrolio e del gas naturale, ENI
- U. LOSACCO (1949) - La glaciazione quaternaria dell'Appennino Settentrionale. Riv. geografia It, 56 (2)