



PROTEZIONE CIVILE
 Presidenza del Consiglio dei Ministri
 Dipartimento della Protezione Civile



Regione Emilia-Romagna



CONFERENZA DELLE REGIONI E
 DELLE PROVINCE AUTONOME

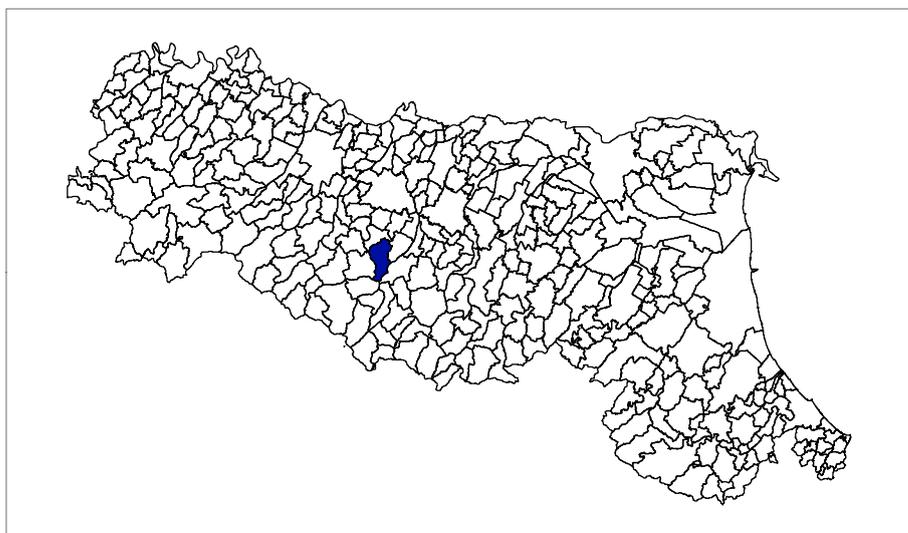
Attuazione dell'articolo 11 della legge 24 giugno 2009, n.77

MICROZONAZIONE SISMICA

Modellazione e caratterizzazione geologico sismica e geotecnica

Relazione Tecnica Illustrativa

Regione Emilia-Romagna
Comune di Baiso



<p>Regione Emilia Romagna</p> <p><i>Studio realizzato con il contributo di cui all'OCDPC 293/2015 DET ER 17050/2016. Coordinamento della Regione Emilia-Romagna - Servizio Geologico Luca Martelli</i></p>	<p>Soggetto realizzatore</p> <p>Studio Geologico CENTROGEO <i>Progetto:</i> Gian Pietro Mazzetti <i>Collaboratori:</i> Stefano Gilli Mauro Mazzetti</p>	<p>Amministrazione comunale <i>Sindaco:</i> Fabrizio Corti</p> <p><i>Responsabile Ufficio Tecnico - Urbanistica:</i> Simone Mangani</p> <table border="1" data-bbox="1024 2018 1481 2110"> <tr> <td data-bbox="1024 2018 1254 2110"> <p>Data Novembre 2020</p> </td> <td data-bbox="1254 2018 1481 2110"></td> </tr> </table>	<p>Data Novembre 2020</p>	
<p>Data Novembre 2020</p>				

Provincia di Reggio Emilia

Comune di Baiso

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.....	16
5	ASSETTO GEOLOGICO STRUTTURALE.....	17
	Serie litostratigrafica.....	22
6	MODELLAZIONE SISMICA.....	35
6.1	CARATTERISTICHE STRUTTURALI E SISMOTETTONICHE.....	35
7	INQUADRAMENTO SISMOTETTONICO.....	35
7.1	Attività tettonica.....	37
8	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO.....	39
9	FORME, PROCESSI E DEPOSITI.....	41
9.1.1	Depositi Eolici.....	41
9.1.2	Depositi Colluviali.....	41
9.1.3	Depositi e processi fluvio torrentizi.....	42
9.2	Forme Strutturali.....	43
9.3	Processi superficiali.....	44
9.4	Processi di tipo lineare.....	45
9.5	Processi Profondi.....	45
10	DINAMICA DEI VERSANTI.....	48
11	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....	50
11.1	Caratteristiche idrogeologiche.....	50
12	CARATTERI GEOLOGICO TECNICI.....	53
12.1.1	Caratteristiche litotecniche.....	53
12.1.2	Suscettività alla liquefazione.....	54
13	SEZIONI GEOLOGICHE.....	55
14	INTERPRETAZIONE ED INCERTEZZE/METODOLOGIA DI ELABORAZIONE DEI RISULTATI.....	56
14.1	Microtremiti con la tecnica HVSr.....	57
14.2	Prospezione sismica a rifrazione attiva/passiva MASW/Re.Mi. e passiva Re.Mi.....	57
15	PRIMO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO.....	59
15.1	Carta delle indagini.....	59
15.2	CARTA GEOLOGICO TECNICA.....	60
15.3	CARTA DELLE FREQUENZE NATURALI DEL TERRENO.....	62
15.4	MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA O DELLE AREE SUSCETTIBILI DI EFFETTI LOCALI.....	65
16	SECONDO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO.....	94
16.1.1	Carta delle nuove indagini.....	97
16.1.2	Carta delle velocità delle onde di taglio S (Vs).....	98
17	CARTE DEI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE - MICROZONAZIONE SISMICA.....	102
17.1	Carta dei fattori di amplificazione dell'accelerazione massima orizzontale F.a.P.G.A.....	103
17.2	Carta dei fattori di amplificazione di intensità di Housner nell'intervallo FH 0.1<T<0.5 sec.....	104
17.3	Carta dei fattori di amplificazione di intensità di Housner nell'intervallo FH 0.5<T<1.0 sec.....	105
17.4	Carta dei fattori di amplificazione in termini accelerazione nell'intervallo FA 0.1<T<0.5 sec.....	106
17.5	Carta dei fattori di amplificazione in termini di accelerazione nell'intervallo FA 0,4<T<0,8 sec.....	107
17.6	Carta dei fattori di amplificazione di in termini di accelerazione nell'intervallo FA 0.7<T<1.1 sec.....	108
18	RISSENTIMENTO SISMICO - PERIODO FONDAMENTALE DI VIBRAZIONE PER MACRO TIPOLOGIE DI FABBRICATI.....	110
19	LIVELLO DI PERICOLOSITA' SISMICA HSM.....	111
20	CONFRONTO CON LA DISTRIBUZIONE DEI DANNI DEGLI EVENTI PASSATI.....	113
21	BIBLIOGRAFIA.....	115

ELABORATI

Tav. 1.1 Nord/Sud	Carta delle indagini pregresse e nuove	1:10.000
Tav. 1.2 Nord/Sud	Carta geologica	1:10.000
Tav. 1.3 Nord/Sud	Carta geologico - tecnica	1:10.000
Tav. 1.3.1	Sezioni geologiche	1:10.000 1:20.000
Tav. 1.4 Nord/Sud	Carta delle frequenze naturali dei terreni	1:10.000
Tav. 1.5 Nord/Sud	Carta delle Vsh	1:10.000
Tav. 1.6 Nord/Sud	Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)	1:10.000
Tav. 2.1 Nord/Sud	Carta delle indagini nuove	1:10.000
Tav. 2.2 Nord/Sud	Carta di microzonazione sismica - FA PGA	1:10.000
Tav. 2.3 Nord/Sud	Carta di microzonazione sismica - FH 0,1 – 0,5 sec	1:10.000
Tav. 2.4 Nord/Sud	Carta di microzonazione sismica - FH 0,5 – 1 sec	1:10.000
Tav. 2.5 Nord/Sud	Carta di microzonazione sismica - FA 0,1 – 0,5 sec	1:10.000
Tav. 2.6 Nord/Sud	Carta di microzonazione sismica - FA 0,4 – 0,8 sec	1:10.000
Tav. 2.7 Nord/Sud	Carta di microzonazione sismica - FA 0,7 – 1,1 sec	1:10.000
Tav. 2.8 Nord/Sud	Carta di microzonazione sismica - HSM 0,1 – 0,5 sec	1:10.000

ALLEGATI

Indagini geognostiche e geofisiche di nuova esecuzione

Indagini geognostiche e geofisiche pregresse

1 INTRODUZIONE

L'individuazione del grado di sicurezza in rapporto al comportamento dei terreni durante un evento sismico e dei conseguenti possibili effetti locali, del territorio comunale di Baiso (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 del territorio insediato, di previsto sviluppo e delle fasce interessate dalle principali infrastrutture, del grado di vulnerabilità sismica del patrimonio edilizio esistente, delle aree urbanizzate.

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 Variante Specifica 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 cui all'O.C.D.P.C. 293/2015 e successivi aggiornamenti: DGR n° 630/2019 “Atto di coordinamento tecnico sugli studi di microzonazione sismica per la pianificazione territoriale ed urbanistica” – DGR n°1238 /2020 “Approvazione dei criteri, delle linee guida e delle indicazioni tecniche e procedurali per la presentazione dei progetti e l'attribuzione dei contributi per la realizzazione di interventi di riduzione del rischio sismico in edifici pubblici strategici e rilevanti, in edifici privati e per studi di microzonazione sismica”* come richiesto dal Servizio Geologico Sismico e dei Suoli.

La microzonazione sismica di II° livello, realizzata con il contributo di cui all'OCDPC 293/2015, 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 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 esistenti.

L'analisi della pericolosità sismica dell'area del Comune di Baiso 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 nelle sopracitate DGR 630/2019 e DGR 1238/2020, “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 significativamente rappresentative per gli utilizzi ai fini della pianificazione a scala comunale e per le valutazioni del grado di sicurezza dei manufatti in essere in rapporto alle sollecitazioni sismiche che li possono interessare.

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 Baiso 2008, Centrogeo, Dr. Geol. Gian Pietro Mazzetti*, dell'aggiornamento al 2019 della *Cartografia Inventario delle Frane e Archivio Storico delle Frane Regione Emilia Romagna*.

Le analisi di microzonazione sismica, sono state eseguite su commissione **dell'Amministrazione Comunale di Baiso, RE**, Determina n°381 del 29/12/2016, Arch. Mauro Bisi, Responsabile del Servizio Tecnico Comunale.

La microzonazione sismica del territorio di Baiso, realizzata con il contributo di cui all'O.C.D.P.C. 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 Baiso.

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 Baiso, con superficie di 75,5 kmq, appartiene alla media Val di Secchia ed è delimitato a sud e ad est sino alla Zona Industriale Muraglione dal Fiume Secchia, successivamente circa dall'allineamento dei toponimi Sassogattone, Rio di Spiaggi/Getto, Pradella, M. Pianella, fosso “di S. Romano” 0,5 km ad est di Paderna sino al T.Tresinaro; a settentrione dal T. Tresinaro circa da C. Fabbrica a C. Vernara; ad occidente dalla strada a mezza costa sul versante settentrionale di M. Lusina sino a C. Gazzoli di Sotto e successivamente a questa in verso di San Siro per poi orientarsi a sud ovest in direzione di C. dei Boschi – Pulpiano – Zoccadello/Strinati, C. Marcuzzo, Cà Vigna (Magliatica), Cà di Merlatto, Fasole, C. Usano, il Rio tra Bugandina e Falbio sino alla sua confluenza al F.Secchia.

La zona in analisi appartiene alle sezioni:

CASINA N° 218070,

VIANO N° 218080,
CARPINETI N° 218110,
BAISO N° 218120,
S. CASSIANO N° 218160

e, per piccola parte dell'area settentrionale orientale centrale alla sezione:

CASTELLARANO N° 219050

delle basi topografiche in scala 1:10.000 della C.T.R. Emilia Romagna, appartenenti, per quanto riguarda la cartografia IGM al F° MODENA N° 86, Zona 32 T, Quadrato PQ.

Le quote assolute che identificano il territorio analizzato sono mediamente comprese tra 750 ÷ 700 m slm nella zona di I Monchi – M. Cerredolo dove nel crinale C. Manteto – Monte Falò raggiunge i massimi di 800 ÷ 853 m slm; l'altitudine media di 500 ÷ 600 m slm caratterizza la maggior parte del territorio comunale; le quote si attestano a 300 ÷ 400 m slm nelle fasce settentrionali, meridionali ed orientali latitanti sia il F. Secchia, nella zona centrale ai bordi del T. Lucenta e nel settore nord orientale nell'area sottesa al bacino del Rio delle Viole e del Rio dell'Oca.

D'altra parte si evidenziano le quote relative minori comprese tra 180/200 e 300 m slm al bordo settentrionale dell'area comunale in sponda destra del T. Tresinaro e nella fascia centro orientale meridionale in sinistra Secchia circa tra Lugo e Muraglione – Borgonuovo.

La media percentualmente più rappresentata delle quote del territorio comunale è generalmente compresa tra 450 e 550 m slm.

I pronunciati dislivelli in diffusi settori del territorio, quali quelli in corrispondenza del Rio Spigone ed in destra Tresinaro circa tra il capoluogo e M. Lusina e quelli del crinale C. Manteto – Monte Falò conseguono dal diverso grado di resistenza all'erosione delle rocce che formano detti settori dell'area comunale, da movimenti neotettonici che hanno interessato la media Val di Secchia e dalle diverse condizioni climatiche che hanno coinvolto il territorio in passato.

3 METODOLOGIA D'INDAGINE

L'analisi delle condizioni territoriali si è attuata mediante un rilevamento geologico – geomorfologico tecnico, eseguito sia con esame interpretativo dei fotogrammi 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 litologico stratigrafica 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, di quelli oggetto delle possibili direttrici di sviluppo edificatorio e dei principali assi infrastrutturali, si è redatta in riferimento alle caratteristiche delle forme e processi e del dissesto identificate nella Carta dell'Inventario delle Frane RER

aggiornata al 2019, della Carta del Dissesto PTCP della Provincia di Reggio Emilia, carta del dissesto PSC Baiso 2008. Le disamine relative alle suddette zone sono state integrate da rilievi diretti in sito, dai parametri geomeccanici desunti da indagini geognostiche: sondaggi meccanici, prove penetrometriche e prospezioni geofisiche a rifrazione. effettuate da AA. VV. nel territorio.

Le sopra descritte informazioni, hanno consentito la definizione della caratterizzazione geotecnica d'insieme delle unità litologiche presenti nell'area comunale e di valutare, unitamente all'analisi dell'assetto topografico delle basi CTR E.R. in scala 1:5.000, 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 morfologici possono influenzare il moto sismico in superficie.

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

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 Tavv. 218 SE – 218 NE del PTCP RE, che visualizzano l'ubicazione delle aree di emergenza idrica, le principali zone di alimentazione delle sorgenti e gli ammassi rocciosi e coperture detritiche associate agli stessi con caratteristiche di rocce magazzino.

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.

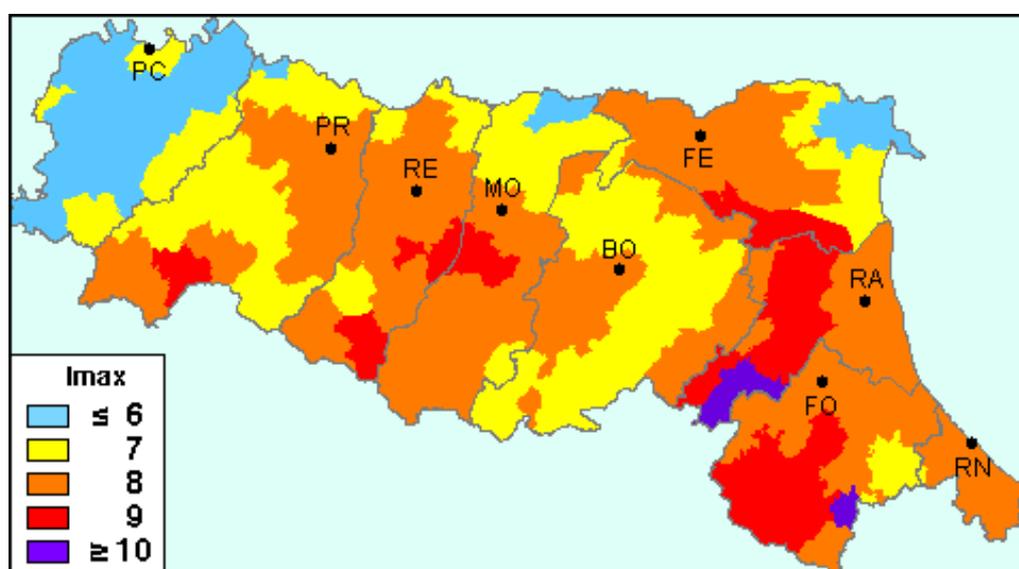
Per quanto riguarda la caratterizzazione sismica dei tipi rocciosi affioranti e delle coperture sono state eseguite prospezioni geofisiche con metodo sismico a rifrazione sia passiva (Re.Mi.) che attiva (MASW) ed acquisizioni di microtremori ambientali a stazione singola (HVSr), di seguito più in dettaglio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

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 è prevalentemente correlata a meccanismi focali compressivi e compressivo trascorrenti nelle strutture superficiali (primi 15 km), secondariamente è connessa a meccanismi focali distensivi ed estensivo trascorrenti nelle zone sorgente di media profondità (15 ÷ 35 km) e subordinatamente profondi (≥ 35 km).

Nell'ambito in cui ricade il territorio comunale di Baiso (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 $M_e = 4,5 \div 5,5$, come evidenziato nella seguente figura:



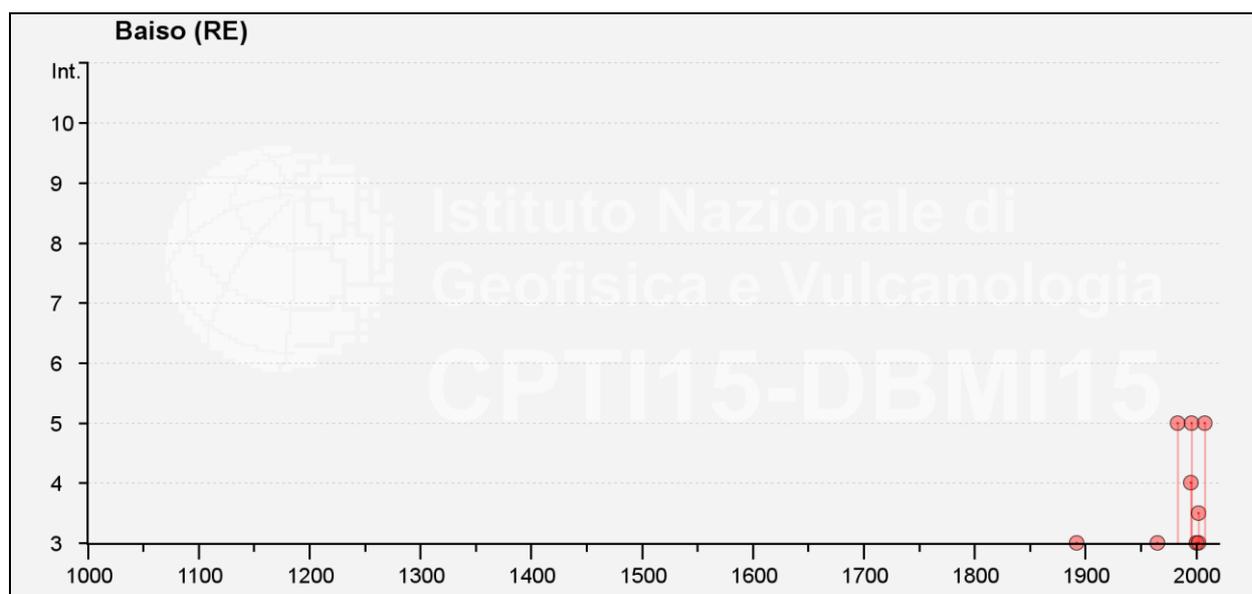
Nell'area a cui appartiene il territorio di Baiso, RE, il Database Macrosismico DBMI15 utilizzato per la compilazione del catalogo parametrico CPTI15 (a cura di Rovida A., Locati M., Camassi R., Lollì B., Gasperini P. (eds), 2016. CPTI15, the 2015 version of the Parametric Catalogue of Italian Earthquakes. 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 Baiso

Numero di eventi: 20

Effetti	In occasione del terremoto del				
Int.	Anno Me Gi Ho Mi Se	Area epicentrale	NMD P	Io	Mw
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
5	2008 12 23 15 24 2	Parmense	291	6-7	5.36
4	1995 10 10 06 54 2	Lunigiana	341	7	4.82
3-4	2002 06 08 20 13 0	Frignano	115	4	4.23
3	1892 05 17 03 08 1	Carpineti	28	5	4.28
3	1965 11 09 15 35	Appennino reggiano	32	5	4.17
3	2000 06 18 07 42 0	Pianura emiliana	304	5-6	4.40
3	2002 06 18 22 23 3	Frignano	186	4	4.30
2	2000 10 03 01 12 3	Frignano	62	5	4.22
NF	1899 06 26 23 17 2	Valle del Bisenzio	138	7	5.02
NF	1986 10 01 19 53 3	Lunigiana	68	5	4.46
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	1997 05 12 22 13 5	Pianura emiliana	56	4-5	3.68
NF	1997 12 24 17 53 1	Garfagnana	98	5	4.33
NF	1998 02 21 02 21 1	Pianura emiliana	104	5	3.93
NF	1998 03 26 16 26 1	Appennino umbro-marchigiano	409		5.26
NF	2002 11 13 10 48 0	Franciacorta	768	5	4.21

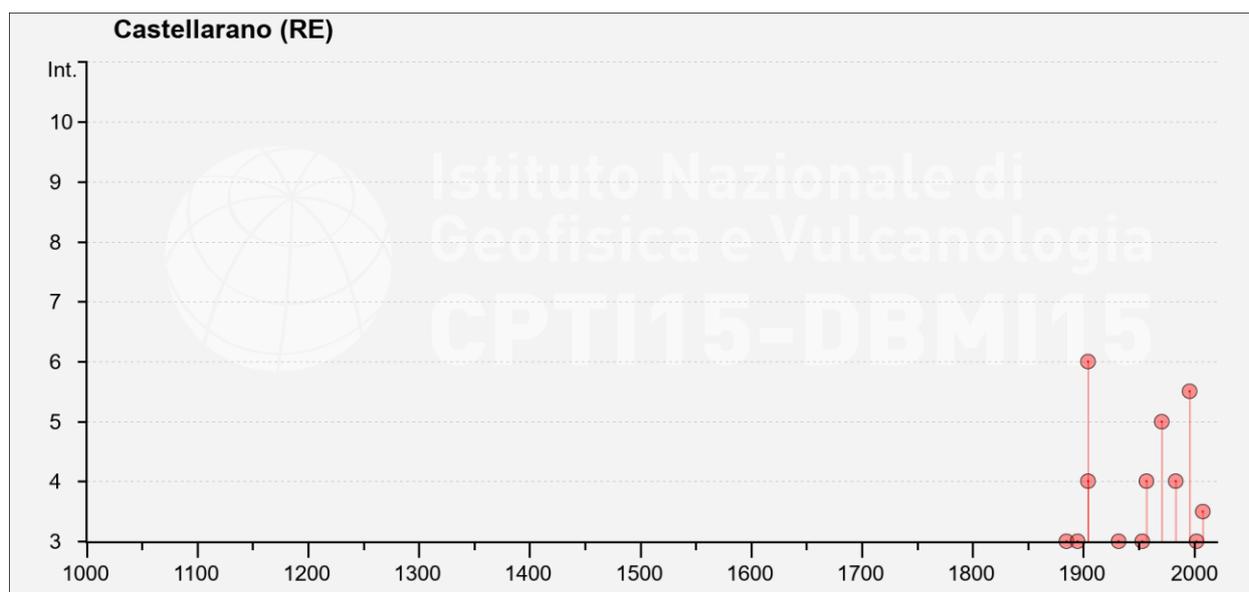
Dove: Io ed Mw=Intensità e Magnitudo sismica epicentrale; Int=Intensità sismica percepita; NF=Nessun effetto



e nei territori dei comuni confinanti i sismi di seguito esposti:

Storia sismica di Castellarano
Numero di eventi: 27

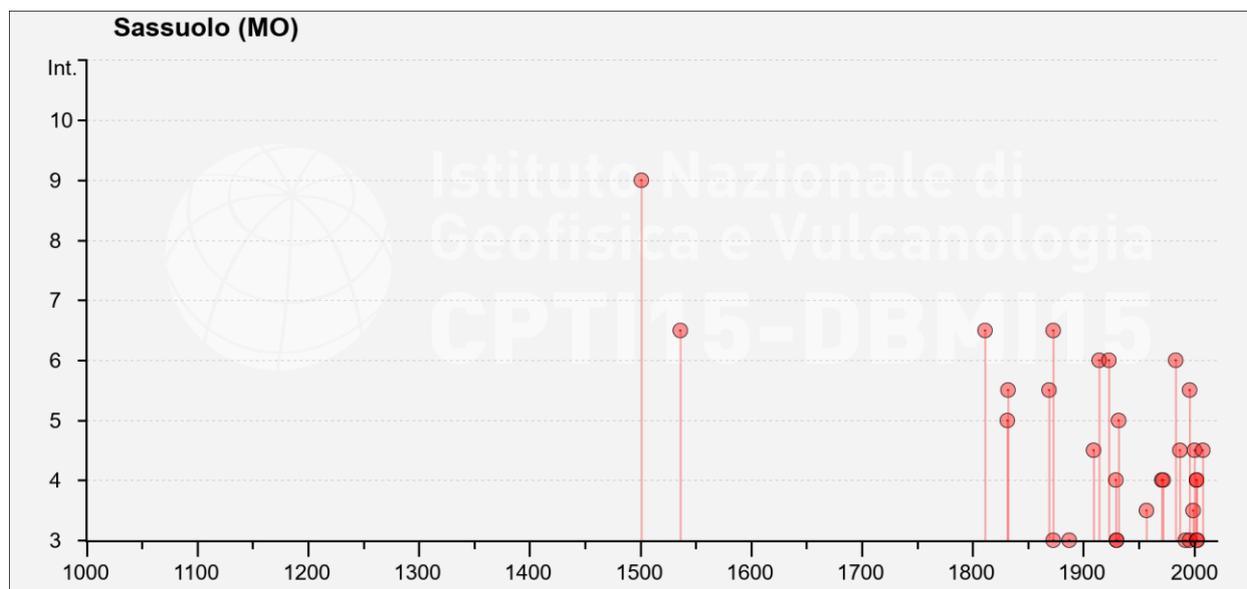
Effetti	In occasione del terremoto del				
Int.	Anno Me Gi Ho Mi Se	Area epicentrale	NMD P	Io	Mw
6	1904 02 25 18 47 5	Reggiano	62	6	4.81
5-6	1996 10 15 09 55 5	Pianura emiliana	135	7	5.38
5	1971 07 15 01 33 2	Parmense	228	8	5.51
4	1904 06 10 11 15 2	Frignano	101	6	4.82
4	1957 08 27 11 54	Appennino modenese	58	5	4.73
4	1983 11 09 16 29 5	Parmense	850	6-7	5.04
F	1892 05 17 03 08 1	Carpinetti	28	5	4.28
3-4	2008 12 23 15 24 2	Parmense	291	6-7	5.36
3	1885 02 26 20 48	Pianura Padana	78	6	5.01
3	1895 05 12 20 29	Reggiano	13	4-5	3.98
3	1932 04 19 00 17	Modenese	9	4	3.63
3	1953 08 22 05 26	Reggiano	6	6	4.73
3	2002 06 18 22 23 3	Frignano	186	4	4.30
2-3	2000 06 18 07 42 0	Pianura emiliana	304	5-6	4.40
NF	1897 09 06 03 10 4	Valdarno inferiore	104	5-6	4.59
NF	1899 06 26 23 17 2	Valle del Bisenzio	138	7	5.02
NF	1956 04 26 03 00 0	Appennino bolognese	89	6	4.74
NF	1965 11 09 15 35	Appennino reggiano	32	5	4.17
NF	1986 12 06 17 07 1	Ferrarese	604	6	4.43
NF	1992 04 17 11 59 0	Appennino bolognese	56	4-5	4.11
NF	1995 10 10 06 54 2	Lunigiana	341	7	4.82
NF	1995 12 31 21 29 4	Appennino reggiano	96	4-5	4.51
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 10 03 01 12 3	Frignano	62	5	4.22
NF	2002 06 19 22 11 1	Frignano	52	3	4.03



Storia sismica di Sassuolo
Numero di eventi: 44

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMD P	Io	Mw
9	1501	06	05	10			Modenese	17	9	6.05
6-7	1536	08	17	00	05		Appennino settentrionale	10	6-7	5.12
6-7	1811	07	15	22	44		Modenese-Reggiano	19	6-7	5.13
6-7	1873	05	16	19	35		Reggiano	15	6-7	5.01
6	1914	10	27	09	22		Lucchesia	660	7	5.63
6	1923	06	28	15	12		Modenese	22	6	5.04
6	1983	11	09	16	29	5	Parmense	850	6-7	5.04
5-6	1832	03	13	03	30		Reggiano	97	7-8	5.51
5-6	1869	12	13	02	53		Sassuolo	13	5	4.57
5-6	1996	10	15	09	55	5	Pianura emiliana	135	7	5.38
5	1831	09	11	18	15		Pianura emiliana	25	7-8	5.48
5	1932	04	19	00	17		Modenese	9	4	3.63
4-5	1909	01	13	00	45		Emilia Romagna orientale	867	6-7	5.36
4-5	1987	05	02	20	43	5	Reggiano	802	6	4.71
4-5	2000	06	18	07	42	0	Pianura emiliana	304	5-6	4.40
4-5	2008	12	23	15	24	2	Parmense	291	6-7	5.36
4	1929	04	19	04	16		Bolognese	82	6-7	5.13
4	1971	07	15	01	33	2	Parmense	228	8	5.51
4	1972	10	25	21	56	1	Appennino settentrionale	198	5	4.87
4	2002	06	08	20	13	0	Frignano	115	4	4.23
4	2002	06	18	22	23	3	Frignano	186	4	4.30
3-4	1957	08	27	11	54		Appennino modenese	58	5	4.73

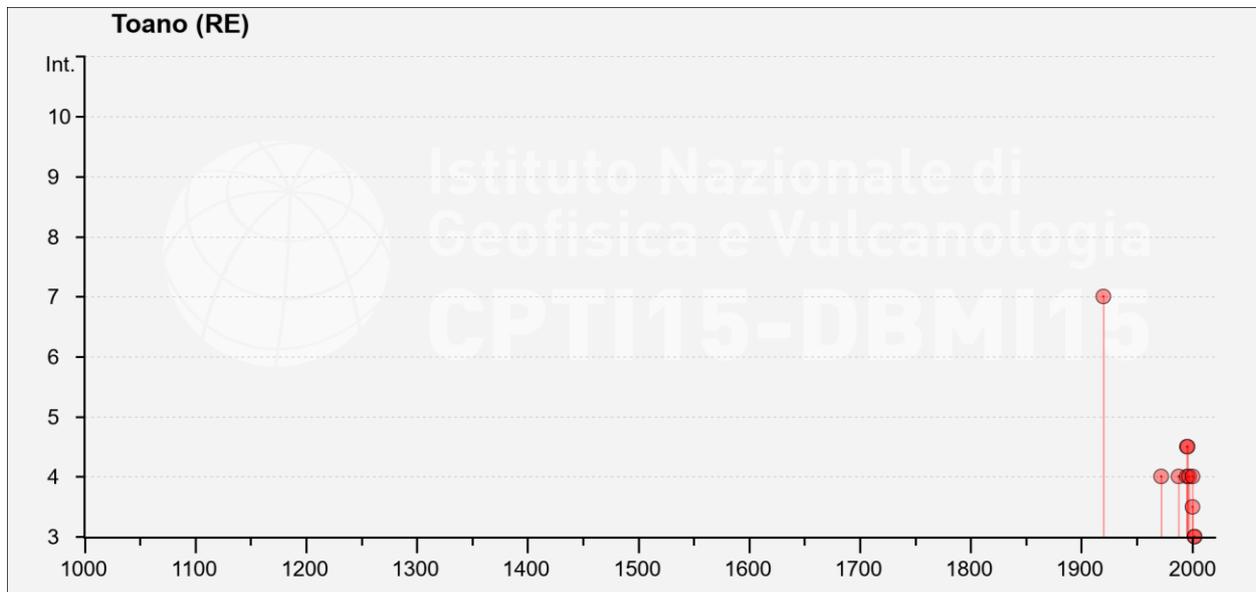
Effetti	In occasione del terremoto del				
Int.	Anno Me Gi Ho Mi Se	Area epicentrale	NMD P	Io	Mw
3-4	1999 07 07 17 16 1	Frignano	32	5	4.67
3	1873 03 12 20 04	Appennino marchigiano	196	8	5.85
3	1887 02 23 05 21 5	Liguria occidentale	1511	9	6.27
3	1930 05 24 22 02	Appennino tosco-emiliano	43	5	4.91
3	1930 10 26 07 31	Modenese	11	4	4.12
3	1992 04 17 11 59 0	Appennino bolognese	56	4-5	4.11
3	1996 12 16 09 09 5	Pianura emiliana	115	5-6	4.06
3	2002 06 19 22 11 1	Frignano	52	3	4.03
3	2003 09 14 21 42 5	Appennino bolognese	133	6	5.24
2-3	1997 05 12 22 13 5	Pianura emiliana	56	4-5	3.68
2	1919 06 29 15 06 1	Mugello	565	10	6.38
2	1922 08 02 21 13	Frignano	21	5	4.32
2	1965 11 09 15 35	Appennino reggiano	32	5	4.17
2	1995 12 31 21 29 4	Appennino reggiano	96	4-5	4.51
1-2	1995 10 10 06 54 2	Lunigiana	341	7	4.82
NF	1909 08 25 00 22	Crete Senesi	259	7-8	5.34
NF	1911 02 19 07 18 3	Forlivese	181	7	5.26
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	1996 10 26 04 56 5	Pianura emiliana	63	5-6	3.94
NF	1998 02 21 02 21 1	Pianura emiliana	104	5	3.93
NF	2000 10 03 01 12 3	Frignano	62	5	4.22



Storia sismica di Toano

Numero di eventi: 15

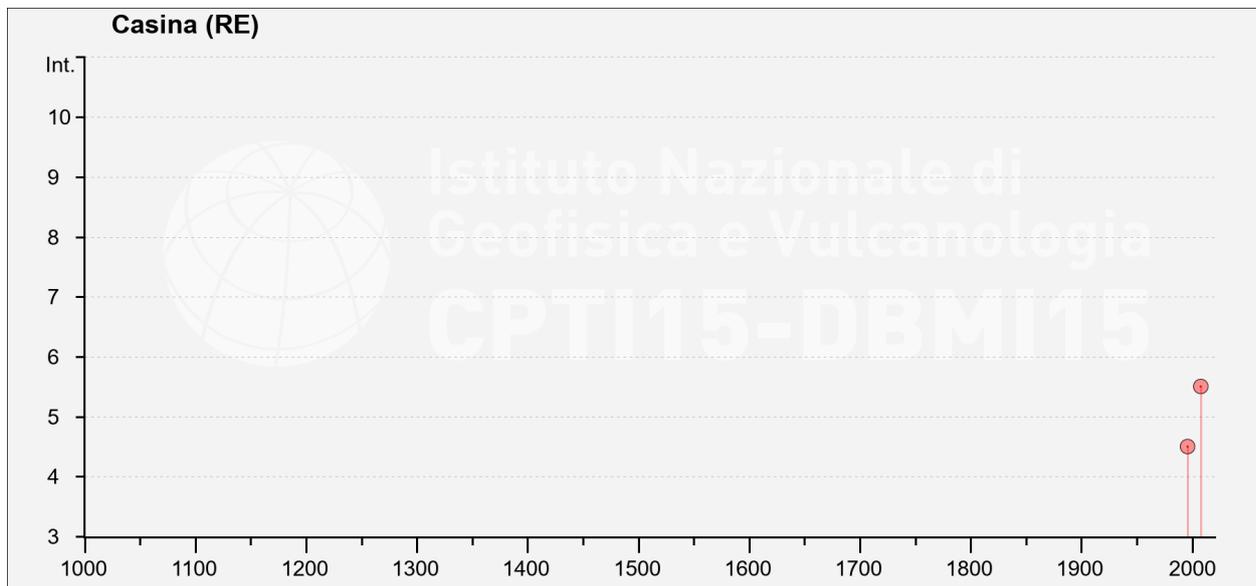
Effetti	In occasione del terremoto del				
Int.	Anno Me Gi Ho Mi Se	Area epicentrale	NMD P	Io	Mw
7	1920 09 07 05 55 4	Garfagnana	750	10	6.53
4-5	1995 12 31 21 29 4	Appennino reggiano	96	4-5	4.51
4-5	1996 10 15 09 55 5	Pianura emiliana	135	7	5.38
4	1972 10 25 21 56 1	Appennino settentrionale	198	5	4.87
4	1988 02 08 11 24 4	Garfagnana	75	6	4.34
4	1995 10 10 06 54 2	Lunigiana	341	7	4.82
4	1997 12 24 17 53 1	Garfagnana	98	5	4.33
4	2000 10 03 01 12 3	Frignano	62	5	4.22
3-4	2000 06 18 07 42 0	Pianura emiliana	304	5-6	4.40
3	2002 06 08 20 13 0	Frignano	115	4	4.23
3	2002 06 18 22 23 3	Frignano	186	4	4.30
2-3	1987 05 02 20 43 5	Reggiano	802	6	4.71
2	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	1989 10 03 09 41 3	Appennino parmense	91	4	4.04



Storia sismica di Casina

Numero di eventi: 18

Effetti	In occasione del terremoto del				
Int.	Anno Me Gi Ho Mi Se	Area epicentrale	NMD P	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



(tabelle e grafici reperiti 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 Baiso ed al suo intorno ha una moderata testimonianza ed estensione temporale; il primo evento documentato risale al 1501 (Maranello – Sassuolo) in la maggior parte risulta catalogata da fine '800 e tutto il 900)
- la sismicità è di tipo medio – medio elevato con intensità massime percepite in territorio di Baiso equivalenti $I_s = 5$, corrispondenti a magnitudo stimate in $M_e = 4,0 \div 4,9$
- le massime intensità sismiche sono correlate a sismi di elevata intensità sismica avvenuti a distanze di 15/20 km (Montegibbio – Maranello); sono inoltre documentati shock sismici superficiali di medio bassa magnitudo $M_w = 4,1 \div 4,9$ che hanno contribuito in modo 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

La documentazione sugli eventi sismici che hanno indotto effetti nel territorio di Baiso nei periodi precedenti al 1850, conseguente alla scarsa presenza di edifici di importanza rilevante ad eccezione del Castello e della Pieve di Baiso, è praticamente nulla (catalogo parametrico CPTI15 – DBMI15). Nonostante ciò anche se le fonti storiche non menzionano di gravi danni ai sopracitati fabbricati, in funzione della distanza di circa 15/20 km dell'epicentro dell'evento del giugno 1501 con $M \geq 6$, che causò gravi e diffusi danni e crollo quasi completo del centro di Maranello e di molti edifici in Castelvetro – Montegibbio – Sassuolo, con tutta probabilità l'area di Baiso ha risentito di effetti $I = 5/6$.

Nei periodi successivi a fine 1.800 il catalogo CPTI 15 documenta eventi sismici che hanno indotto effetti con $I = 5$ nel 1983 – 1996 – 2008 ed un evento nel febbraio 1904 con

epicentro in prossimità di Marola con $M_w = 4,9$ che ha provocato effetti: $I = 7$, ha causato nell'urbanizzato di Marola caduta di quasi tutti i camini e lesioni gravi in moltissime case anche ben costruite; per tale evento non sono segnalati danni ai fabbricati in territorio di Baiso.

I sismi del novembre 1983 S. Maria del Piano – Bannone, PR e dell'ottobre 1996 San Tommaso di Bagnolo in Piano, RE, nell'area di Baiso hanno indotto effetti con $I = 5$ con assenza di danni o praticamente trascurabili.

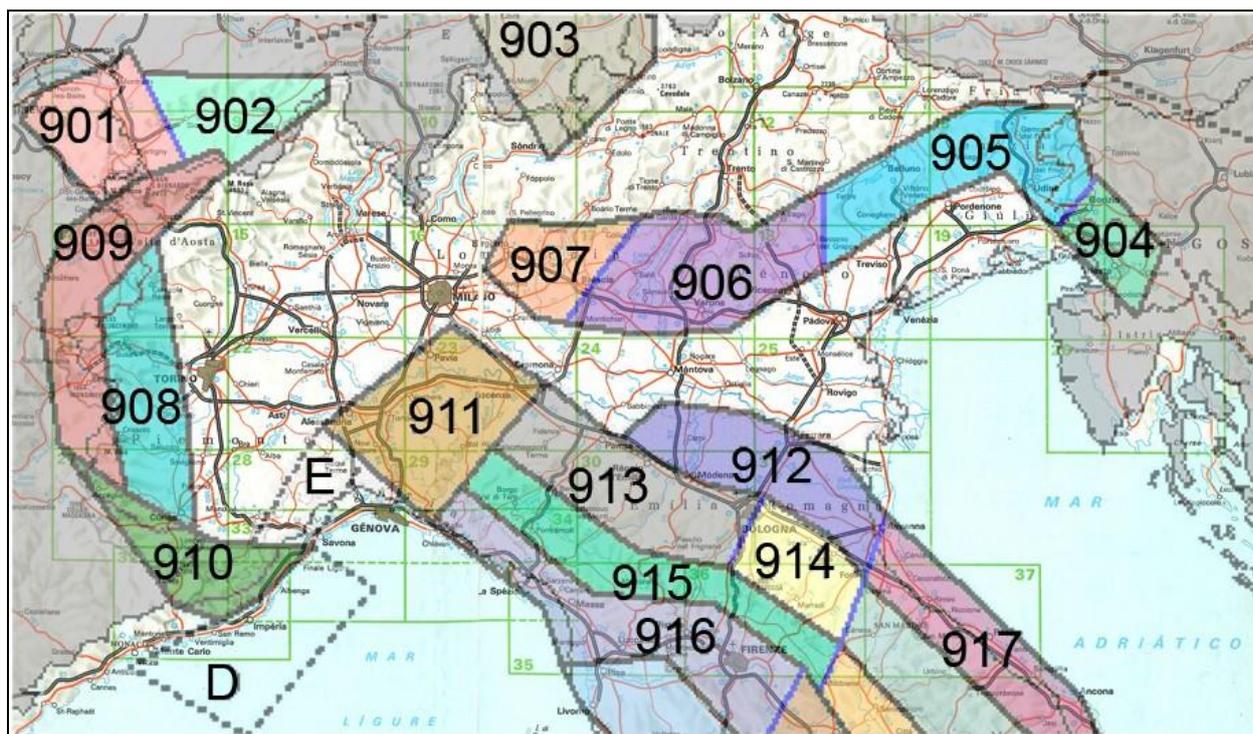
In occasione degli eventi sismici del dicembre 2008 con epicentri tra Buvolo e Cedogno e tra Cedogno – Lodrignano – Case Penuzzi, medio appennino parmense – reggiano, con M_w origine = 4,89 e 5,46, il territorio di Baiso ha risentito di effetti $I = 5$ (Catalogo Parametrico CPTI 15) che non hanno indotto significativi danni.

Il sisma del 09/1920 con epicentro in Garfagnana e magnitudo $M_w = 6.53$ ha causato crolli, distruzioni, gravi danni, frane e vittime (7) nei territori 20/25 km a meridione del comune di Baiso, in Villaminozzo e Ligonchio, gravi danni, case diroccate e feriti nelle zone dei comuni di Collagna, Ramiseto, Toano, Busana, Castelnuovo ne' Monti, case lesionate con 1 vittima in comune di Carpineti, non è documentato che detto evento abbia indotto significativi risentimenti nel territorio di Baiso.

Gli epicentri verificati in quest'ultimo nel 12/1995 in corrispondenza di Casale e nel 12/1991 tra Visignolo – C. Spinzagna – Stabilimenti Granitifiandre, rispettivamente con $M_w = 4,55$ e $4,07$, profondità di $6,1 \div 5,0$ km pc, non è documentato abbiano causato danni o lesioni significativi nei fabbricati.

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 Baiso alla zona sismogenetica 913, ambito di dominio dell'Appennino Emiliano Romagnolo, sita al bordo settentrionale della zona sismogenetica 915, costituita dal dominio della Garfagnana – Mugello e del limite meridionale della zona sismogenetica 912 formata dal dominio delle Pieghe Emiliano Romagnole e Ferraresi.



Zonazione sismogenetica ZS9 (INGV, 2004)

La seconda 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 Baiso e le zone circostanti: Castelnovo ne’ Monti, Carpineti, Casina, Viano, Castellarano, Prignano sulla Secchia, Toano, sono principalmente interessati dai meccanismi focali che si originano nella fascia delle strutture del medio appenninico, risentono della sismicità della fascia del lineamento frontale pedeappenninico e di quella della Garfagnana.

ZS	4.76	4.99	5.22	5.45	5.68	5.91	6.14	6.37	6.6
912	12	9	6	7	2	2	0	0	0
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 circoscrive Baiso per un raggio di 20/25 km si sono originati per la percentuale maggiore nei primi 10/15 ÷ 25 km del sottosuolo ed evidenziano un’attività sismogenetica sia di tipo superficiale che medio profonda; la distribuzione degli ipocentri focali che si generano tra - 15 km e - 25 km dal piano campagna, è contraddistinta da percentuale relativa maggiore.

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

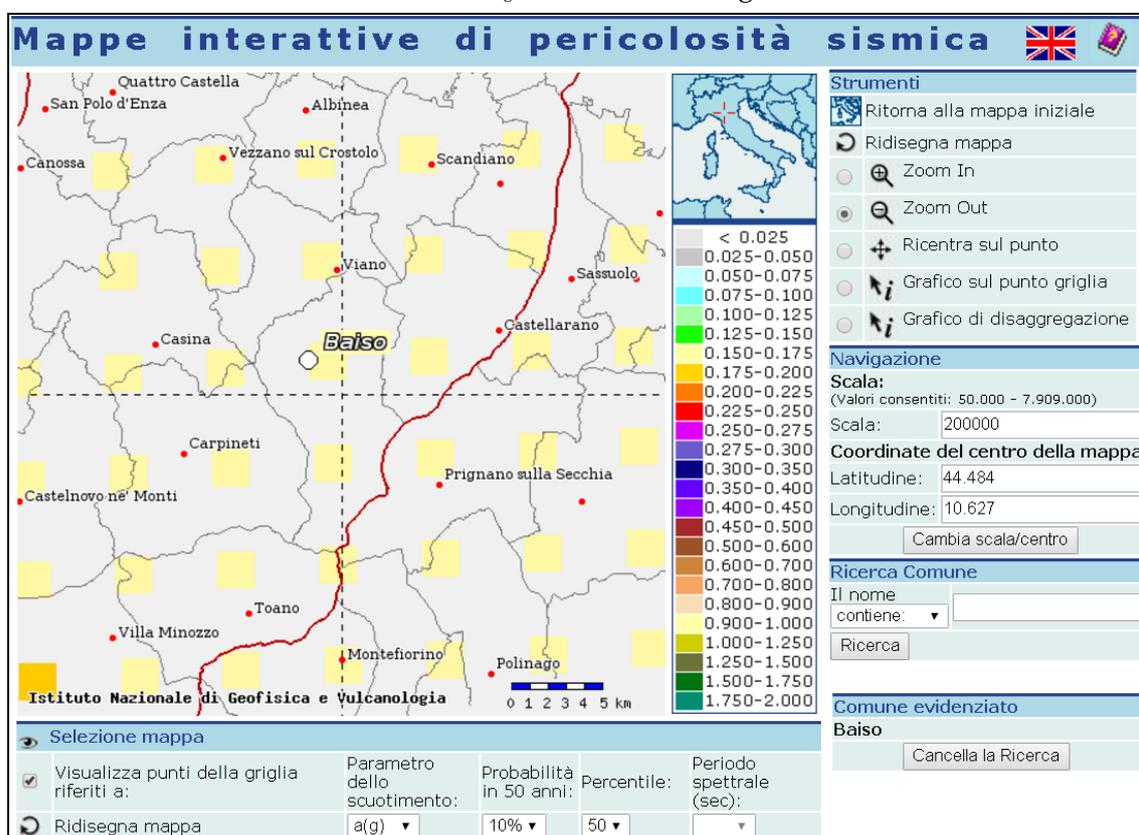
La riclassificazione sismica del territorio nazionale OPCM 3274/2003, NTC 17/01/2018 attribuisce il Comune di Baiso, alla zona 3 con grado di sismicità equivalente ai precedenti ambiti S6.

In riferimento ai dati nell'allegato A4 della Delibera della Giunta Regionale Emilia Romagna n° 630/2019, alla zona sismogenetica del territorio comunale di Baiso compete un valore dell'accelerazione orizzontale media dello spettro di risposta elastico, corrispondente a:

$$\text{Baiso } a_{\text{ref}} = 0,158 \text{ g}$$

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, per il territorio del comune di Baiso, risulta compresa tra:

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



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

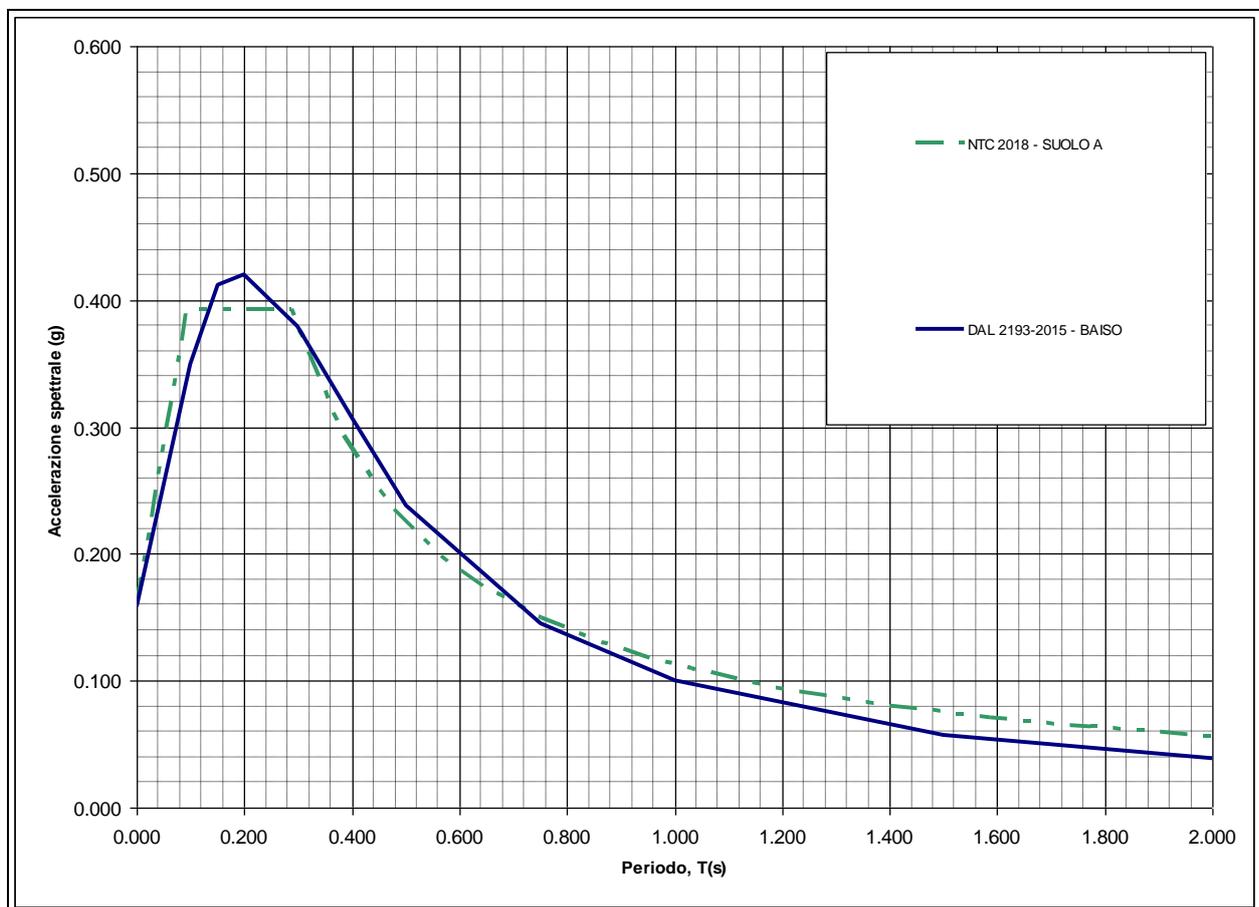
Tali valori, a livello territoriale aumentano in direzione sud ovest e sud est.

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 ag. Progetto DPC-INGV S1, Deliverable D2, <http://esse1.mi.ingv.it/d2.html>*) varia nell'intervallo $0,150 \div 0,175$ g. Tali dati sono stati utilizzati dalla Regione Emilia Romagna per la redazione dei tabulati contenuti nella Delibera della Giunta Regionale n° 630/2019, “*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 Baiso, 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 Baiso. Smorzamento pari al 5%. Con linea blu viene riportato lo spettro costruito con i parametri riportati nella delibera della Giunta Regionale ER n°630-2019, mentre con linea verde tratteggiata è riportato lo spettro elastico di risposta per suolo A determinato secondo i dettami 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 630/2019).

5 ASSETTO GEOLOGICO STRUTTURALE

Il territorio del comune di Baiso (RE) appartiene prevalentemente al foglio 218 CASTELNOVO NE' MONTI e per minima parte al bordo nord orientale al foglio 219 SASSUOLO della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000.

Le complessità ed articolazioni del quadro geologico del territorio appenninico Reggiano – Modenese 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 Castelnovo ne' Monti (*G. Papani, M.T. De Nardo, G. Bettelli, D. Rio, L. Vernia et Alii*; 2002) e del foglio CARG 2019 Sassuolo (*G. Gasperi, G. Bettelli, F. Panini, M. Pizziolo et Alii*; 2005)

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, pieghe coricate, e di sinclinali generalmente meno deformate.

L'area comunale è geologicamente attribuibile principalmente al Dominio Ligure: con prevalenza delle Successioni della Val Rossena e dalla Val Tresinaro ed in subordine delle Formazioni pre-Flysch ad Elmintoidi (*Bettelli et Alii*; 1996; *Vescovi et Alii*, 2002), in percentuale relativa inferiore alla Successione Epiligure (*Ricci Lucchi e Ori* 1985; *Bettelli et alii*, 1989) (*Decandia e Elter*, 1972; *Elter e Marroni*, 1992), riscontrabile nella fascia centrosettentrionale e nelle zone ad ovest– sud ovest del capoluogo ed al confine nord.

Dette formazioni suddividono il territorio di Baiso in tre macro litozone delle quali la principale costituita dalle Successioni del Dominio Ligure forma la parte meridionale e centro settentrionale dell'area comunale e riveste le estensioni complessive maggiori: circa 53-54%; la seconda macrozona formata dalla Successione Epiligure, circa 29-30%, caratterizza il settore centro settentrionale circa tra il Capoluogo – Cassinago – San Romano – Pietra Cava e la fascia al bordo settentrionale che si estende con andamento sub parallelo al T. Tresinaro; la terza macrozona, circa 16-17%, composta delle Formazioni Pre Flysch costituisce l'area centro settentrionale estesa ovest est dal T. Tresinaro al F. Secchia circa secondo l'allineamento Cerreto – Cà Vai, ad esclusione della zona Montecchio– S. Romano, e quella al confine orientale settentrionale sino alla Zona Industriale Muraglione.

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, sono rappresentate da locali masse di modeste dimensioni costituite da serpentiniti e brecce ofiolitiche; tali rocce costituiscono un piccolo "scoglio" nella parte orientale del territorio comunale in sponda occidentale del Rio delle Viole circa 0,7 km a sud sudest di San Romano.

I processi tettonici che hanno coinvolto l'appennino settentrionale e 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 raccorciato 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 sopraccitate 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 b.p. (*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 sopraccitati materiali.

Quanto esposto e testimoniato dalle sequenze arenacee e microconglomeratiche della Formazione di Ranzano, quali quelle osservabili nella fascia estesa ovest est sub parallela al T. Tresinaro circa tra Il Borgo – Paderna e detto torrente, 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 una percentuale secondaria del territorio comunale di Baiso, sono formate in prevalenza da rocce arenacee, marnoso arenacee e marnoso calcaree, a grado di resistenza all'erosione medio elevato – medio e da litozone prevalentemente argillose ed a brecce argillose a medio bassa consistenza meccanica.

Le prime di queste, unitamente alle alternanze arenaceo pelitiche – marnoso calcaree delle Formazioni di Monghidoro – Monte Venere – Monte Cassio, conferiscono alla parte settentrionale all'area comunale tra Montecchio e San Romano e nella fascia ovest est estesa sub parallelamente al T. Tresinaro tra lo stesso e Paderna – Il Borgo, condizioni del dissesto relative inferiori rispetto alle zone centrali e meridionali orientali caratterizzate da indice franosità elevato (32%) e presenza di accumuli di frana estremamente grandi (*Fell*; 1994).

Contestualmente alle fasi finali di avanzamento della Falda Ligure, diversificate nel tempo e nei luoghi, avvenute tra 10 e 5 Ma b.p. (*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. – Borzano – Scandiano 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 b.p. (*Pliocene medio – sup.*) determinarono la fuoriuscita dal mare delle ultime formazioni sopra descritte, esponendo all'erosione le dorsali sottomarine generatesi e la deposizione dei loro detriti nel bacino padano.

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 Pedepenniniche, 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 80.000 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* (0,12 ÷ 0,21 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. (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 Pregheffio e Casale.

In territorio di Baiso sono attribuibili a materiali provenienti da ambienti glaciale e periglaciale i detriti fini che hanno generato i depositi eolici della paleosuperficie a bassa

pendenza: $8 \div 10^\circ$, presenti nel settore orientale centrale dell'area comunale circa tra Massegano – Cà d'Ovio – Via Muraglione, dove detti loes presentano spessori medi di 15/16 m e sono attualmente più elevati rispetto ai terrazzi alluvionali del F. Secchia di circa 120 m.

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 2300 e 2800 anni b.p. (*Età del Ferro*) e circa tra 4500 e 5200 anni da oggi (*Neolitico*).

Nel territorio di Baiso le formazioni localmente più rappresentate, che costituiscono la prevalente parte dell'area comunale (44%), sono ad alternanze arenaceo – pelitiche, con rapporto $3 > L/P > 1/3$, a medio grado di resistenza all'erosione, appartenenti al Dominio Ligure: Successioni della Val Rossena e Val Tresinaro (MOH – MOV - MCS) che caratterizzano i settori meridionali e settentrionali, in percentuale equivalente sono presenti unità principalmente argillose – argilloso marnose, brecce argillose ad argilliti (MMP – AVI – AVV – SCB - APA), a basso grado di resistenza meccanica che formano la zona orientale meridionale e la fascia estesa ovest est centrosettentrionale circa tra C. Pontecchio – Magliatica – Calia – Cà di Geto – Cà d'Ovio – Gazzolo – Cà Talami. In percentuale subordinata (13%) il territorio di Baiso è formato dalle alternanze arenaceo pelitiche – arenacee a medio elevato grado di resistenza all'erosione della Successione Epiligure (PAT – RAN) che caratterizzano la zona centro settentrionale dell'area circa tra Montecchio – Cà del Monte – sud di San Romano, la fascia settentrionale circa tra quest'ultimo e Paderna – Il Borgo – S. Giacomo e la parte occidentale centrale tra Maestà del Morto e 0,5 km ovest di C. Talami.

SUCCESSIONE STRATIGRAFICA

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

- **Depositi Quaternari Continentali**
- **Successione Neogenico – Quaternaria**
- **Successione Epiligure**
- **Dominio ligure**
 - ***Successione della Val Rossenna***
 - ***Successione della Val Tresinaro***
 - ***Formazioni Pre Flysch ad Elmintoidi***

Di queste, di seguito schematicamente elencate, le prime sono costituite da depositi continentali superficiali recenti e medio recenti di variabile età e posizione stratigrafica dell'*Olocene* e *Pleistocene Superiore*. Dette unità sono formate da materiali granulometria variabile dai limi argillosi a sabbie – sabbie ghiaiose ai massi, con assetto sedimentario da assente (frane) a grossolanamente gradato (depositi alluvionali) che rivestono a zone, in discordanza e modo discontinuo, il substrato roccioso.

Le sequenze più recenti: Successione Epiligure, sono costituite in percentuale circa equivalenti da litozone marnoso argillose e ad alternanze arenacee – arenaceo pelitiche – marnoso silicee, a grado di consistenza meccanica medio – medio elevato, e da unità argilloso – argillitiche, intensamente tettonizzate e con caratteristiche di resistenza meccanica di grado basso, tendenzialmente prevalenti.

Le successioni e formazioni del Dominio Ligure sono principalmente costituite da torbiditi arenaceo calcaree – calcareo marnose a medio – medio basso grado di resistenza meccanica, e da argilliti alternanze arenitico pelitiche con prevalenza delle peliti, a basso grado di resistenza meccanica.

Le unità litostratigrafiche presenti nel territorio di Baiso sono schematicamente riassunte, dall'alto verso il basso in senso stratigrafico, come di seguito esposto.

Serie litostratigrafica**A) DEPOSITI QUATERNARI INTRAPPENNINICI CONTINENTALI*****DEPOSITI DI VERSANTE E COLLUVIALI (OLOCENE ATTUALE E NON ATTUALE).***

Sono costituiti da materiali eterometrici con granulometrie medie – medio fini a zone contenenti elementi con dimensione massima equivalente ai massi, immersi in una massa di fondo prevalentemente limosa – limoso argillosa; ricoprono localmente, con spessore variabile da 3 a 9/10 m, le formazioni pre quaternarie, sono diffusamente osservabili in tutto il territorio comunale e generalmente rivestono i versanti con potenze di 2 ÷ 5 m.

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 sinistra del F. Secchia tra lo stesso e Levizzano, nel settore occidentale centrale nelle località Magliatica, Levizzano – Cargnone, nella zona sud orientale tra L'Olmo, M. S. Cassiano, Ca D'Anacletto, Debbia, tra Cà di Sante, Granata, Ponte Secchia e nell'area settentrionale tra Casalecchio e Paderna.

Altri accumuli, di minor volumetria, rispetto a quelli precedentemente descritti, ma di significativa estensione, si rilevano diffusamente sul territorio. Tali processi evolutivi, prevalentemente attivi, caratterizzano il territorio di Baiso come quello a maggior cinematica della provincia di Reggio Emilia (indice di franosità 32%).

SUCCESSIONE NEOGENICO – QUATERNARIA***b1–b1a DEPOSITI ALLUVIONALI INTRAVALLIVI IN EVOLUZIONE (Olocene--attuale)***

Ghiaie – ghiaie sabbiose con lenti sabbiose, localmente limoso sabbiose; corrispondono agli assi d'alveo e relativi terrazzi in evoluzione di primo ordine, rispetto al canale fluviale, nelle fasce dell'asta del F. Secchia, dei torrenti Tresinaro e Lucenta e loro principali affluenti quali Rio Spigone, Rio delle Viole, Rio delle Barche, Rio Giorgella; lo spessore dei depositi è mediamente compreso tra 2 e 3/5 m ed è maggiore di 10/20 m nell'alveo del F. Secchia; costituiscono inoltre conoidi di deiezione di modesta estensione nelle quali si arricchiscono in componenti sabbioso limose, osservabili nel settore sud occidentale del territorio in sponda settentrionale del F. Secchia in prossimità/adiacenza del confine con Carpineti, nella zona centro settentrionale occidentale in sponda orientale del T. Tresinaro ad ovest di C. Sasso Grosso.

SINTEMA EMILIANO ROMAGNOLO SUPERIORE (AES)***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 secondo ordine, rispetto all'alveo d'incisione, dei terrazzi nelle zone intravallive. Nella pianura ricopre resti archeologici di età romana del VI secolo d.C; la potenza media è di 3/7 m negli affluenti minori: Rio delle Viole, Rio Giorgella. Varia mediamente di 5/10 m nei T. Tresinaro – T. Lucenta, giunge a medie massime di 15/25 m nel F. Secchia.

AES8 – SUBSINTEMA DI RAVENNA (Pleistocene – Olocene; base 18-20.000 anni b.p.)

Depositi ghiaioso sabbiosi – sabbioso ghiaiosi limosi con clasti poliogenici sub arrotondati ad assetto embriciato con intercalati livelli sabbioso limosi, corrispondenti ai terrazzi intravallivi di terzo ordine rispetto all'alveo del F. Secchia e del T. Tresinaro; presentano spessori generalmente di 8/12 m nel T. Tresinaro, spessori medi di 8 ÷ 10 m nel F. Secchia; sono osservabili in sponda occidentale del F. Secchia tra Cargnone e La Fornace dove sono sopraelevati rispetto a detto fiume di 20/25 m, nella fascia settentrionale in sponda meridionale del T. Tresinaro a sud di M.no Costi, Osteria Vecchia, tra detto torrente e Le Borre, dove sono più elevati rispetto all'asta torrentizia di 8/15 ÷ 20 m.

AES7 – SUBSINTEMA DI VILLA VERUCCHIO (Pleistocene sup. – Olocene inf. 40/50.000 – 18/20.000 anni b.p.)

Depositi ghiaioso sabbiosi, sabbioso ghiaioso limosi intravallivi, al tetto con suoli decarbonati, corrispondenti ai terrazzi di quarto ordine, rispetto all'alveo; presentano spessori medi di 5/10 m e sono osservabili nella fascia settentrionale del territorio comunale in sponda meridionale del T. Tresinaro in prossimità di Il Bosco ed a sud est di Le Borre nelle quali sono sopraelevati rispetto a detto torrente di 60/70 m.

DEPOSITI EOLICI (Pleistocene medio sup. – sup. 200.000 – 30.000 anni b.p.)

Sono rappresentati da superfici debolmente inclinate, a diverso grado di conservazione, che formano aree a bassa pendenza, circa 8°/10°, che rivestono localmente i versanti.

Sono formati da materiali prevalentemente limoso argillosi e limi debolmente sabbiosi rissiani intensamente pedogenizzati, messi in posto per trasporto e sedimentazione eolica di materiali fini che si generano in ambiente freddo successivamente assoggettati a processi di pedogenesi nell'interglaciale *Riss-Wurm*. Detti depositi sono scarsamente diffusi e sono osservabili nel settore orientale centrale circa tra Massegano, Ca d'Ovio, Via Muraglione ed al bordo occidentale centro settentrionale al confine con Viano tra Pulpiano – Cà dei Boschi e che si sviluppano con maggior estensione tra Saldino – Colombara – Via San Siro. Tali materiali, in territorio di Baiso sopraelevati di 100/125 m rispetto all'alveo del F. Secchia, sono con tutta probabilità correlabili per similitudine dei processi pedogenetici agli analoghi depositi presenti al seminario di Marola ed a quelli a nord di Cà Bertacchi – Querciolla – Casola.

B) SUCCESSIONE EPILIGURE**FORMAZIONE DI PANTANO (PAT) (Burdigaliano p.p.? – Langhiano p.p. 20 – 15,2 Ma)**

Areniti, areniti marnose e peliti sabbiose a stratificazione mal distinguibile per bioturbazione, con locali ricche malacofaune 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; in contatto discordante con CTG. Ambiente di piattaforma; si rinviene in litofaces principalmente arenitica tra Montecchio – Tresinaro – Cassinago – C. Bedecchi e nei pressi di Cà del Monte – Colombaia.

FORMAZIONE DI CONTIGNACO (CTG) (Acquitano terminale – Burdigaliano p.p. 22.5 – 16 Ma)

Marne a contenuto siliceo, in strati sottili e medi, di colore grigio – verdognolo con patine manganesifere di alterazione, a frattura scheggiata, selce generalmente diffusa, localmente in noduli e liste; locali sottili livelli vulcanoclastici. Parzialmente suddivisa nei membri eteropici di Carpineti (CTG2) e Villaprara (CTG1). Potenza variabile da qualche decina di metri a 300 m; è presente in aree di limitata estensione ad ovest di Montecchio (C. Toschi) e ad est dello stesso, a sud ovest di Cassinago, sud est di Colombaia, nord di Canicchia.

BRECCE ARGILLOSE DELLA VAL TIEPIDO - CANOSSA (MVT) (Acquitano 25,2 – 20 Ma)

Brecce argillose poligeniche (diamictiti) a matrice argillosa prevalentemente grigia, costituita in gran parte da clasti millimetrici di marne e peliti, con clasti litoidi angolari da centimetrici a metrici di calcilutiti (APA) ed arenarie (SCB) e sporadiche ofioliti. Geometria lenticolare, 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, si riscontrano nella zona centrosettentrionale circa tra Colombaia – Canicchia – La Costa – La Guzzella – Cà del Monte.

FORMAZIONE DI ANTOGNOLA (ANT) (Rupeliano Terminale – Acquitano 32 – 20 Ma)

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; sono osservabili ad ovest di Montecchio (Cà Toschi), tra Tresinaro e Cassinago, tra C. Bodecchi – C. della Riviera, La Guzzella – La Costa.

FORMAZIONE DI RANZANO (RAN) (Priaboniano sup. – Rupeliano sup. 36 – 30 Ma.)

Costituita 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. Potenza variabile da qualche metro ad oltre 1500 m; è interamente distinta in sotto unità. Origine prevalentemente torbida; ambiente di scarpata e di bacino, con intercalazione di frane sottomarine.

MEMBRO DI VARANO DE' MELEGARI (RAN3) (Rupeliano medio – sup. 33 – 30 Ma)

Unità prevalentemente pelitico arenacea ($3 > L/P > 1/3$): litoareniti ben cementate di colore grigio piombo, particolarmente ricche di frammenti di rocce carbonatiche, in strati da molto sottili a spessi, talora molto spessi, con geometria sia tabulare che lenticolare. Presentano frequenti intervalli caotici. Sono presenti anche livelli ricchi di frammenti di serpentinoscisti ed altre metamorfite di alta pressione e strati sottili di vulcano areniti feldspatiche. Potenza complessiva da pochi metri a circa 600 m, si rinvengono a nord di C. Marcuzzo – T. Lucenta – Via Castellino, tra Tesinaro e Cassinago, tra La Guzzella – San Romano – Canicchia, nella fascia al confine settentrionale sub parallela al T. Tresinaro circa da M.no Costi e Le Borre – confine comunale est.

LITOFACES ARENACEA (RAN_{3c}) (Rupeliano medio – sup. 33 – 30 Ma)

Alternanze arenacee ($L/P > 3$) ricche di mica e di frammenti metamorfici di alta pressione, in strati spesso amalgamati; potenza massima di circa 100 metri; si riscontra nella fascia nord orientale adiacente al T. Tresinaro circa tra C. Spillamborchia e confine comunale nord est.

MEMBRO DELLA VAL PESSOLA (RAN2) (Priaboniano terminale - Rupeliano inf. 36 – 34 Ma)

Areniti, conglomerati e peliti in rapporti molto variabili e locali livelli caotici. Strati da medi a molto spessi, con geometria generalmente tabulare, talora lenticolare caotici ($3 > L/P > 1/3$). Litoareniti grigio scure e verdastre, ricche di frammenti di serpentiniti con un aumento di frammenti di rocce carbonatiche verso l'alto, fra i minerali pesanti prevalgono il granato e la picotite. Potenza variabile da pochi metri a quasi 1000 metri. Il membro può anche essere localmente assente. Limite inferiore netto di MMP; si riscontra tra via Gorgola – Borgo Visignolo – Osteria Vecchia – Paderna – Confine comunale est.

MEMBRO DELLA VAL PESSOLA (RAN2a) (Luteziano sup.- Priaboniano inf.; 43- 35 Ma)**LITOFACIES ARENACEO-CONGLOMERATICA**

Areniti in strati spessi e molto spessi caotici ($L/P > 3$), 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 nella fascia settentrionale estesa ovest est circa da Casella a Il Borgo – Il Bosco – Paderna.

MARNE DI MONTEPIANO (MMP) (Luteziano sup. – Priaboniano p.p. 43 – 35 Ma)

Argille ed argille marnose rossastre e verdi in sottili alternanze, recanti sottili strati di arenarie feldspatiche poco cementate. Verso l'alto stratigrafico, le argille rossastre passano gradualmente a marne siltose grigie. Ambiente di scarpata, si rilevano circa tra confine nord ovest – S. Giacomo – La Baragalla – Paderna – M. Pianella, C. Piana del Rio – La Predella – Rio delle Barche, nord di Cassinago/C. le Macchie – Tresinaro – C. Sasso Grosso, tra Rio Fontanella – La Costa – Canicchia, sud est di C. Furiani, sud di Castagneto, nord ovest di Magliatica.

FORMAZIONE DI LOIANO (LOI) (Luteziano Terminale – Bartoniano inf. 47 – 40 Ma)

Areniti feldspatiche e sabbie poco cementate in strati da medi a spessi, gradati, talora amalgamati e peliti rosso verdastre ($A/P > > 1$). Potenza variabile da poche decine ad un centinaio di metri. Nell'area costituisce un'unità lentiforme ad elevato grado di fratturazione, intercalata entro MMP (LOIa). Sedimentazione da correnti di torbidità; osservabile a Castagneto, tra il medesimo e Cà Talami, confine con Carpineti-Zoccadello.

BRECCIE ARGILLOSE DI BAISO (BAI) (Luteziano sup. – Bartoniano 44 – 40 Ma)

Breccie argillose poligeniche (diamictiti) a matrice argillosa grigia, recanti inclusi di AVV, SCB, APA, MMP. Differenziati membri lateralmente eteropici a scala regionale. Potenza variabile da poche decine al centinaio di metri. Sedimentazione per colate sottomarine di fango e detrito, sono principalmente riscontrabili nella fascia centrale del territorio tra Formicaro – Albareto e Antignola, a zone nell'area centro settentrionale circa tra Cassinago – C. Vadrina e San Romano.

MEMBRO DI COSTA DEI BUOI (BAI4)

Breccie argillose poligeniche a matrice argillosa nerastra, contenenti clasti decimetrici di prevalenti calcilutiti biancastre. Rari inclusi di AVV, Flysch ad Elmintoidi e MMP. Potenza variabile da 40 a 200 m; sono diffusamente presenti nel settore centro meridionale del territorio tra il confine con Carpineti incrocio via Cà d'Esposito/via Toschi – Costetto, tra Magliatica – Serra di Sotto – Costa dei Buoi – T. Lucenta – Gazzolo – Guilghella – Cà Liceti – Penarelle.

BRECCIE ARGILLOSE DI BAISO – INCLUSI DI FLYSH ELMINTOIDI (BAIfe)

Breccie argillose con inclusi di alternanze tra livelli lapidei e livelli pelitici; sono riscontrabili in aree di modesta estensione ad ovest di Penarelle, nord di Guilghella, est di Stinati, ovest incrocio S.P. Felina – Pratissolo/Via Castagneto.

C) DOMINIO LIGURE**SUCCESSIONE DELLA VAL ROSSENNA****COMPLESSO DI RIO CARGNONE (MVRc) (Paleocene? – Eocene inf? 66,5 – 48 Ma)**

Complesso sedimentario costituito da argille intensamente tettonizzate con inclusi lembi di torbiditi pelitico arenacee AVV. Potenza massima di alcune centinaia di metri; sono presenti nel settore meridionale e centro orientale, circa tra San Cassiano ed il Rio Cargnone.

COMPLESSO DI RIO CARGNONE (MVRb)

Brecce argillose con inclusi di alternanze argilloso calcaree; si riscontrano nella zona centro meridionale orientale tra Cà d'Anacleto – Cà di Geto – La Rovinaccia – sud di Lugara – est di Marzano.

COMPLESSO DI RIO CARGNONE (MVRd)

Argille intensamente tettonizzate – argilliti con inclusi di argille varicolori; sono osservabili tra San Cassiano e Cà d'Anacleto – Monte San Cassiano e tra Casara/I Monchi e Cà Lita/Lugara.

ARGILLE DELLA VAL ROSSENNA (VRO) (Paleocene? – Eocene inf? 66,5 – 48 Ma)

Argilliti ed argille siltose grigio – nerastre e rossastre, in sottili alternanze; presenza poco diffusa di strati sottili di calcilutiti laminate con Fucoidi. Potenza media di qualche decina di metri. Passaggio inferiore sfumato su MOH. Sedimentazione di ambiente pelagico, in prossimità o al di sotto di CCD; sono presenti tra Cà Lita – Levizzano, Lugara – Cà Liceti – La Rovinaccia, sud est di I Monchi / nord Casara.

FORMAZIONE DI MONGHIDORO (MOH) (Maastrichtiano sup? – Paleocene sup 72 – 59 Ma)

Arenarie micacee a grana medio-fine, poco cementate in strati sottili e spessi (raramente molto spessi), gradati e peliti nerastre, a luoghi argillitiche ($3 > L/P > 1/3$). Intercalazioni di singoli strati calcareo-marnosi, sottili o medi, più raramente banchi. Distinto il membro pelitico-arenaceo MOH2 non presente nell'area di Baiso. Potenza media di 600 m. Sedimentazione torbiditica di piana bacinale, è diffusamente presente tra S. Cassiano, Torrazzo, Malpasso, Villa, Serra di Sopra, Levizzano, Guilghella, dove costituisce la prevalente parte del territorio comunale e presenta assetto rovesciato, assume principalmente assetto dritto nella fascia centrale (Serra di Sotto/Cargnone)

FORMAZIONE DI MONTEVENERE (MOV) (Campaniano sup. – Maastrichtiano 82 – 72 Ma)

Marne calcaree a base arenitica in strati spessi e banchi gradati; al tetto sottili livelli di peliti nerastre ($3 > L/P > 1/3$). Ad essi si alternano pacchi di strati arenaceo pelitici da sottili a molto spessi, tipo MOH. Potenza parziale di 600 m, sedimentazione torbiditica di piana bacinale; si riscontra nella parte meridionale del territorio tra Mandreoli, Gavia, Granata dove a sud – sud est di quest'ultima è prevalentemente in assetto rovesciato, tra San Salvatore – Perchino in assetto dritto, nella fascia ovest est tra Gazzola / Antignola – Fontanelle / C. Talami – Castelvechio / Costetto – Via Tirapano – C. Pollecchio – Collina – Immovilla – C. Palmira nella quale presenta assetto dritto, è a contatto tettonico con le Formazioni Pre – Flysch ad Elmintoidi.

SUCCESSIONE DELLA VAL TRESINARO

ARGILLE DI VIANO (AVI) (Maastrichtiano – Paleocene inf. 72 – 66 Ma)

Argille siltose ed argilliti rosso scure e grigio–bluastre in sottili alternanze, con presenza di radi strati di areniti laminate. Passaggio graduale a MCS dato dalla diminuzione in frequenza e spessore degli orizzonti calcareo–marnosi di quest’ultimo. Sedimentazione di ambiente pelagico in prossimità o al di sotto della CCD, costituiscono la fascia ovest est settentrionale del territorio circa tra Pradella/San Romano – Baragalla/L’Ochetta – Casalecchio – La Capanna – confine ovest

FLYSCH DI MONTE CASSIO (MCS) (Campaniano sup. – Maastrichtiano 82 – 72 Ma)

Marne calcaree grigio giallastre con base di areniti calcilitiche, in strati spessi e banchi. Subordinate le intercalazioni di pacchi di strati medi e sottili arenitico–pelitici ($3 > L/P > 1/3$). Potenza di circa un migliaio di metri. Sedimentazione torbidityca di piana bacinale, è diffusamente presente nella fascia centrosettentrionale del territorio circa da Rio delle Viole – San Romano a Visignolo/C. Piana del Rio – C. Vedrina/Monte Lusina/C. Sassi, tra C. del Grillo – M.no di Vedrina – Cerreto.

FORMAZIONI PRE-FLYSCH AD ELMINTOIDI

ARGILLE VARICOLORI DI CASSIO (AVV) (Cenomaniano – Campaniano sup. 100 – 82 Ma)

Argilliti rosse e verdi sottilmente stratificate, caotiche per intensa tettonizzazione. Recano “boudins” di areniti tipo SCB e siltiti manganesifere. Non in territorio di Baiso, presenza di lenti raramente cartografabili appartenenti all’unità dei conglomerati dei Salti del Diavolo costituite da conglomerati a clasti litici sedimentari, metamorfici e granitici, e strati medi e spessi arenacei silicoclastici; presenti sporadici strati medio–sottili di arenarie a composizione ofiolitica. Potenza geometrica variabile da qualche decina a qualche centinaio di metri; sedimentazione pelagica intervallata da correnti di torbidità s.l. e flussi concentrati di locale alimentazione insubrica.

Localmente associate grandi masse ofiolitiche prevalentemente rappresentate da:

- Basalti in pillow (βp)
- Serpentiniti (sr)
- Breccie basaltiche (βb)
- Breccie poligeniche con ofioliti (bo)

Sono diffusamente presenti nella fascia ovest est centro settentrionale del territorio comunale circa tra Piana del Rio, Casale, Fontanella, M. Bradisnera, Rio delle Viole, Sasso Gattone, ovest T. Tresinaro – Casone Tresinaro – Pulpiano, C. della Costa – M.no di Vedrina – nord ovest Cassinago.

ARENARIE DI SCABIAZZA (SCB) (Turoniano sup.? – Campaniano inf. 94 – 85 Ma)

Areniti grigio nocciola, micacee in strati sottili, gradati, passanti a peliti grigie o varicolorate ($AP \leq 1$), intensamente tettonizzate. Potenza geometrica variabile da alcune decine ad un centinaio di metri. Contatti tettonizzati con AVV; sedimentazione torbidityca; si riscontrano tra ovest del T. Tresinaro e Pulpiano, in sponda ovest est di detto torrente sino al confine ovest – C. della Costa, tra via Vedrina – Piana del Rio, nel settore orientale centrale circa tra M. Bradisnera – Rio Fontanelle/Rio degli Spiaggi, tra San Romano – Rio delle Viole.

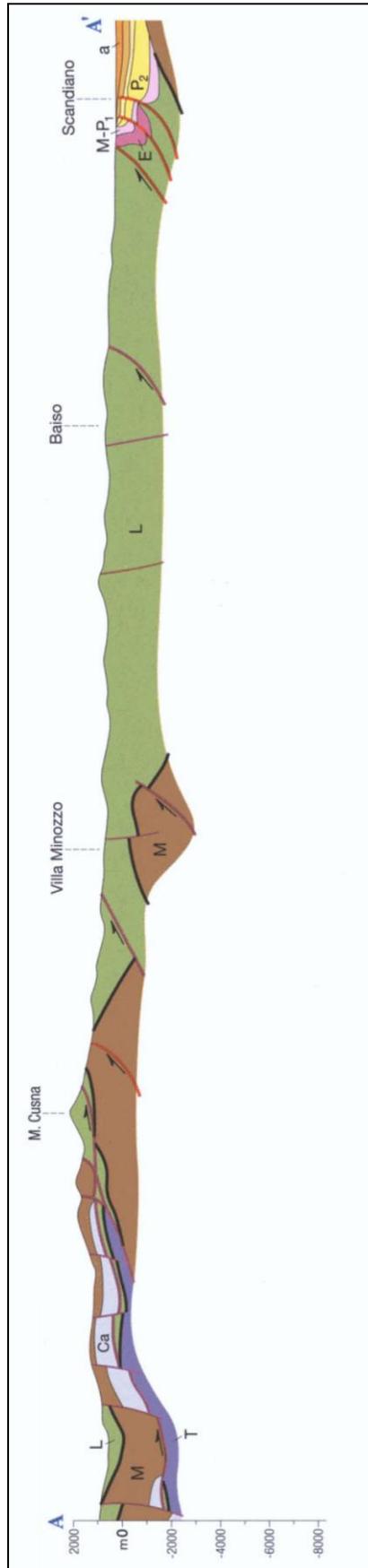
ARGILLE A PALOMBINI - APA (Cretacico inf. 145– 113 Ma)

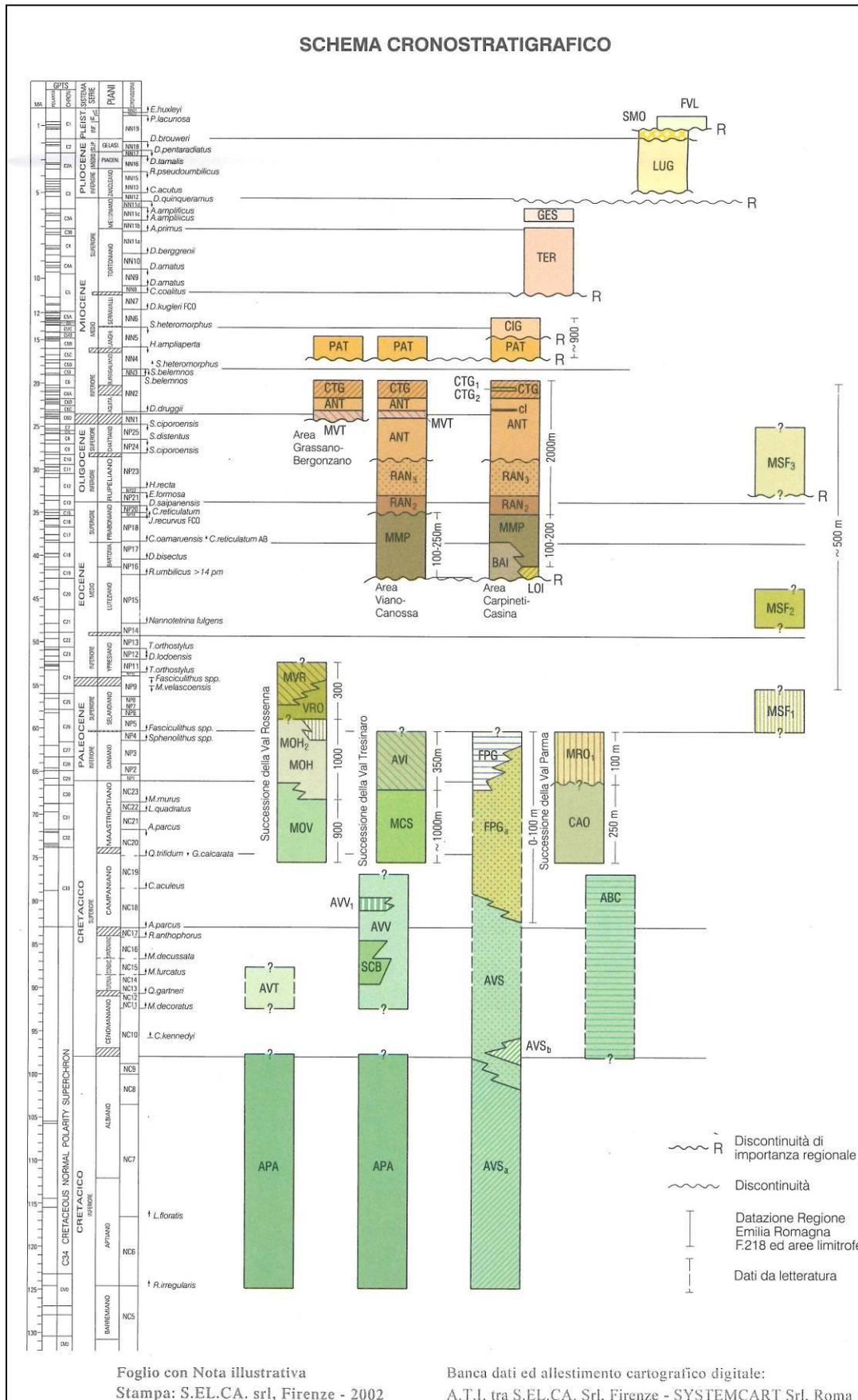
Argilliti grigio scure, tettonizzate, recanti “boudins” di calciluliti biancastre, a luoghi silicizzate, pervasivamente fratturate. Presenti basalti in “pillow”. Potenza geometrica variabile da alcune decine di metri a alcune centinaia di metri. Contatti ovunque tettonici, sedimentazione pelagica argillosa,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

Presenti lembi di:

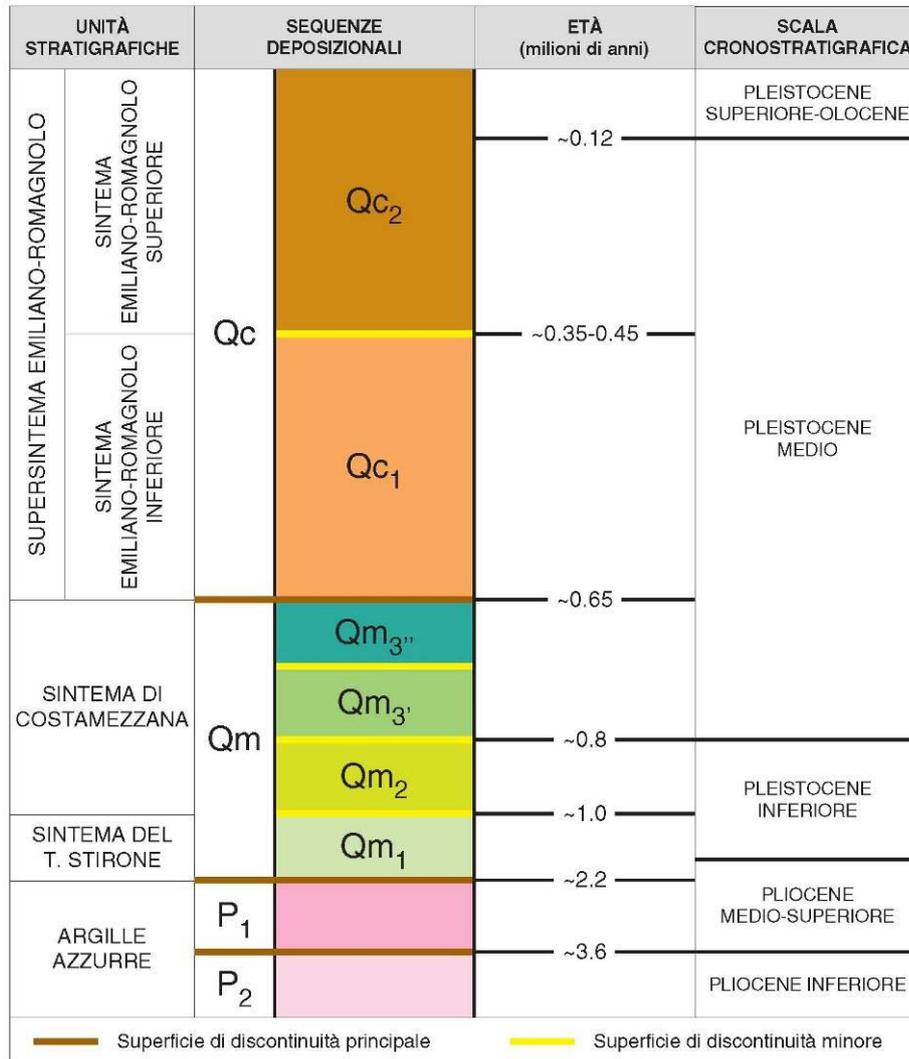
- Breccie basaltiche (βb)
- Arenarie e breccie ofiolitiche (bo)
- Basalti in pillow (βp)
- Diaspri (ds)
- Serpentiniti (sr)
- Calcari a Campionelle (CCL)

Si riscontrano nel settore centro settentrionale tra Rio degli Spiaggi – Rio Fontanelle – est di Cà Vai, nell'area occidentale centro settentrionale in sinistra T. Tresinaro circa tra C. Sasso Grosso – C. dei Boschi – Casone Tresinaro; le breccie ofiolitiche sono rappresentate da uno scoglio di piccole dimensioni osservabile in sponda sinistra del Rio delle Viole circa 700 m a sud est San Romano.





DATAZIONI IN Ma	UNITA' DELLA SCALA STANDARD					ALTRE UNITA'	UNITA' LOCALI E NOMI ABBANDONATI
	EON	PERIODI	EPOCHE	E.T.A.	SISTEMI		
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			
		MILAZIANO		CRIOFIANO			
		NEOGENE	PLIOCENE	PIACENZIANO			
				ZANCLEANO			
		PALEOGENE	MIOCENE	MESSINIANO	PONTICO		ANDALUSIANO
				TORTONIANO	PANNONICO		
				SERRAVALLIANO	SARMAZIANO		ELVEZIANO
				LANGHIANO			
				BURDIGALIANO			
AQUITANIANO							
OLIGOCENE	CATTIANO	LATORFIANO	TONGRIANO	LUDIANO			
	RUPELIANO		BARTONIANO				
EOCENE	PRABOFRANO		LEIANO	SAVERSIANO			
	LUTEZIANO	BIARRIZIANO					
	YPRESIANO	CUSIANO	ILERDIANO	ESPARNAIANO			
PALEOCENE	THANEZIANO	SPECCIANO		ILANDIANO			
	MONTIANO						
	DANIANO						
96 143	E S C R I T O	CRETACICO	superiore	SENO- NIANO			
				MAASTRICHTIANO			
		inferiore	CAMPANIANO				
			SANTONIANO				
			COMACIANO				
			TURONIANO				
			CENOMANIANO				
			ALBIANO				
			APTIANO				
			BARREMIANO				
HAUTERIVIANO							
GIURASSICO	MALM	VALANGINIANO					
		BERRIASIANO					
DOGGER	PORTLANDIANO						
	KIMMERIDGIANO						
	OXFORDIANO						
	CALLOVIANO						
LIAS	BATHONIANO						
	BAJOCIANO						
	AALENIANO						
TRIASSICO	superiore	TOARCIANO					
		PLIENS-BACHIANO					
medio	SINE-MURIANO						
	HETTANGIANO						
	RETICO						
	NORICO						
inferiore	CARNICO						
	LADINICO						
ANISICO	SCITICO						
	TATARIANO						
PERMIANO	superiore	KAZANIANO					
		RUMGURIANO					
inferiore	ARTINSKIANO						
	SARKARIANO						
CARBONIFERO	SILESIANO	ORENBURGIANO					
		GZELIANO					
DINANTIANO	MOSCOWIANO						
	BASHKIRIANO						
DEVONIANO	superiore	SERPUKHOVIANO					
		WISEANO					
inferiore	TOURNAISIANO						
	FAMENNANO						
SILURIANO	superiore	FRASNIANO					
		GIVETIANO					
inferiore	EIFELIANO						
	EMSIANO						
ORDOVICIANO	superiore	SIEGENIANO					
		GEDINNIANO					
inferiore	PRIDOLIANO						
	LUDLOVIANO						
CAMBRIANO	superiore	WEMLOCKIANO					
		LLANDOVERIANO					
inferiore	VALENTIANO						
	ASHGILLIANO						
CAMBRIANO	superiore	CARADOCIANO					
		LLANDEILIANO					
inferiore	LLANVIRNIANO						
	ARENIGIANO						
CAMBRIANO	superiore	SKIDDAVIANO					
		TREMADOCIANO					
inferiore							



		ANNI	PERIODI GEOLOGICI	PERIODI STORICI	CIVILTÀ E CULTURE	
OLOCENE	STORIA	1.200	POSTGLACIALE	ALTO MEDIEVO	Età Carolingia (750-900) Età Carolingia (750-900) Età Bizantina-Longobarda (VI-VIII) Età Romano-Barbarica (V-VI)	
		476			ETÀ ROMANA	Impero (27...) Età Severiana Età Antoniniana Età Adriana Età Traiana Età Augustea e Claudia
	100	ETÀ DEL FERRO		Civiltà Etrusca (...750-480) Villanoviana (...800-550)	Civiltà Gallica (340-100)	
	800	ETÀ DEL BRONZO		Proto-Adriatico (1.100-900) Cultura delle terrazze (1.450-1.100) Cultura di Polada (1.750-1.450)	Cultura subappenninica (1.450-1.100)	
	1.800	ENEOLITICO		Cultura di Remedello (2.500-1.800) Cultura del vaso campaniforme		
	2.800	NEOLITICO		Cultura delle Lagorce (3.000-2.500) Cultura del vasi a bocca ansata (2.800-3.500) Cultura di Fiorano (...4.500 ?)		
	5.200	EPISPALEOLITICO		a Mesolite (industria microlitica)		
	6.200	TARDOLACIALE		PALEOLITICO SUPERIORE (?)	Madrileniano (18.000-9.500) Bulgariano (18.000-17.500) Portogalliano (32.500-20.000)	Aurignaciano (32.000-20.000)
	11.200				WORM	PALEOLITICO MEDIO
	14.000	INTERGLACIALE		PALEOLITICO INFERIORE		
30.000	FISSE		PALEOLITICO INFERIORE		Acheuleano medio (400.000-300.000) Acheuleano antico (700.000-400.000) Abbevilliano	Industria di scheggia senza microliti
75.000		INTERGLACIALE		PALEOLITICO INFERIORE	Abbevilliano	
120.000	MINDEL		PALEOLITICO INFERIORE			
250.000		INTERGLACIALE		PALEOLITICO INFERIORE		
300.000	GENÈZ		PALEOLITICO INFERIORE			
500.000		INTERGLACIALE		PALEOLITICO INFERIORE		
700.000	GENÈZ		PALEOLITICO INFERIORE			
PLEISTOCENE					Palaeolithic Culture	

Da: AA.VV. Prov. RE, 1989

6 MODELLAZIONE SISMICA

6.1 CARATTERISTICHE STRUTTURALI E SISMOTETTONICHE

Le caratteristiche principali dei tipi rocciosi affioranti nella fascia del medio appennino sono diversità di assetto, stile e comportamento tettonico.

Le unità stratigrafiche presenti nella zona a cui appartiene il territorio di Baiso, sono rappresentate in percentuali prevalenti dalle Formazioni e Successioni del Dominio Ligure (70%) ed in subordinate della Successione Epiligure (30%). Le prime costituiscono le parti meridionali, centrali e centro settentrionali del territorio comunale, le epiliguri, caratterizzano le zone centro meridionali, centro settentrionali e settentrionali.

Le unità quaternarie continentali compresi gli accumuli di frana, che rappresentano le litozone generalmente più influenzate dal mondo sismico, rivestono circa il (35%) della superficie comunale.

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 sovrascorse ed embricate vergenti a nord e sinclinali generalmente meno deformate; tali pieghe sono ulteriormente dislocate da faglie dirette, in genere anti appenniniche, che a zone hanno coinvolto anche i depositi delle unità plio – pleistoceniche ed oloceniche.

Detti 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 embricate hanno indotto duplicazione delle strutture e coinvolto i depositi pliocenico quaternari.

7 INQUADRAMENTO SISMOTETTONICO

L'assetto strutturale delle unità litologiche che formano il territorio di Baiso è complesso e scompaginato, localmente si osservano, nella zona centromeridionale, brachiantichinali strizzate e fagliate con pieghe coricate, alle quali seguono in verso settentrionale, brachisinclinali più o meno asimmetriche con asse orientato ovest – est; successivamente, in direzione nord, si rinvengono nuovamente brachianticlinali strizzate con assi orientati ovest – est, che sono a loro volta seguite, al confine con il comune di Viano dall'omonima sinclinale che presenta asse ovest – est.

Dal punto di vista strutturale, nella fascia dell'appennino reggiano in oggetto, le principali linee tettoniche sono orientate in direzione appenninica (WNW-ESE), e si ubicano in prevalenza immediatamente a sud ed a nord della Successione Epiligure presente tra Baiso Capoluogo – Castelvecchio – Pietra Cava – Rio Fontanella e San Romano – Visignolo –

C. Gazzoli e nel settore occidentale centrale circa tra Castagneto – Cà Talami – Levizzano – Serra di Sotto – Case Serra.

L'assetto strutturale dell'area alla quale appartiene il comune di Baiso è caratterizzato dagli sovrascorrimenti principali a direzione ovest nordovest – est sudest rappresentati dal Fonte di Accavallamento del Basamento, presente a profondità di 11/12 km nel sottosuolo del territorio circa 7/8 km a sud del confine comunale meridionale, dal Fronte di Accavallamento della Successione Carbonatica meso cenozoica riscontrabile 2/3 km a settentrione dal confine con Viano.

Detta conformazione rappresenta la parte attualmente affiorante del 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 sud ovest – nord est del quale i principali sovrascorrimenti a faglie che coinvolgono l'area di Baiso sono la Linea del Secchia che interessa la zona sud orientale circa secondo la direttrice Gatta – Bebbio – Muraglione – Area del Pescarolo e la Linea Carpineti – Cà d'Orsini – C. Vedrina circa corrispondente al T. Tresinaro e quindi interessate la fascia occidentale della superficie comunale.

Alcune delle linee tettoniche sopra descritte sono state influenzate da processi deformativi in periodi pleistocenico olocenici denotando quindi caratteri neotettonici.

Di dette linee quelle di maggior estensione sono rappresentate dalla Linea del Secchia (CNR, P. F. G. S. N; 1983) (*Pleistocene*) e la Linea Cerezola - Bettola – S. Romano; quest'ultima è costituita da uno sovrascorrimento di età mio-pliocenica successivamente riattivatosi (*M. Boccaletti, L. Martelli, 2004*).

Risulta altresì essere una struttura attiva nel quaternario la linea San Polo – Puianello – San Ruffino – Maranello appartenente alla fascia del fronte di accavallamento degli sovrascorrimenti del Lineamento Frontale Appenninico – Fronte di Accavallamento della Successione Carbonatica meso – cenozoica.

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

- *linea Baiso – Fontanella – Roteglia*: è costituita da una fascia di faglie con andamento tra loro subparallelo, larga circa 3 km, che si estende in direzione ovest circa da Immovilla/Montecchio e procedendo verso oriente sino a Bradisnera/Antignola, assumendo un andamento sub parallelo al Rio Giorgella.

- *linea Cerezola – Canossa – Bettola – San Giovanni di Querciola – S. Romano – M. Baranzone*: si estende in direttrice ovest nordovest – est sudest, nella fascia centro settentrionale del territorio comunale, circa secondo la direttrice San Giovanni di Querciola – San Romano.

- *linea Pecorile – Cavazzone – Veggia*: è estesa in direzione ovest nordovest – est sudest ed è ubicata circa 1,5 km a settentrione del confine Baiso – Viano.

• *linea San Polo d'Enza – Puianello – Casalgrande – Sassuolo – Maranello*: si estende in direzione ovest nordovest – est sudest da San Polo a Maranello transitando circa 8 km a settentrione del confine Baiso – Viano.

• *Linea del Secchia*: estesa in direttrice ovest sud ovest – est nord est circa da Collagna a Talada – La Gatta – Bebbio – Muraglione – Area industriale Pescarolo; interessa il territorio di Baiso nella fascia sud orientale estesa in senso sud ovest – nord est, circa secondo l'allineamento Bebbio – San Cassiano – Muraglione.

• *Linea Castelnovo né Monti – Felina – Cigarellino – Cà d'Orsini – C. Vedrina*: si estende in direzione ovest sudovest – est nordest da Castelnovo né Monti a Cà d'Orsini ed in verso nord est da quest'ultimo a Cà Vedrina; interessa il settore occidentale centrale del comune di Baiso.

7.1 Attività tettonica

Le disamine relative alle strutture profonde redatte nell'ambito dell'elaborazione della *Carta Sismotettonica della Regione Emilia Romagna (L. Martelli et Alii; 2016)* indicano attività della linea sepolta San Polo d'Enza – Puianello – Casalgrande – Maranello e per analogia anche degli sovrascorrimenti alla stessa sub paralleli che comprendono il Fronte di Accavallamento della Successione Carbonatica meso cenozoica; è inoltre attribuita attività alla Linea del Secchia, a direttrice antiappenninica, quest'ultima in base a studi del CNR – P.F. G.S.N. 1983, è caratterizzata da indizi neotettonici.

Le fasce delle sorgenti sismogenetiche composite (DISS.3.2.1– <http://diss.rm.ingv.it/diss/>) che interessano il territorio di Baiso sono rappresentate dalla Linea Langhirano – Sassuolo e Linea Bore – Montefeltro – Fabriano – Laga, entrambe direttrice appenninica.

La prima, delimitata dalla lineazione che si estende nel sottosuolo dell'allineamento Pilastro – Bannone – Quattro Castella – Fiorano, è caratterizzata da ipocentri con profondità di $2 \div 8$ km e $M_{w_{max}} = 5,9$; la seconda è limitata dalla lineazione orientata secondo Terenzo – Calestano – Trinità – Casina – Prignano della Secchia ed è contraddistinta da ipocentri tra $-12 \div -22$ km, con $M_{w_{max}} 6,2$, generati da meccanismi focali compressivi e trascorrenti, quali quelli del 23/12/2008 con epicentri tra Lodrigiano e Buvolo ed ipocentri a profondità $-21,7 \div -23,7$ km ed $M_w = 5,4$.

Quanto esposto testimonia che l'attività sismica nell'area in oggetto è prevalentemente correlata alla fascia deformativa dei fronti di accavallamento delle pieghe del medio appenninico e pedeappenniniche.

Le prime di queste appartenenti al fronte compressivo appenninico sono costituite da un sistema di sovrascorrimenti/faglie orientati principalmente ovest – sudovest – est nordest ed in subordine antiappenniniche sud ovest – nord est, nelle quali gli ipocentri sismici si generano prevalentemente nei primi 20 km del sottosuolo con magnitudo massima stimata nell'appennino settentrionale corrispondente a $M_w=6,0$; le pieghe pedeappenniniche anch'esse facenti parte del fronte compressivo pedeappenninico sono interessate principalmente da un sistema di faglie che si estende in direttrice ovest nordovest – est

sudest, circa secondo l'allineamento S. Polo d'Enza – Vezzano sul Crostoso/Albinea – Rondinara/Scandiano – Sassuolo, assumendo una larghezza variabile tra $1,3 \div 2,5 \div 3,8$ km, con valori minimi nei settori orientali (Sassuolo – Casalgrande), massimi nella zone mediane (Vezzano – Albinea) ed intermedi nelle aree occidentali (Ciano d'Enza – San Polo d'Enza).

In tale zona sorgente gli ipocentri si originano nei primi 10 km del sottosuolo ed hanno generato sismi con magnitudo stimata $M_w = 5,6 \div 5,9$.

Le analisi relative alle strutture dell'appennino settentrionale sviluppate nel contesto dell'elaborazione della Carta Sismotettonica R.E.R. (*L. Martelli et Alii; 2016*), in territorio di Baiso evidenziano la presenza di 2 epicentri sismici nella zona settentrionale uno dei quali circa tra Casalecchio – C. Spinzagna con profondità di 5 km pc e $M_w = 4,07$, il secondo poco a settentrione di Casale – 0,7 km a sud est di Cassinago – 1,5 km a nord est di Montecchio, con profondità di 6,1 km ed $M_w = 4,51$.

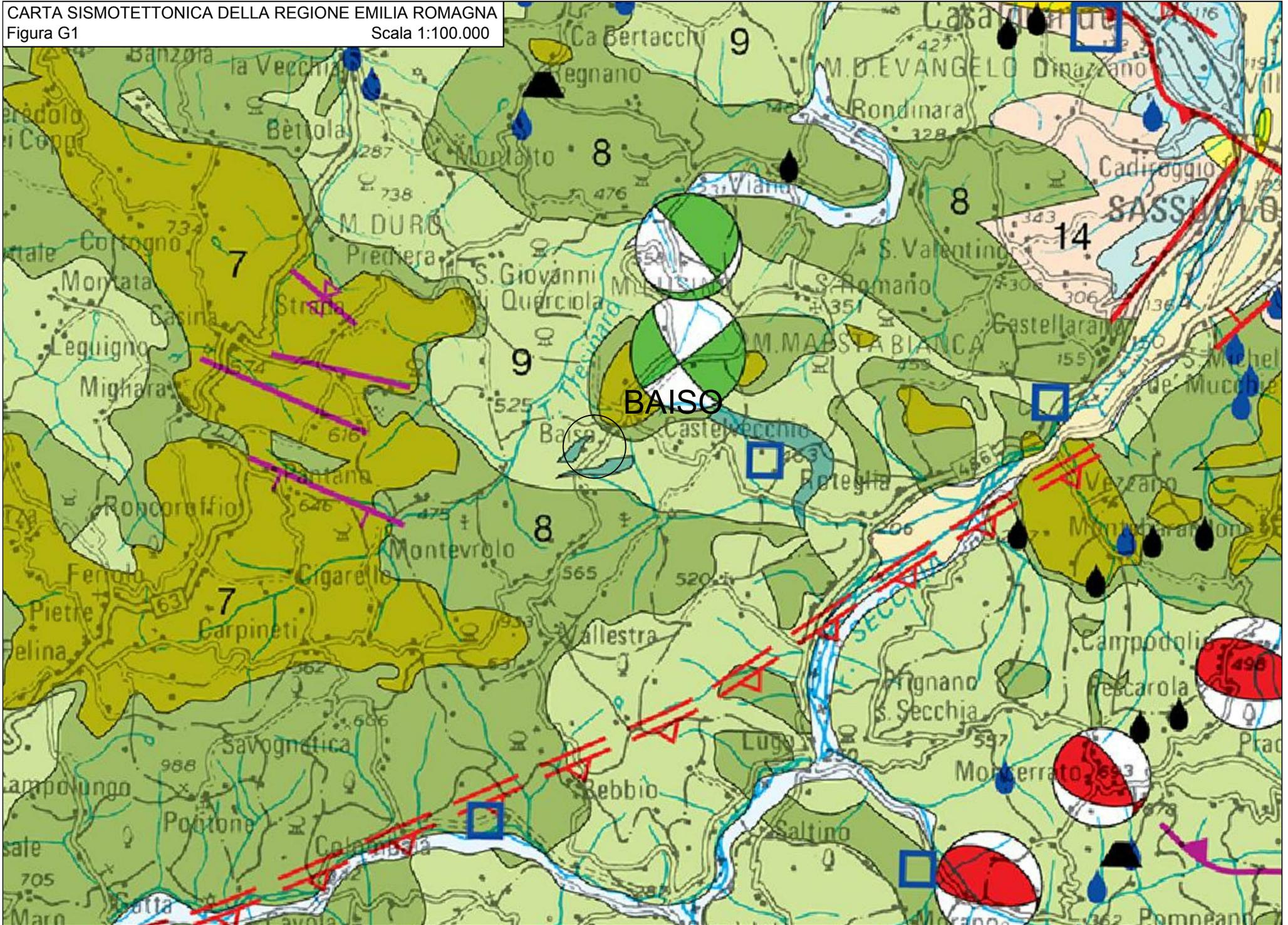
Nell'area circostante Baiso capoluogo per un raggio di 15/20 km sono individuati 9 epicentri, 6 dei quali in sponda orientale del F. Secchia e 3 compresi tra quest'ultimo e la sponda orientale del T. Enza. Il sisma che ha indotto gli effetti maggiori in detta zona è rappresentato da quello di Maranello – Fiorano del 1501 con $M \geq 6$.

Degli eventi sopra indicati quelli in destra Secchia, 2000/2002, distanti 13/19 km, hanno generato $M_w = 3,75 \div 4,21$, a profondità $-18,5 \div -20,5$ km, causati da processi compressivi, fa eccezione il sisma avvenuto in prossimità di Palagano di tipo più superficiale -5 km pc, correlato a processi distensivi e con $M_w = 4,24$; i terremoti in sinistra Secchia sono avvenuti a distanze di circa 20/21 km da Baiso capoluogo e 2 sono stati generati da stress compressivi con fuochi origine a $-22/-23,7$ km ed $M_w = 4,89 - 5,46$ nella zona tra Buvolo e Lodrigiano (2008); il terremoto verificatosi in prossimità di Terminaccio, Castelnovo né Monti, 1992, con $M_w = 4,07$ e profondità $-9,7$ km pc è stato generato da processi distensivi.

Nel territorio in analisi la sismicità è principalmente connessa all'attività dei processi deformativi che interessano le strutture superficiali nei primi $10 \div 20$ km del sottosuolo, prevalentemente collegati a meccanismi focali compressivi ed in subordine trascorrenti, in percentuale relativa inferiore sono correlati alle deformazioni compressive delle strutture medio profonde e profonde ($20 \div > 35$ km).

CARTA SISMOTETTONICA DELLA REGIONE EMILIA ROMAGNA
Figura G1

Scala 1:100.000



8 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

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

Gli agenti modellanti di maggior influenza sono stati le acque di scorrimento, la gravità e processi di detensionamento – rammollimento, non da ultimo, l'uomo che, sia in periodi storici che attualmente, ha profondamente variato le forme naturali proprie del territorio in analisi o indotto effetti che hanno modificato le stesse.

L'area in esame, 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 del fronte dei ghiacciai che scendevano dal crinale appenninico (M. te Cusna e Alpe di Succiso) l'aspetto del paesaggio era 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 ed arbustive a macchia.

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

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 nell'area orientale centrale circa tra Massegano e Via Cà d'Ovio attualmente siti a quote più alte di circa 100 ÷ 125 m rispetto al fondovalle del F. Secchia.

Successivamente al *Wurm* e durante l'*Olocene Antico*, le condizioni climatiche sono progressivamente mutate verso situazioni dapprima Boreali e poi Atlantiche, con conseguente scioglimento dei ghiacci e formazione di corsi d'acqua sempre più imponenti. Questi ultimi hanno progressivamente inciso i versanti generando intensi processi di degradazione ed asporto dei terreni i quali in funzione del grado di fragilità delle litozone argilloso argillitiche e brecce argillose, che formano una consistente parte del territorio comunale di Baiso, hanno praticamente eroso completamente i depositi di versante pleistocenici (>12.000 anni b.p.); le unità riconducibili a detto periodo in zona sono rappresentate dai depositi alluvionali ghiaioso sabbiosi delle superfici terrazzate del F. Secchia e T. Tresinaro che sono sopraelevate generalmente di 15/35 m (AES8; 18/20000 anni b.p.) rispetto ai sopracitati assi fluviali con l'eccezione di quelli meno recenti (18/20.000 – 40/50000 anni b.p.; AES7) in sponda meridionale del T. Tresinaro più elevati di 70/80 m rispetto all'alveo dello stesso.

Nelle sopra descritte condizioni climatiche, diverse dalle attuali, si sono evoluti imponenti processi gravitativi, generati da fenomeni di rammollimento e plasticizzazione di litotipi essenzialmente argillosi – argilloso limosi, sia nelle zone di sorgenza per contatto che di saturazione dei pendii e loro fenomeni di erosione che hanno teso a rendere sempre più ripidi i versanti.

Di detti processi, influenzati con tutta probabilità anche da eventi sismici, in considerevole percentuale attivi, alcuni non sono in evoluzione o parzialmente stabilizzati, quali quelli osservabili tra Case Serra, Sarzana, T. Lucenta, l'accumulo tra Granata, Fornace e

Ponte Secchia, quello in prossimità di Ca Vai, La Gorgola, e quello nella zona di La Baragalla – destra Rio dell’Oca.

Nell’area comunale sono altresì presenti diffusi processi di frana attiva che coinvolgono un’elevata percentuale di territorio (22%) anche con imponenti fenomeni franosi. Tra i maggiori di questi ultimi figurano le frane di Levizzano e Rio Cagnone che sviluppano aree di dissesto con lunghezze di 2,3 ÷ 2,5 km e fronti con larghezza di 300 m circa, con piani di deformazione/rottura che giungono a profondità di 18 m e deformazioni sino a -35 ÷ -40 m pc; analoghe caratteristiche evidenzia la frana di Magliatica che coinvolge il territorio circa da Valestra al T. Lucenta, per una lunghezza di circa 2,8 km e larghezze variabili tra 250 e 400 m.

Altri imponenti fenomeni franosi sono presenti nella zona tra Monte S. Cassiano ed il Secchia, circa tra Case Serra e Sarzana, tra Castelvecchio ed il T. Lucenta, ad ovest del capoluogo lungo il versante che lo raccorda al T. Tresinaro, nell’area tra S. Romano, Paderna e Rio delle Viole.

Oltre ai suddetti processi gravitativi sono diffusamente presenti altri fenomeni franosi di estensione relativa inferiore, rispetto a quelli sopra descritti, ma comunque di rilevante incidenza sulle condizioni generali di stabilità del territorio e delle loro interazioni con le infrastrutture.

9 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 il fondo valle, al detensionamento ed alla fratturazione delle rocce di substrato, loro diverso grado di consistenza/detensionamento, cementazione, assetto strutturale, alle caratteristiche topografiche correlate ai differenziati gradi di resistenza all'erosione delle unità rocciose.

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

9.1.1 Depositi Eolici

Sono costituiti da materiali prevalentemente fini a granulometria argillosa e limosa debolmente sabbiosa, intensamente pedogenizzati.

Tali materiali sono prodotti dai processi erosivi in ambienti freddi, di tipo glaciale, che sono presi in carico e successivamente depositati dalle azioni dei venti che generano superfici a bassa pendenza $8^\circ \div 10^\circ$.

Localmente sono caratterizzati da spessori mediamente compresi tra 5 e 15 m, velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio variabili tra $V_s = 130 - 180/270$ m/sec ed in base a questi ultimi da un grado di consistenza medio basso, indicativamente $N_{20} = 4/6$.

Si rinvencono nel settore orientale del territorio comunale nei pressi di Massegano – via Cà d'Ovio ed al bordo occidentale centrosettentrionale circa tra Pulpiano e Cà dei Boschi.

9.1.2 Depositi Colluviali

Sono costituiti da detriti attualmente generalmente non attivi di incerta genesi ed attribuzione cronologica formati da materiali a granulometria variabile dalle argille – limi – sabbie alle ghiaie spigolose, che possono presentare una classazione da grossolana ad assente ed occupare 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 contraddistinti da spessori modesti mediamente compresi tra 2/3 e 5 m, localmente giungono a 6/8 m, velocità di propagazione delle onde di taglio generalmente variabili tra: $V_s = 130/150$ m/sec e $180/200$ m/sec, presentano grado di consistenza di solito basso – medio basso: $N_{20} = 3 \div 5/7$.

Detti depositi si rilevano diffusamente in tutto il territorio comunale ed assumono le estensioni maggiori nel settore sud occidentale tra Cà del Fabbro – Malpasso, centro meridionale a nord di Lugagnana, nord ovest di San Cassiano, tra il Torrazzo e Perchino,

nell'area centro orientale 0,6/0,8 a est di Monte San Cassiano, ad ovest in corrispondenza di La Piola, nel settore centrale tra Levizzano/Guilghella ed il T. Lucenta, a nord di quest'ultimo tra C. Talami – La Villa – Fontanella – Castelvecchio – Canzano, nella zona settentrionale occidentale tra Cassinago – C. Calcinara, nell'area a nord – nord est di C. Corti.

9.1.3 Depositi e processi fluvio torrentizi

L'influenza sul modellamento del paesaggio, esercitata dal F. Secchia, Torrente Tresinaro e loro affluenti T. Lucenta, Rio delle Viole, Rio Spigone, ha generato profonde incisioni alle quali sono conseguiti sia terrazzamenti che l'insorgere di fenomeni franosi per erosioni laterali e di fondo.

Il tratto d'asta del F. Secchia che attraversa formazioni a resistenza meccanica media: Formazione di Monte Venere, Formazione di Monghidoro, e di grado fragile: Argille Varicolori, ha generato un ampio letto delimitato da orli di scarpata fluviale sia attivi che non. Queste forme, legate all'erosione laterale e di fondo d'alveo nelle fasce ai lati del Secchia costituiscono vari ripiani di terrazzi fluviali a più ordini e dove riceve i suoi affluenti con di deiezione. I depositi alluvionali più antichi (AES7) sono costituiti da brandelli residuali presenti a sud del T. Tresinaro in prossimità di Il Bosco ad a sud est di Le Bore, dove sono sopraelevati rispetto all'asta di detto torrente di $70 \div 80$ m ed hanno spessori mediamente variabili tra 5 e 10 m; depositi alluvionali terrazzati di età relativa più recente AES8, sono principalmente osservabili in sponda meridionale del T. Tresinaro a sud di M.no Costi e di Osteria Vecchia ed in subordine in sinistra Secchia tra Cagnone – La Fornace e circa 300/400 m a nord di Cagnone; tali depositi sono sopraelevati rispetto ai sopracitati assi idrici di $10 \div 20$ m in prossimità del T. Tresinaro e di $20/35$ m presso il F. Secchia, presentano spessori compresi tra 8 e 12 m e sono contraddistinti da velocità delle onde sismiche di taglio $V_s = 300/350 \div 450$ m/sec.

I terrazzati alluvionali più recenti: AES8a, ad esclusione di quelli attualmente in evoluzione, sono generalmente più elevati di $4/5 \div 8$ m rispetto agli alvei del F. Secchia – T. Tresinaro e dei loro principali affluenti T. Lucenta, Rio Giorgella, Rio delle Viole; detti depositi presentano spessori mediamente variabili tra $8/10$ m e giungono a massimi di 25 m in sponda occidentale del F. Secchia circa tra Lugo e bivio S.S. 468/via Radici in Monte, sono generalmente contraddistinti da $V_s = 200/250/300$ m/sec ed evidenziano valori massimi nel sopra indicato tratto del F. Secchia dove $V_s = 350/400 \div 450$ m/sec.

Alla confluenza dei torrenti e rii minori con i principali assi idrici: Secchia e Tresinaro, in zone esterne al territorio di Baiso, si sono formate conoidi alluvionali, attualmente non in evoluzione come alle affluenze del T. Lucenta al Secchia, quella del Rio le Viole al T. Tresinaro ed in sponda orientale del F. Secchia alle confluenze del T. Rossenna e T. Dolo.

I terrazzi in evoluzione attuale, sono delimitati da orli di erosione alti mediamente $1 \div 3$ m.

La dinamica erosiva fluviale risulta particolarmente intensa, conseguentemente alla diffusa presenza territoriale di litotipi a scarsa resistenza meccanica, affioranti nelle zone latitanti il Secchia nelle aree centro meridionali orientali del territorio comunale, nel tratto

del T. Tresinaro nel settore occidentale del comune circa tra Zoccadello – nord C. Formicara e nel suo tratto settentrionale tra M.no del Comune e M.no di Vedrina; analoghe condizioni sono presenti in sponda destra del T. Lucenta da Sarzana a Sassogattone e di tratti del Rio Fontanella e Rio degli Spiaggi, Rio delle Viole.

Quanto esposto trova riscontro negli imponenti processi franosi presenti ai fianchi delle sopraddette aste fluviali, quali la frana di Magliatica, ai lati del T. Tresinaro tra Zoccadello e C. Formicara, tra San Cassiano – Monte S. Cassiano – Cà D'Anacleto – Cà di Domenico – Debbia, C. Granata – La Gavia – Mandreoli.

In detti ambiti le verticalizzazioni dei pendii, conseguite alle azioni erosive fluviali, hanno determinato precarie condizioni di equilibrio dei versanti sui quali influiscono anche variazioni della condizione al contorno di genesi antropica.

I depositi alluvionali reinciati, che formano l'alveo di piena ordinaria e straordinaria, del letto ordinario, non sono generalmente ricoperti da vegetazione mentre quelli terrazzati di 2° e 3° ordine, rispetto all'alveo, di solito ospitano una flora di tipo prevalentemente arbustiva.

Il cono di deiezione alluvionale più significativo, di modesta estensione, rilevabile nel territorio di Baiso è presente alla confluenza del Rio Giorgella al T. Lucenta

9.2 Forme Strutturali

Le forme del paesaggio direttamente correlate alla struttura del territorio: litologia ed all'assetto delle formazioni che lo costituiscono, in funzione degli effetti di focalizzazione delle onde sismiche in superficie per le condizioni topografiche, 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 incrementi di amplificazione del moto sismico in superficie.

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

Per quanto riguarda le rocce più resistenti alla degradazione si rilevano accentuate inclinazioni di pendio, condizionate prevalentemente da fenomeni di erosione selettiva, come è evidente per le litozone prevalentemente arenitiche della Formazione di Pantano (PAT) contraddistinta da $V_s = 600 \div >800$ m/sec, che costituiscono la parte settentrionale del territorio comunale circa tra Montecchio – Cassinago – C. Bedocchi.

Analoghe morfologie selettive caratterizzano le rocce ad alternanze arenitico – marnoso calcaree del Flysh di Montecassio (MCS) contraddistinte da $V_s = 600 \div 700$ m/sec, nella zona tra il T. Tresinaro – M. Lusina – S. Romano e nella fascia estesa ovest-est a nord di questi ultimi secondo l'allineamento Il Borgo – Il Bosco – Paderna dove sono presenti le sequenze prevalentemente arenaceo conglomeratiche della Formazione di Ranzano (RAN2a), contraddistinta da $V_s = 450/500 \div 700$ m/sec.

Simili assetti ma con rilievo meno energico sono osservabili nel settore meridionale del territorio di Baiso tra il F. Secchia e Cà del Fabbro – Cà di Sante, costituito dalle sequenze calcareo marnose con alternanti pacchi di strati arenaceo pelitici della Formazione di Monte Venere (MOV) affioranti in detta zona in assetto dritto e caratterizzati da $V_s = 450 \div 600$

m/sec; equivalenti caratteristiche sono osservabili nella zona occidentale centro meridionale tra l'Olmo – I Monchi e Marzano – Serra di Sopra costituita dalla alternanze arenaceo pelitiche della Formazione di Monghidoro (MOH) ivi rinvenibile in assetto rovesciato e contraddistinta da $V_s = 450/500 \div 600/700$ m/sec; analoghe condizioni si riscontrano nell'area occidentale centrale tra C. Marcuzzo – Castagneto e ovest di via Cà Talami costituita dalle alternanze arenaceo pelitiche della Formazione di Ranzano (RAN3) generalmente caratterizzata da $V_s = 600 \div 700$ m/sec.

Simili morfologie con versanti ad elevata acclività ma con dislivelli meno accentuati correlabili all'alto grado di erodibilità delle unità prevalentemente argillitiche delle Formazioni pre Flysh (AVV-APA-SCB) in genere caratterizzate da $V_s = 400 \div 450$ m/sec nei primi 15/25 m del sottosuolo, sono presenti nel settore orientale centrale circa tra Bradisnera – Canicchia – Confluenza Rio della Viola/Rio Fontanella.

Un elevato grado di condizionamento sull'assetto del reticolo idrografico è stato esercitato dal tipo di erodibilità delle rocce ad a zone del loro assetto strutturale, come evidenzia l'andamento del T. Tresinaro che da Zoccadello a Mulino del Comune incide litotipi a breccie argillose ed argillitiche a basso grado di resistenza meccanica e che a settentrione di detto mulino flette dapprima in direzione occidentale e successivamente si orienta ovest est aggirando le arenite calcareo marnose di MCS ed assecondando l'assetto del fianco meridionale della sinclinale di Viano; un'analogha influenza connessa all'assetto strutturale della piega rovesciata del Flysh di Montecassio ha condizionato l'orientamento del Rio Spigone. Controlli che hanno indotto situazioni equivalenti correlate all'elevato grado di erodibilità delle rocce di substrato, hanno governato l'andamento del T. Lucenta e quello dei rii Fontanella – delle Viole, del Rio Cargnone secondo l'asse del quale si sono sviluppati imponenti processi franosi.

9.3 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 le zone centrali meridionali e settentrionali occidentali ed orientali e nei settori dove sono presenti le coltri di degradazione delle alternanze arenaceo pelitiche e marnose calcaree nelle aree centrali – centrosettentrionali e meridionali del territorio comunale; 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.

9.4 Processi di tipo lineare

Sono connessi con le precipitazioni atmosferiche e risultano distribuiti uniformemente sull'area studiata, modellano tutti i litotipi presenti e con particolari intensità quelli argillosi, argillitici, brecce argillose marnosi, marnoso – argillosi, nei quali generano vistose forme a calanchi.

Le zone interessate da erosione lineare attiva sono contraddistinte da assi di impluvi che tendono a progredire verso monte allargando le nicchie di degradazione che circoscrivono le vallecole. In queste ultime le scarpate in erosione attiva hanno altezze comprese in prevalenza tra 2 ÷ 3 m e 30 m; lungo dette superfici sono diffusamente presenti dissesti che generalmente coinvolgono i primi 1 ÷ 3 m del sottosuolo e frequentemente dette erosioni si rinvergono ai lati degli accumuli di corpi di dissesto.

Il progredire delle incisioni, unitamente alla sovrasaturazione in acqua genera un incremento degli accumuli di materiale con evoluzioni in fenomeni di frana per colata.

I settori dove i processi sopra descritti risultano più evidenti, si osservano nella zona tra Baiso – Vedrina – Visignolo – S. Romano – Antignola – Castelvechio, ad ovest – nord ovest di Magliatica, tra Serra di Sotto – Casino ed il T. Lucenta; nelle aree tra Rio degli Spiaggi–Canicchia – Antignola, tra Monte S. Cassiano – Cà Lita – Cargnone e tra Guilghella – Caliceti – Cà d'Ovio nelle quali detti agenti nelle zone di alimentazione sviluppano estesi aspetti calanchivi.

9.5 Processi Profondi

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

Nel territorio di Baiso sono diffusamente presenti fenomeni di rimobilizzazione, mediante processi plastici, di materiali crollati o depositati su terreni marnoso argillosi che generano frane di tipo misto o complesso e frane di colata.

Per quanto riguarda i processi franosi attivi è da osservare che essi 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 generalizzato e una copertura vegetale di tipo superiore, contraddistinte da acclività del versante non congruente con i caratteri geomeccanici dei litotipi presenti, denotano che sussistono condizioni di potenziale instabilità anche se al momento dell'osservazione non sono palesemente manifesti movimenti. Questi tipi di dissesto coinvolgono pendii con substrato prevalentemente argilloso – argillitico – brecce argillose o argilloso marnose e quelli dove sono presenti coperture di materiali sciolti. Generalmente detti fenomeni si innescano in prossimità della transizione tra rocce ad alternanze arenaceo pelitiche – calcareo manose – prevalentemente arenacee e litozone argillitico – argillose, marnose– marnoso argillose e/o in zone di impluvio

che favoriscono, unitamente alle precipitazioni atmosferiche, forti saturazioni in acqua dei terreni.

L'effetto conseguente a queste ultime è una diminuzione della resistenza al taglio delle litozone fini e nei casi in cui detti processi avvengono al passaggio con le unità lapidee i piani di movimento progrediscono verso monte coinvolgendo le stesse in crolli più o meno estesi favoriti anche dal peso dei blocchi rocciosi.

Nel territorio comunale e sono prevalentemente diffusi I processi franosi di tipo complesso e di colata.

I corpi di frana di maggior dimensione presenti nel territorio di Baiso si osservano nel settore centro meridionale in sponda occidentale del F. Secchia tra Rio Cargnone – Levizzano – La Rovinaccia ed a sud del Rio Torbido, a meridione di Il Torrazzo – San Cassiano – Debbia.

Simili accumuli di frana con volumetrie e dimensioni relative inferiori, contraddistinti da $V_s = 100 \div 150$ m/sec nei primi 3 m pc e $V_s = 250 \div 300$ m/sec da -3 a -10/-12 m pc si riscontrano nei versanti compresi tra il crinale Castello di Baiso – Cassinago e la sponda orientale del T. Tresinaro, nella fascia settentrionale circa tra Visignolo – Cà di Martino ed il sopradetto torrente ed ai lati del medesimo a nord di Mulino del Comune e tra Cerreto/Tresinaro – Zoccadello.

Sono inoltre presenti ammassi di frana di dimensioni e volumetria grande – molto grande (*Fell*) di tipo quiescente prevalentemente localizzati nelle zone centro meridionali e meridionali del territorio comunale.

I corpi di frana attivi più imponenti si riscontrano nella fascia centro meridionale nelle aree di Magliatica e di Cà Lita/Cargnone.

La prima coinvolge la zona compresa tra Magliatica/Serra di Sotto ed il Rio Lucenta e le documentazioni storiche attestano processi di attività/riattivazione dal medio evo ad oggi, con fasi dinamiche nel periodo 2000-2002 (ID 60574). Detti dissesti si sviluppano in rocce a brecce argillose (BAI4) estendendosi per una lunghezza di circa 1700 m, larghezze di 350/700 m, spessori stimabili in 25/40 m, ed in genere sono caratterizzati da $V_s = 100/200$ m/sec nei primi 8/12 m del sottosuolo e $V_s = 350/450$ m/sec sino a -15 m pc; nella parte centro settentrionale tale dissesto interagisce con due corpi di frana complessa quiescente anch'essi di ragguardevole spessore (25/35 m), lunghezza (1100/1200 m) e larghezza (350/450 m) presenti nell'area tra Sarzana ed il fosso di Magliatica ad est dell'omonima via.

L'altro imponente accumulo localizzato circa tra Cà Lita – Levizzano e Cargnone è documentato abbia manifestato attività/riattivazione dal medio evo ad oggi con dinamica catastrofica nel 2004/2005 e nel marzo 2016 (ID60575) e movimenti sino a $0,5/0,7 \div 1,7$ m/giorno nel 2018; il dissesto si sviluppa principalmente in substrato a brecce argillose (MVRb,c,d, -VRO) coinvolgendo alternanze arenaceo pelitiche fratturate (MOH) nella zona di nicchia, dove le stesse in assetto rovesciato a franapoggio nella parte meridionale e dritto in quella settentrionale incrementano le tensioni sui sottostanti materiali a brecce argillose; dette alternanze in posizione dritta soggiacciono anche alla parte del fronte di accumulo ad oriente di La Rovinaccia.

Il corpo di frana in oggetto si estende per lunghezza complessiva di circa 3000 m con larghezze di 700/900 m nella fascia di corona e 250/300 m nella zona di accumulo frontale; lo

spessore dell'ammasso è valutato in 42 m; le velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio nei primi 12/15 m del sottosuolo, rilevate nella fascia di corona della frana, nella quale sono presenti le argilliti VRO, corrispondono a $V_s = 250 \div 300$ m/sec, alle profondità sottostanti dette rocce sono contraddistinte da $V_s = 500 \div 550$ m/sec.

Altri importanti processi franosi attivi con lunghezze dell'ordine di 1 km e superfici di traslazione a profondità di $10 \div 15$ m e contraddistinti da V_s equivalenti a quelle sopra descritte, si riscontrano tra Cassinago e T. Tresinaro, tra San Cassiano ed il F. Secchia, tra Castelvechio - La Villa - C. Lucenta - Osteria - Fontanella, nel versante tra il crinale ad est di Collina - Immovilla - Baiso - Montecchio ed il T. Tresinaro, in sinistra di quest'ultimo tra C. dei Boschi e confine nord ovest, a nord - nord ovest di C. Calcinara, ad ovest di Cassinago - C. Motta, tra Visignolo/Casalecchio - La Baragalla, tra S. Romano - Paderna - Pradella.

Nel territorio comunale sono inoltre presenti numerosi ed imponenti accumuli di frana quiescente che attualmente non manifestano indizi di evoluzione.

Tra questi quelli di maggiore rilievo si osservano nella parte meridionale dell'area comunale in sponda settentrionale del F. Secchia, in corrispondenza all'affluenza del T. Dolo, circa tra La Fornace - Mandreoli - Cà di Paccia e Bugagnano - La Costa - Granata; nei versanti in sinistra di detto fiume in corrispondenza della strada San Cassiano - Debbia, tra La Fornace - Cà di Geto, tra C. Talami - C. Lucenta ed il T. Lucenta.

Altri accumuli sia quiescenti che attivi sono presenti in sponda meridionale del suddetto torrente, tra lo stesso e Sarzana/Serra di Sotto, Via Cà Vai, detti corpi di frana sono generalmente caratterizzati da $V_s = 150 \div 250/300$ m/sec nei primi 10/15 m del sottosuolo ed a zone da $V_s = 350$ m/sec da -10 e -20/-25 m pc.

Oltre ai principali accumuli di frana attiva e quiescente precedentemente descritti, sono diffusamente presenti ammassi di dimensione relativa inferiore ma che comunque impongono severe limitazioni alle possibilità di uso del territorio per condizioni di instabilità o potenziale instabilità.

I processi di dissesto in narrativa coinvolgono circa il 32% della superficie comunale caratterizzandolo come il territorio ad indice di franosità maggiore della provincia di Reggio Emilia.

10 DINAMICA DEI VERSANTI

Le forme e processi evolutivi, sia attivi che non in evoluzione, sono e sono stati sensibilmente influenzati dalle erosioni di sponda e di fondo del fiume Secchia e del T. Tresinaro che hanno costituito livelli di base per i loro affluenti.

Nella zona in oggetto, negli ultimi 14.000 ÷ 10000 anni (dal *Pleistocene* all'*Olocene*), detti assi idrici si sono progressivamente approfonditi determinando incisioni localmente stimabili da circa 20/35 m a 70/80 m per quelli più antichi (AES7) sino a raggiungere 100/125 m nei depositi eolici (100.000/150.000 anni b.p.).

Tali approfondimenti d'alveo sono comprovati dall'altezza delle scarpate che terrazzano i depositi alluvionali presenti tra Cargnone ed il Secchia e quelle nella zona settentrionale a nord dell'allineamento C. Vernara – Il Borgo – Il Bosco – 0,3 km a nord di Paderna.

Testimonianze di sedimentazione e successiva erosione, relativamente più recenti, sono evidenziate dai depositi alluvionali terrazzati di C. Vernara – M.no Costi – Osteria Vecchia in sponda destra del Tresinaro, e da quelli tra Lugo – Cà di Geto e tra Fornace e Borgonuovo in sinistra Secchia.

Tali sedimenti sono delimitati, verso l'alveo attuale, da scarpate di incisione fluviale non attiva con altezze di 5 ÷ 10 m.

Oltre agli orli di terrazzo sopra indicati se ne riscontrano altri che scolpiscono le formazioni pre quaternarie ai bordi d'alveo, con altezze praticamente equivalenti a quelle precedentemente descritte.

Le fasi erosive fluviali successive hanno generato scarpate di erosione che terrazzano le alluvioni recenti, per altezze comprese tra 1 e 2 ÷ 3 m.

Altro aspetto molto significativo della dinamica evolutiva dei versanti nel territorio in oggetto è rappresentato dai diffusi e frequentemente imponenti corpi di frana. Questi, oltre ad essere legati all'approfondimento delle incisioni d'alveo, sono elevatamente condizionati dalle scadenti caratteristiche litotecniche delle rocce che formano il territorio e dal loro intenso grado di fratturazione.

Gli ammassi di frana, sia attivi che quiescenti, tendono ad assumere forme prevalentemente allungate insinuate lungo vallecole nella parte centro-settentrionale e settentrionale del territorio comunale, forme sempre allungate ma relativamente più tozze e con spessori maggiori nella zona centro-meridionale e meridionale dell'area comunale.

A tali differenziazioni delle geometrie dei corpi di frana fanno riscontro le caratteristiche litotecniche del substrato roccioso, come evidenziano le morfologie tendenzialmente più larghe e gli spessori maggiori degli ammassi di frana nella parte centrale meridionale del territorio costituita prevalentemente dalle Breccie Argillose di Baiso Membro di Costa dei Buoi, dalle unità litologiche argillitiche-argillose delle Argille della Val Rossenna e breccie argillose del Complesso di Rio Cargnone, e nei settori meridionali dove sono presenti le arenite pelitiche e marne calcaree delle formazioni di Monghidoro e di Monte Venere.

D'altra parte nella zona centro settentrionale – settentrionale dell'area comunale, costituita in prevalenza da tipi litologici relativamente più resistenti alla degradazione,

rappresentati dalle marne calcaree del Flysch di Monte Cassio, alternanze arenaceo pelitiche – arenitico conglomeratiche con strati pelitici della Formazione di Ranzano, che sono a fasce sostituite da marne – argille marnose (ANT–MMP), argille siltose – argilliti – areniti pelitiche con prevalenza di queste ultime (AVI–AVV–SCB), si sviluppano prevalentemente corpi di frana stretti ed allungati e con spessori relativi inferiori, che si insinuano lungo vallecicole.

11 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

11.1 Caratteristiche idrogeologiche

Le unità litologiche con caratteristiche di serbatoio acquifero nel territorio di Baiso sono costituite da litotipi rocciosi a permeabilità secondaria per fatturazione e coperture quaternarie a permeabilità primaria.

Queste ultime sono contraddistinte da permeabilità 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 quali l'area a nord ovest di Il Borgo, tra Calsalecchio e Visignolo – sud di C. Spinzagna, di Guilghella – Gazzolo, zona di La Piola, di Perchino, di via Malpasso nord di Lugagnana, tra Monte S. Cassiano e Cà di Geto, di Antignola; sono altresì caratterizzate da 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 contraddistinti da permeabilità da media ad elevata ($K = 1 \cdot 10^{-2} \div 1 \cdot 10^{-4}$ cm/sec).

Le rocce di substrato presentano grado di permeabilità medio – medio basso ($K = 1 \cdot 10^{-3} \div 1 \cdot 10^{-5}$ cm/sec) nelle alternanze prevalentemente arenitiche: PAT – arenitico conglomeratiche – arenitiche: Ran2a – Ran2 – Ran3c, arenacee LOI, marnoso calcaree contenenti banchi arenaceo pelitici di MOV e MCS.

Le alternanze arenaceo pelitiche RAN₃ – MOH, sono caratterizzate da grado di permeabilità 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: MVT – BAI – BAI4 – BAIfe – MVRb,c,d – VRO – AVV – APA e pelitico arenitiche prevalentemente pelitiche: SCB, sono contraddistinte da permeabilità praticamente nulla ($K \leq 1 \cdot 10^{-7}$ cm/sec).

Le potenzialità di immagazzinamento delle acque nel sottosuolo è correlata all'assetto strutturale delle formazioni pre quaternarie e delle loro caratteristiche litologiche granulometriche che generano condizioni di potenziale accumulo nelle geometrie sinformi, trappola per faglia o strutturale/stratigrafica ed originano bacini potenzialmente disperdenti nelle zone antiformali o di monoclinale. Ne consegue che in detti modelli assumono principale importanza idrogeologica le “depressioni” degli assi strutturali e delle superfici assiali del nucleo di piega, che determinano condizioni che consentono l'accumulo delle acque nel sottosuolo.

Quest'ultimo nel territorio in esame è principalmente correlato alle superfici di contatto sia stratigrafiche che tettoniche tra le unità litologiche permeabili (secondaria o primaria) e quelle impermeabili che soggiacciono alle stesse.

In territorio di Baiso le rocce con caratteristiche di roccia serbatoio sono rappresentate dalle marne calcaree della Formazione di Monte Venere e dal Flysh di Monte Cassio del Dominio Ligure e dalla Formazione di Pantano, Formazione di Ranzano e Formazione di Loiano della Successione Epiligure.

L'assetto delle successioni del Dominio Ligure, che costituiscono la maggior parte del territorio di Baiso (MOH–MOV–MCS), è principalmente caratterizzato da inclinazioni degli strati orientate prevalentemente a sud – sud ovest nei settori centrali e meridionali, nei quali a sud dell'allineamento Case Serra – Cà Lita ed ovest di Cà Lita – Debbia le formazioni in assetto rovesciato costituiscono una piega coricata che con blande ondulazioni della superficie dell'asse di nucleo di piega si immerge a sud. Dette condizioni denotano prevalenti caratteristiche di bacino idrogeologico disperdente con direttrici di moto dei deflussi idrici sotterranei orientate a sud ovest sud verso il confine con Carpineti.

Nella parte settentrionale del territorio: nord Capoluogo – Colombara – Rio delle Viole le formazioni arenitiche – arenitico pelitiche della Successione Epiligure (PAT–RAN), sono caratterizzate da assetto sinforme evidenziante caratteristiche di bacino idrogeologico non disperdente. Detta condizione permane sino all'asse anticlinalico San Romano – Casalecchio successivamente al quale si riscontrano le immersioni orientate a nord delle alternanze arenaceo pelitiche – arenaceo conglomeratiche epiliguri che costituiscono l'ala meridionale della brachisinclinale di Viano che determinano un assetto a bacino disperdente in direzione di detto comune.

La fascia centrale meridionale dell'area comunale orientata ovest – est che si estende con andamento sub parallelo al T. Lucenta, costituita prevalentemente da brecce argillose ed argilliti – argille, evidenzia un assetto blandamente sinforme correlato alla geometria dalla superficie assiale del nucleo di piega coricata, che nella zona affiorante è formata da litotipi praticamente impermeabili che non consentono l'infiltrazione delle acque nel sottosuolo come evidenzia il pattern dendritico del reticolo idrico superficiale.

Litozone con caratteristiche equivalenti costituiscono la fascia del bordo orientale del territorio comunale circa da Muraglione e Predella e quella al confine occidentale di sinistra T. Tresinaro da Zoccadello a M.no di Vedrina/Confine nord, contraddistinte da potenzialità acquifera sotterranea praticamente trascurabile.

Le coperture quaternarie, principalmente costituite da accumuli di frana ed in subordine da depositi di versante, sono presenti in percentuale più diffusa nei settori centromeridionali – meridionali dell'area comunale e nella fascia al bordo settentrionale in destra T. Tresinaro.

Le coperture detritiche associate ad ammassi rocciosi di maggior estensione e costituite da accumuli di frana, che formano capacità di litozone magazzino, si riscontrano nel settore meridionale del territorio circa tra Mandrioli – La Gavia – Granata e più a nord tra Cà di Paccia – Cà di Pino – Lugagnana, nelle quali rivestono i calcari marnosi di MOV.

I depositi di versante che possono assumere localmente potenzialità di serbatoio idrogeologico di grado medio – medio basso, arealmente più significativi sono presenti nella zona orientale centrale tra Masegano – Cà d'Ovio – Pennarelle nella fascia settentrionale a nord – nord est di Il Borgo.

Analoghe caratteristiche a medio – medio bassa potenzialità acquifera sono attribuibili ai corpi di frana di piccola e media dimensione che rivestono diffusamente il territorio comunale.

I depositi alluvionali che costituiscono fasce terrazzate, di modesto spessore: <5 m, allungate secondo gli assi dei torrenti minori, prevalentemente non sono saturate dagli apporti dei corsi d'acqua che svolgono principalmente effetto drenante rispetto ai terrazzi latitanti e pertanto solo temporaneamente possono costituire locali orizzonti acquiferi.

Diverse caratteristiche presentano i depositi alluvionali terrazzati dei letti di inondazione del T. Tresinaro e F. Secchia nei quali gli spessori giungono mediamente a 10 ÷ 15 m ad anche a 25 m nel Secchia, nei quali prevalgono le granulometrie ghiaioso sabbiose e sono nettamente subordinate le componenti fini e pertanto ad elevata potenzialità acquifera.

Da tali condizioni differiscono le fasce dei terrazzi meno recenti più elevate di 15 ÷ 35 m rispetto agli alvei di piena ordinaria, soggetti a ricarica idrica per precipitazioni meteoriche e ruscellamento sui versanti.

In funzione di quanto sopra esposto si evince che nelle aree meridionali e centro settentrionali, zone di depositi di versante e di frana, fasce di terrazzo e letto fluviale di inondazione è opportuno/necessario evitare insediamenti di attività potenzialmente inquinanti o qualora gli stessi siano presenti siano dotati di tecniche – opere di presidio ambientale ad elevato grado di protezione.

12 CARATTERI GEOLOGICO TECNICI

L'analisi delle caratteristiche litologico tecniche generali del territorio relative ai primi 5/10 ÷ 20 m del sottosuolo dell'area e di Baiso 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*).

Le aree di versante sono principalmente soggette alle tensioni che si sviluppano in senso orizzontale che inducono azioni taglianti nei materiali che formano il sottosuolo. Ne consegue che anche se ad una prima analisi i litotipi indicano valori di resistenza meccanica per rottura alla compressione medi - medio elevati ($N_{20} > 5/8$; $N_{spt} 7/10$) assume importanza fondamentale la presenza o l'assenza di pronunciate differenze di resistenza meccanica sulla verticale poiché tale diversità di resistenza relativa e del grado di fratturazione 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.

12.1.1 Caratteristiche litotecniche

Le indagini geognostiche analizzate evidenziano la generale presenza di unità litotecniche con spessori mediamente variabili da 2/4 m a 5/6 m e con grado di consistenza che oscilla tra $N_{20} = 1/3$ ed $N_{20} = 5/8$; alle profondità sottostanti in genere $N_{20} = 7/10$ sino a -8/-10 m pc; frequentemente alle profondità tra -4/-5 e -6 nelle successioni relativamente più consistenti si intercalano strati con $N_{20} < 5/4$ indicanti potenziali piani di deformazione/rottura. Tali terreni sono prevalentemente contraddistinti da $V_s = 150/200$ m/sec nei primi 2/4 m pc e $V_s = 250 ÷ 350$ m/sec sino a -8/-10 m pc.

A dette unità seguono litotipi caratterizzati da elevati valori di resistenza meccanica: $N_{20} > 10/15$, e velocità di propagazione delle onde di taglio comprese tra $V_s = 300/400$ m/sec sino a -10/-15 m pc.

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 intercalati strati di spessore metrico con $N_{20} < 2/3$, giungono a -5/-6 ÷ -10/-15 m pc; in genere detti corpi sono contraddistinti da $V_s = 150/250$ m/sec nei primi 4/6 m del sottosuolo e da $V_s = 230/350$ 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.

I depositi alluvionali evidenziano caratteristiche simili e ove prevalgono le componenti sabbioso limose, sono generalmente contraddistinti da $N_{20} = 4/6$ o $q_c = 10/15$ kgf/cm² nei primi 2/3 m del piano campagna e $N_{20} = 10/15$ e $q_c = 15/20$ kgf/cm² sino a -9/-10 m pc; quando predominano le ghiaie sabbiose $N_{20} > 20/30$ o si ha rifiuto all'avanzamento.

12.1.2 Suscettività alla liquefazione

I depositi alluvionali terrazzati presenti nel territorio di Baiso sono caratterizzati dalla netta prevalenza di granulometrie ghiaiose con presenza praticamente trascurabile di materiali più fini sabbiosi – sabbioso limosi; oltre a ciò nelle fasce 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 $N_{20} > 15/20$ e $V_s = 250/300/350$ 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 Baiso sono generalmente caratterizzati da valori dell'indice di plasticità 20/35 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.

13 SEZIONI GEOLOGICHE

L'assetto del territorio di Baiso è schematicamente suddivisibile in due zone una meridionale, sud del T. Lucenta, ed una settentrionale.

Nel territorio a sud del sopracitato asse idrico la caratteristica principale è rappresentata da una piega coricata con superficie assiale del nucleo di piega che immerge in direzione meridionale e che nel settore centrale, circa tra Monte San Cassiano e Levizzano, è contraddistinta da una depressione sinforme dell'asse del nucleo. All'assetto strutturale, ad eccezione delle fasce di faglia – sovrascorrimento, fa parzialmente riscontro il comportamento sismico della formazione arenaceo pelitica con intercalati strati calcareo marnosi di Monghidoro che dove si rinviene in posizione dritta evidenzia fattori di amplificazione di PGA ed IS inferiori rispetto alle zone ove è rovesciata.

Il territorio a settentrione del T. Lucenta è contraddistinto da un assetto strutturale più complesso caratterizzato dal susseguirsi di geometrie antiformi e sinformi che nel settore tra il suddetto asse idrico ed il capoluogo sono disarticolate dal succedersi di faglie sub verticali con prevalente inclinazione a sud; analoga condizione si riscontra a nord dell'allineamento Cassinago – La Costa dove è presente lo sovrascorrimento che giustappone le Formazioni Pre-Flysh a quelle delle sovrastanti Successioni della Val Tresinaro e Val Rossenna.

A nord di detto allineamento l'area in oggetto è inoltre caratterizzata dal susseguirsi di assetti sinformi ed antiformi individuati della brachisinclinale Montecchio – Cassinago e Colombara – Costa, dall'anticlinale San Romano – Casalecchio e fianco meridionale della Sinclinale di Viano nel settore Paderna – Il Bosco – Il Borgo; tali strutture sono tra loro a contatto mediante lo sovrascorrimento: Linea Canossa – San Romano.

Alle geometrie strutturali, ad eccezione delle fasce di faglia – sovrascorrimento e zone di substrato fratturato, in funzione delle caratteristiche litologiche si riscontrano diversificazioni del comportamento sismico delle formazioni che evidenziano fattori di amplificazione minori nelle litozone prevalentemente arenitiche – arenacee – arenaceo conglomeratiche (PAT – RAN₂ – 2a - RAN_{3C}) che oltre al loro maggior grado di consistenza relativo sono tettonicamente meno disturbate.

L'unica unità litotecnica, in tutto il territorio comunale, che evidenzia comportamento di substrato rigido è la Formazione di Pantano nell'area Montecchio – Cassinago.

I comportamenti sismici dei depositi quaternari contraddistinti dai fattori di amplificazione di PGA ed IS maggiori, si differenziano principalmente in funzione dei loro spessori e volumetrie e non evidenziano significative dipendenze dalle caratteristiche del substrato.

Dette peculiarità determinano condizioni di amplificazione del moto sismico in superficie di tipo elevato.

Simili/equivalenti risentimenti sismici per presenza di substrato arenaceo pelitico ad elevato grado di fratturazione (LOI–MOH) sino a -45 m pc si evidenziano nelle zone di Castagneto, La Piola, Guilghella, e nelle aree in substrati argillitici – a brecce argillose (AVV–

BAI4) ad alto grado di fratturazione sino a -20/-30 m pc di Massegano – Cà d'Ovio e di Cerreto.

14 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 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. Tali prospezioni sono state implementate da analoghe prove geofisiche Re.Mi. ed HVSR precedentemente eseguite dallo scrivente per il PSC 2008.

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 sismiche di taglio dei vari tipi di rocce presenti nell' area di Baiso; 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 Baiso.

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 0,4/0,9 km, ad eccezione del capoluogo e principali ambiti insediati dove gli interassi sono in media compresi tra 0,4 e 0,6 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 0,3 e 0,8 kmq; in relazione alla superficie complessiva del territorio comunale corrispondente a 75,5 kmq, in base ai punti di prospezione eseguiti la zona esaminata è stata investigata per unità di area mediamente corrispondenti a 1,18 kmq e considerando anche le prospezioni in tomografia sismica 2D precedentemente eseguite per unità di area equivalenti a circa 1,0 kmq.

14.1 Microtremori con la tecnica HVSR

Le indagini a stazione singola di acquisizione di microtremori ambientali effettuate in 54 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'analoga 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.

14.2 Prospezione sismica a rifrazione attiva/passiva MASW/Re.Mi. e passiva Re.Mi.

Le prospezioni, effettuate in numero di 36, con metodo integrato MASW/Re.Mi. e di 22 precedentemente eseguite con metodo Re.Mi. sono state effettuate 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 20 profili in tomografia sismica 2D precedentemente eseguiti dallo scrivente nel territorio in esame di 6 prospezioni MASW in precedenza effettuate da AA.VV.

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 che consente di ottenere uno spettro completo nella banda di frequenze comprese tra 2 e 40 Hz ha permesso una dettagliata ricostruzione

dell'andamento della velocità delle onde di taglio fino a circa -50/-60 ÷ -75 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).

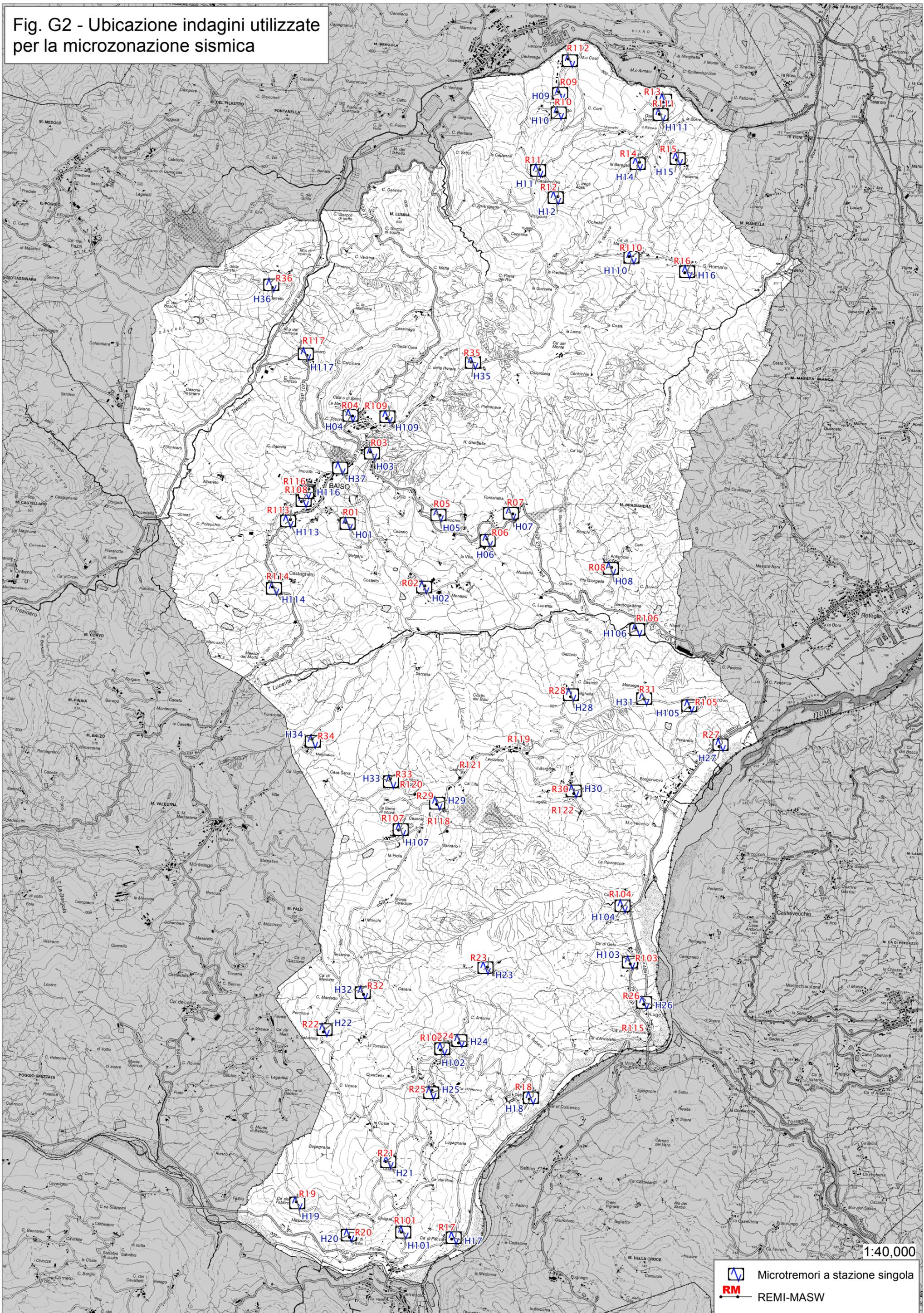
In funzione di quanto esposto è possibile effettuare un "picking", attribuendo ad un certo numero di punti una o più *slowness* (p o $1/velocità$ di fase) ed ottenere una "curva di dispersione".

Quest'ultima è visualizzata su un diagramma in cui appare anche la curva di dispersione calcolata in base ad un modello di Vs 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.

Le prospezioni MASW precedentemente eseguite da AA.VV. in funzione delle metodologie di acquisizione adottate hanno evidenziato dati utilizzabili relativamente ai primi 10/15 m del sottosuolo. Pertanto per la valutazione delle caratteristiche di rigidità del substrato roccioso è stato fatto riferimento solamente agli stendimenti MASW/Re.Mi – Re.Mi.

Fig. G2 - Ubicazione indagini utilizzate per la microzonazione sismica



1:40,000

 Microtremori a stazione singola

 REMI-MASW

15 PRIMO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO

15.1 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 Baiso, ex Comunità Montana dell'Appennino Reggiano, 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:

Indagini pregresse

- 4 prove penetrometriche dinamiche leggere (DPL)
- 27 prove penetrometriche dinamiche medie (DPM)
- 6 prove penetrometriche dinamiche pesanti (DPH)
- 45 prove penetrometriche dinamiche superpesanti (DPSH)
- 15 prove penetrometriche dinamiche superpesanti (SCPT)
- 19 prove penetrometriche statiche (CPT)
- 4 sondaggi meccanici (SM)
- 20 stendimenti sismici a rifrazione con rilevazione di onde P (BSP)
- 22 prospezioni di sismica a rifrazione con metodo passivo ad antenna monodimensionale Re.Mi.
- 17 prospezioni di sismica passiva con tecnica a stazione singola H.V.S.R

Nuove indagini

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:

- 36 prospezioni di sismica a rifrazione con metodo integrato attivo/passivo ad antenna monodimensionale MASW/Re.Mi.;
- 37 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 350/400 ÷ 650 m nelle aree più edificate e di 900 ÷ 1100 m nelle zone a densità costruita minore.

15.2 CARTA GEOLOGICO TECNICA

Tale elaborato (Tav. 1.3 – nord, sud), 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, dalla cartografia delle aree suscettibili di effetti attesi: Tav 218 SO – 2018 NO 217 SE del PTCP della Provincia di Reggio Emilia, dalle cartografie delle situazioni e condizioni degli assetti del substrato, delle coperture e del dissesto, è stato redatto integrando detti elaborati con i dati dei processi di dissesto acquisiti dal Servizio Geologico e Sismico R.E.R. aggiornati a fine 2019, implementati 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 Baiso, escludendo i depositi alluvionali attuali, di fondovalle, di versante quaternari, è suddivisibile in due zone litostratigrafiche principali: Dominio Ligure e Successione Epiligure.

L'area comunale è formata in prevalenza dalle Successioni del Dominio Ligure che caratterizzano i settori meridionali – centrali – centrosettentrionali nei quali prevalgono MOV–MOH–MCS ad eccezione della fascia settentrionale Casalecchio – Pradella nella quale sono presenti le argille siltose ed argilliti AVI e del settore orientale meridionale dove si riscontrano le litozone argillitiche MVR b-c-d – VRO, delle fasce ai bordi occidentali e settentrionali del territorio comunale nelle quali sono principalmente presenti le unità argilloso – argillitiche (AVV–APA) e pelitico arenacee con predominanza delle peliti: rapporto A/P >>1 (SCB) delle Formazioni Pre-Flysh; è localmente rilevabile un brandello residuale di crosta oceanica rappresentato da un “scoglio” di ridotte dimensioni di brecce ofiolitiche inglobato nelle Argille a Palombini (APA) nell'area orientale settentrionale circa 0,7 km a sud est di San Romano.

La Successione Epiligure, affiorante in percentuale subordinata, caratterizza la fascia centrale estesa ovest – est che asseconda l'andamento del T. Lucenta, nella quale sono principalmente presenti i membri a brecce argillose, (BAI – BAI4 – BAIfe) e secondariamente nel settore occidentale le unità arenaceo pelitiche delle Formazioni di Ranzano e Loiano; detta successione è inoltre prevalente nella zona centrosettentrionale Montecchio – Tresinaro – Cassinago – Predella – Rio delle Viole – Colombara, nella quale è costituita in prevalenza delle Formazioni di Pantano – Antognola – Ranzano, Marne di Montepiano, Brecce Argillose della Val Tiepido–Canossa; analogamente le epiliguri caratterizzano la fascia al confine settentrionale Il Borgo – Il Bosco – Paderna dove si riscontrano la Formazione di Ranzano e Marne di Montepiano.

Nelle fasce vallive, secondo sviluppi nastriformi, sono presenti sequenze ghiaiose – ghiaioso sabbiose addensate contenenti subordinate sottili intercalazioni sabbioso limose. Detti depositi nelle aste del F. Secchia, T. Tresinaro, evidenziano spessori nettamente differenziati rispetto a quelli dei loro affluenti; nei depositi terrazzati del F. Secchia gli spessori delle ghiaie sabbiose giungono a 20/25 m, nel T. Tresinaro variano mediamente tra 10 e 15 m; nel tratto orientale del T. Lucenta 5/8 m, nei Rii Giorgella – delle Viole gli spessori delle litozone ghiaioso sabbiose sono decisamente inferiori ed in media variano tra 2/3 e 5 m.

Detti litotipi nelle zone di terrazzo, sopraelevate di 5 – 10 m rispetto al letto di piena, prevalentemente non sono saturati da falda idrica sotterranea che può instaurarsi temporaneamente in occasione delle onde di piena fluvio – torrentizia.

Nei settori centro meridionali del territorio comunale (T. Lucenta – Rio Cargnone) nel quale sono presenti litozone coesive a comportamento fragile (BAI4–MVR–VRO), si riscontrano i processi di dissesto di maggiori volumetrie che si manifestano principalmente per frane complesse ed in subordinate di colata e scivolamento sia attive che quiescenti.

Nella zona centrale, fascia ovest–est dal T. Tresinaro al Capoluogo – Antignola – M. Bradisnera, sono localmente presenti corpi di frana quiescente a volumetria mediamente grande e media (Fell, 1994).

Le unità di substrato presenti nel territorio di Baiso sono principalmente costituite da alternanze marnoso calcaree ed arenaceo pelitiche (56%) ed in subordinate ma comunque in percentuale elevata (44%) da argilliti. 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 primaria importanza per gli effetti di amplificazione sismica.

Le caratteristiche delle unità litotecniche di substrato prevalentemente presenti nel territorio comunale individuano condizioni di potenziali effetti dell'amplificazione del moto sismico principalmente di grado medio e secondariamente di grado medio elevato – elevato, in percentuale nettamente minore si riscontra un grado medio basso – basso (Montecchio).

Le litozone coesive sovraconsolidate, che formano un'importante percentuale dell'area comunale, si riscontrano nella fascia centrale ovest est a meridione del T. Lucenta, zona centro orientate Debbia – Levizzano e fasce ai bordi orientate ed occidentale settentrionale; tali litotipi nei settori sud orientale e nord occidentale del territorio, sono contraddistinti da potenziali condizioni di risentimento sismico medio–medio elevato; analogo tipo di comportamento caratterizza circa il 10% delle aree costituite dalle alternanze calcareo marnose – arenaceo pelitiche che per la percentuale maggiore evidenziano una pericolosità sismica di grado medio.

In accordo con le caratteristiche delle zone di instabilità di versante sopra descritte, che si localizzano principalmente nelle aree di transizione tra le litozone ad alternanze di litotipi arenacei – arenaceo pelitici – calcareo marnosi con quelle coesive sovraconsolidate, tali settori sono contraddistinti da pericolosità elevata; analogo tipo di risentimento sismico evidenziano le fasce di faglia e le equivalenti aree a substrato fratturato – detensionato.

I terreni di copertura del substrato geologico, con spessori maggiori di tre metri, presenti in percentuale subordinata nel territorio, si localizzano principalmente nel settore centrale del territorio circa tra Levizzano – Pennarelle – Sassogattone e nella zona settentrionale a

nord est di Il Borgo ed evidenziano risentimenti sismici differenziati in funzione del tipo di substrato che rivestono; detti effetti sono di grado medio elevato dove sono presenti materiali argillitici – brecce argillose rivestiti da depositi di elevato spessore di 10/15 m, mostrano principalmente grado di pericolosità medio quando coprono alternanze arenacee – arenaceo pelitiche – marnoso calcaree.

Analogo comportamento sismico a pericolosità sismica prevalentemente media denotano i depositi alluvionali localizzati nelle fasce adiacenti al F. Secchia tra Mandreoli – Lugo – Muraglione, T. Tresinaro tra Zoccadello – Casone Tresinaro, M.no del Comune – confine nord est, C. Vernara – M.no Costi – Osteria Vecchia – confine nord est, tratto settentrionale di Rio delle Viole, T. Lucenta circa da incrocio Via Sarzana/Via Magliatica a Sassogattone dove nell’omonima zona Industriale assumono gli spessori relativi maggiori.

Le forme che possono influenzare il moto sismico sono sostanzialmente riconducibili a creste e orli di scarpata con altezze maggiori di 20 m, che caratterizzano fasce allungate in direzione sud sudovest – nord nordest quali quelle Capoluogo – Montecchio – Castello di Baiso – Cassinago – M. Lusina, Casino – Levizzano ed ovest est le principali delle quali si rinvencono nell’area Vronchi – Il Bosco, Cà del Monte, nord di Castagneto, zona sud est di Guilghella, Monte S. Cassiano.

15.3 CARTA DELLE FREQUENZE NATURALI DEL TERRENO

Per determinare le caratteristiche dinamiche e trarre indicazioni sulle proprietà meccaniche dei tipi litologici che formano il sottosuolo delle zone sede delle aree urbanizzate e di prevedibile sviluppo/completamento, principali infrastrutture sono state effettuate:

- 36 prospezioni geofisiche a rifrazione passiva/attiva, con antenna monodimensionale, (ReMi/MASW) con lunghezza di stendimento di 46-69 m;
- 37 Verticali a stazione singola con acquisizione di microtremiti (HVSR).

Dette indagini geofisiche eseguite sono state integrate da quelle precedentemente effettuate dallo scrivente: 20 profili in tomografia a rifrazione sismica 2D, e da 6 prospezioni geofisiche a rifrazione attiva MASW, 120 punti di indagini geognostiche già realizzate da AA.VV. generalmente ubicate 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, le analoghe caratteristiche del substrato roccioso.

Nel contesto delle indagini effettuate, relativamente alle analisi di approfondimento di primo livello, sono risultate significativamente efficaci le verticali con acquisizione di microtremiti a stazione singola: HVSR. I dati ottenuti dalle elaborazioni di queste ultime consentono 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 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	$A < 2,5$
$5 < F_0 \leq 8$ Hz	$2,5 < A \leq 3,0$
$8 < F_0 \leq 10$ Hz	$3,0 < A \leq 5,0$
$10 < F_0 \leq 15$ Hz	$A \geq 5$
$15 < F_0 \leq 20$ Hz	
$F_0 \geq 20$ Hz	

Dette associazioni sono state riportate nella “Carta delle Frequenze Naturali del Terreno” (Tav. 1.4 nord – sud); 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 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 gradi 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:
 - Litozone arenaceo pelitiche – calcareo marnose (MCS–MOV–MOH) sono principalmente contraddistinte da $F_0 > 8$ Hz in assetto dritto e da $F_0 = 3 \div 5$ Hz in posizione rovesciata; nella zona dove sono fratturate $F_0 = 4 \div 5$ Hz; i valori di frequenza relativi maggiori ($F_0 > 10$) caratterizzano il settore centrosettentrionale del Capoluogo – Montecchio nord, Il Borgo – M.no Costi, Castelvecchio – La Villa, mentre quelli relativi inferiori $F_0 < 5$ Hz si riscontrano prevalentemente nella parte meridionali del territorio.
 - Litozone argillitiche (MVR – VRO – AVI – AVV – SCB – APA) sono principalmente caratterizzate da valori $F_0 = 4 \div 6$ Hz.
- Successione Epiligure:
 - Litozone arenacee ad alternanze arenaceo pelitiche (PAT – RAN2, 2a – RAN3, 3c) sono prevalentemente contraddistinte da $F_0 > 8$ Hz ad eccezione

di LOI con $F_0 = 3$ Hz che in territorio di Baiso è contraddistinto da medio elevato grado di fratturazione.

- Litozone argilloso – argillitiche (MMP – BAI – BAI4 – BAIfe) sono generalmente caratterizzate da $F_0 = 3 \div 5$ Hz.

- Depositi di versante, sono in genere contraddistinti da:
 - $F_0 > 7$ Hz quando rivestono le alternanze arenaceo pelitiche – calcareo marnose in assetto dritto
 - da $F_0 = 3 \div 5$ Hz nelle aree con dette alternanze in prospezione rovesciata
 - $F_0 \div 2 \div 4$ Hz nei settori in cui coprono litozone argillitiche argillose
 - $F_0 = 2 \div 4$ Hz per i depositi eolici su argilliti.
- Depositi alluvionali:
 - $F_0 > 8$ Hz dove coprono le alternanze arenacee – arenaceo pelitiche della Formazione di Ranzano
 - $F_0 = 3 \div 5$ Hz nelle aree che rivestono MOH; $F_0 = 2 \div 4$ Hz su MOV
 - $F_0 = 1 \div 3$ Hz su substrati argillitici
 - $F_0 = 5 \div 6$ Hz dove coprono SCB/APA.

- Zone fratturate, interessano litozone sia arenitiche che ad alternanze arenaceo pelitiche e marnoso pelitiche ed argillitiche – prevalentemente pelitiche, sono in genere caratterizzate da frequenze comprese tra $F_0 = 1/2 \div 4$ Hz.

15.4 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 630/2019 – DGR 1238/2020, 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, e prospezioni MASW già effettuate da AA.VV. 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, alle sopraccitate prospezioni, 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 2019, 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 117/2012.

La delimitazione delle aree a diverse caratteristiche litotecniche è stata redatta in base alla Carta Geologica Regione Emilia Romagna in scala 1:10.000, aggiornata al 2019 per le zone di frana in atto e non in evoluzione, depositi di versante, alle prospezioni geofisiche con metodo sismico a rifrazione e microtremori ed indagini geognostiche; tali dati hanno consentito di individuare presenze di coperture con spessori mediamente variabili tra 7/10 m localmente di 12/15 m: depositi eolici, di orizzonti detensionati/fratturati con spessori prevalentemente di 18/30 m ed a zone di 45 m.

Dette documentazioni hanno comportato localizzate 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/o dei primi 30 m del sottosuolo, si è attuata in riferimento alle verticali sismiche, direttamente eseguite dello scrivente nel contesto del presente studio ed a quelle effettuate nelle 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 - geomorfologica e grado di fratturazione delle equivalenti rocce presenti nel territorio di Baiso; 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 630/2019).

In funzione di quanto esposto, nel territorio di Baiso, 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 a comportamento rigido, spessore coperture $< 3/5$ m o detensionato < 10 m, contraddistinte da velocità $V_s > 800$ m/sec (PAT) sono state localmente riscontrate nella zona settentrionale del territorio comunale tra Montecchio e Cassinago.

Formazioni con substrato a comportamento non rigido ma caratterizzate da velocità di propagazione delle onde di taglio relativamente elevata $V_s = 600 \div 700$ m/sec nei primi 5/10 m del sottosuolo (RAN2 - Ran3c - RAN3 - MOH - MOV) contraddistinguono la parte nord del capoluogo - Montecchio, l'area di Osteria Vecchia, il territorio a meridione dell'allineamento l'Olmo - Cagnone nelle zone dove MOH e MOV presentano assetto dritto.

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, le fasce delle principali infrastrutture, al fine di classificare tali aree nelle categorie previste al art. 3.1.1.4 della D.G.R. 630/2019, suddividendole in:

Zone stabili

Zone suscettibili di amplificazione locali

Zone suscettibili di instabilità

- **Zone stabili:** sono presenti nella zona settentrionale del territorio di Baiso nella parte settentrionale di Montecchio e nella fascia estesa in direzione nord est da quest'ultima ad ovest di C. Bedecchi, caratterizzate 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 con spessori 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 A1 della DGR 630/2019.
- **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: $Z_{A_{FR}} 30xy2017 - 30xy2018 - 30xy2019 - 30xy2020$ di legenda, aree con spessore delle coperture e profondità del substrato pronunciatamente 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 nel secondo caso.

ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI**2001 - 2007 - Aree con substrato subaffiorante con $V_s < 800$ m/sec e con locali zone potenzialmente soggette ad amplificazione topografica: zone da 2001 a 2007;**

effetti attesi: amplificazione per effetti della stratigrafica;

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

microzonazione sismica: secondo livello di approfondimento;

2008 - 2010 - Aree stabili con presenza di depositi detritici: zone da 2008 a 2010;

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 $> 15^\circ$.

2011 - 2014 - Aree stabili con presenza di depositi eolici;

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 $> 15^\circ$.

2012-2013-2015 - Aree con presenza di depositi alluvionali/di conoide;

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.

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 $V_{s30} > 800$ m/s, è richiesta la sola valutazione del coefficiente di amplificazione dovuto alle caratteristiche topografiche; in caso $V_{s30} < 800$ m/s è richiesta la valutazione del coefficiente di amplificazione dovuto sia alle caratteristiche litologiche che a quelle topografiche;

microzonazione sismica: 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 a punto A2. 2 dell'allegato A2 della DGR 630/2019.

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 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 ed a pronunciata 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 1:10.000) 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.

ZONA 1022					
m	Litologia	Descrizione	Grado di consistenza		Vs (m/sec)
0	MH	Limi - limi sabbioso argillosi contenenti clasti lapidei	Poco consistente	25	170/220
5	GR	Areniti nelle quali la stratificazione non influisce sulle caratteristiche di resistenza dell'ammasso roccioso, a grado di fratturazione relativo medio basso - basso	Molto consistente	22	600/650
10	GR	Areniti nelle quali la stratificazione non influisce di resistenza dell'ammasso roccioso, a grado di fratturazione relativo molto basso	Molto consistente	22	800/850
15	GR	Areniti nelle quali la stratificazione non influisce di resistenza dell'ammasso roccioso, a grado di fratturazione relativo molto basso	Molto consistente	22	830/900
20	GR	Areniti nelle quali la stratificazione non influisce di resistenza dell'ammasso roccioso, a grado di fratturazione molto basso	Molto consistente	22	830/900
25	GR	Areniti nelle quali la stratificazione non influisce di resistenza dell'ammasso roccioso, a grado di fratturazione molto basso	Molto consistente	22	830/900
30	GR	Areniti nelle quali la stratificazione non influisce di resistenza dell'ammasso roccioso, a grado di fratturazione molto basso	Molto consistente	22	830/900
35	GR	Areniti nelle quali la stratificazione non influisce di resistenza dell'ammasso roccioso, a grado di fratturazione molto basso	Molto consistente	22	830/900
40	GR	Areniti nelle quali la stratificazione non influisce di resistenza dell'ammasso roccioso, a grado di fratturazione molto basso	Molto consistente	22	830/900
45	GR	Areniti nelle quali la stratificazione non influisce di resistenza dell'ammasso roccioso, a grado di fratturazione molto basso	Molto consistente	22	830/900
50	GR	Areniti nelle quali la stratificazione non influisce di resistenza dell'ammasso roccioso, a grado di fratturazione molto basso	Molto consistente	22	830/900

1022 (ZS1 - SR1) - Depositi eluvio colluviali, di modesto spessore (2-3 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, a comportamento rigido a profondità sottostanti -10 m con Vs > 800 m/sec, Vs ≥ 600 m/sec nei primi 10 m pc (PAT).

effetti attesi: potenziale amplificazione per effetti della topografia.

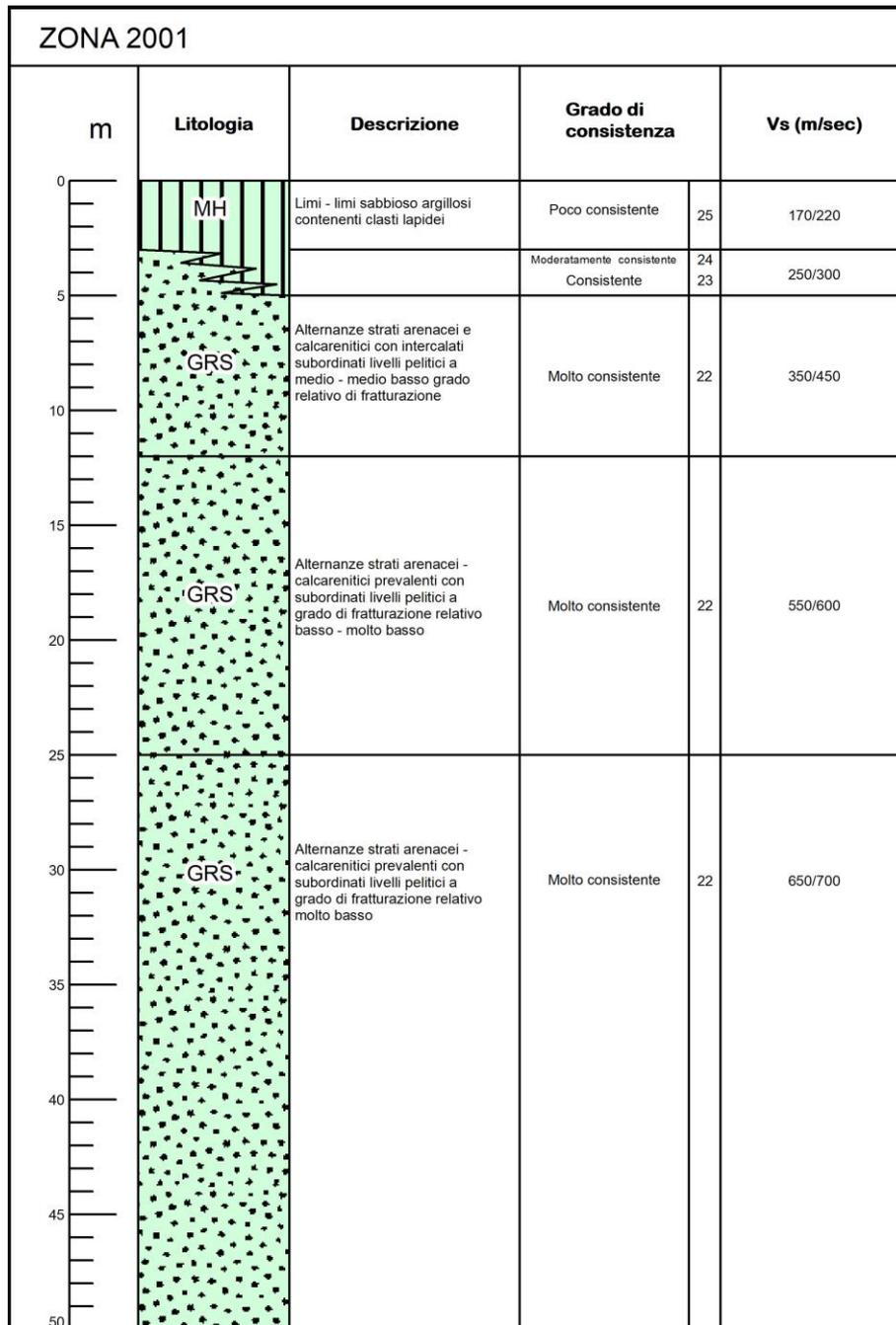
studi richiesti: indagini per caratterizzazione del Vs30.

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

FH 0,1,0 - 0,5 sec: 1,0 - 1,04

FH 0,5 - 1,0 sec: 1,0 - 1,04



2001 - 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 intercalati in netto subordine sottili strati pelitici, a medio basso grado di fratturazione sino a -10 m pc, stratificato, rapporto lapidei/pelite $L/P > 3$; substrato a comportamento non rigido: $V_s > 600 / 700$ m/sec. (RAN2a – RAN3c).

effetti attesi: assenza di potenziali effetti locali.

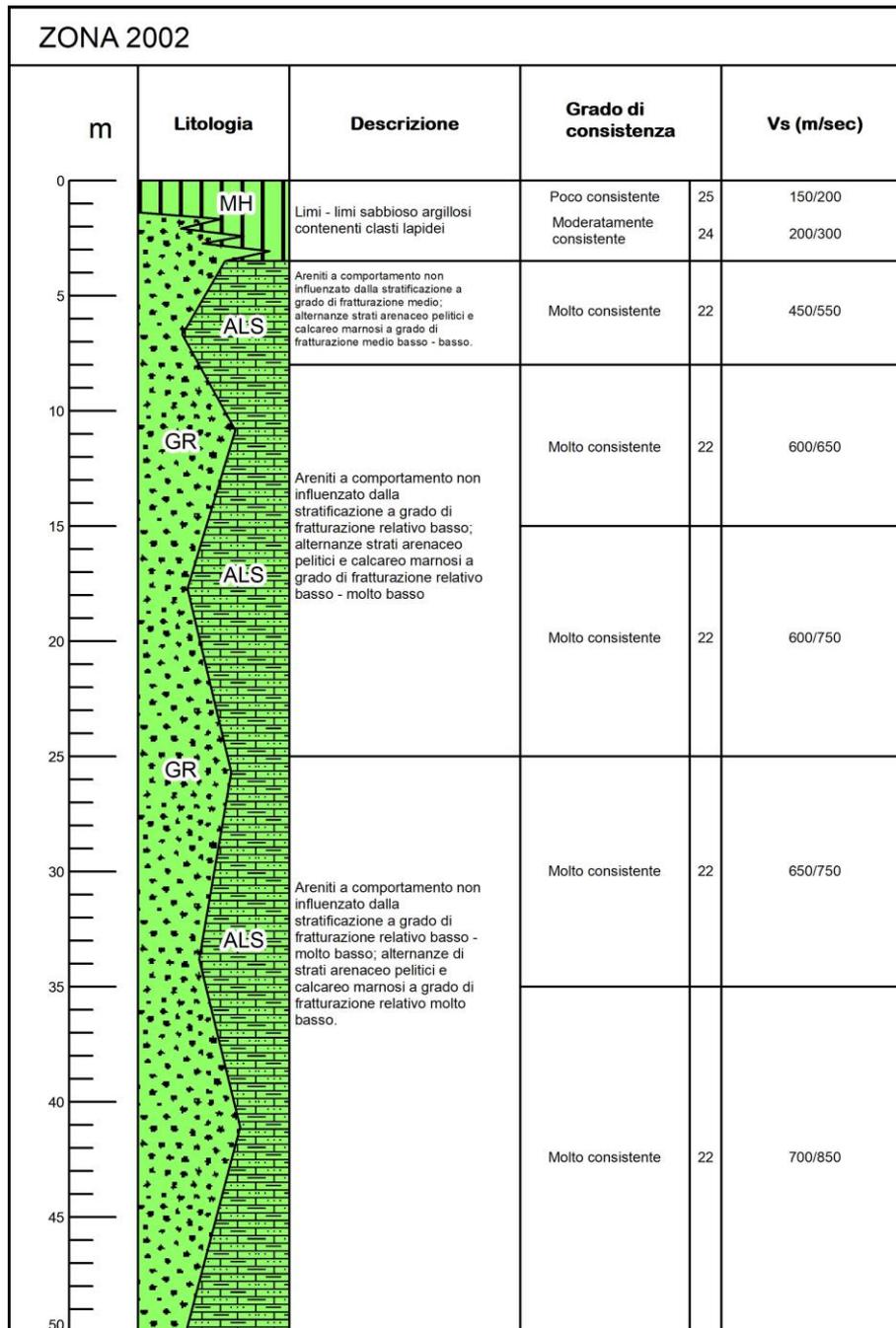
studi richiesti: indagini per caratterizzazione del V_{S30} .

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

FA.PGA: 1,5 - 1,6

FH 0,1,0 - 0,5 sec: 1,5 - 1,6

FH 0,5 - 1,0 sec: 1,3 - 1,4



2002 - Depositi eluvio colluviali argilloso limoso sabbiosi contenenti clasti lapidei a granulometria ghiaiosa, di modesto spessore (2-3 m) su substrato arenitico con stratificazione che non influenza le caratteristiche di resistenza all'ammasso roccioso a comportamento rigido, a profondità sottostanti - 10 m pc Vs > 800 m/sec. e su substrato ad alternanze di strati arenacei - calcarenitici - calcilutitici con intercalati livelli pelitici, rapporto lapidei/pelitici $3 > L/P > 1/3$, stratificato a medio basso - basso grado di fratturazione sino a -6 m seguite da materiali a medio elevata consistenza e medio basso - basso grado di fratturazione; substrato a comportamento non rigido: Vs = 600/750 m/sec; (PAT - MOV - MOH).

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

FH 0,1 - 0,5 sec: 1,3 - 1,4

FH 0,5 - 1,0 sec: 1,3 - 1,4

ZONA 2003					
m	Litologia	Descrizione	Grado di consistenza		Vs (m/sec)
0	MH	Limi - limi sabbiosi argillosi contenenti clasti lapidei	Poco consistente	25	130/170
			Moderatamente consistente	24	170/250
5	ALS	Alternanze strati arenaceo pelitici e calcareo marnosi grado di fratturazione relativo medio - medio basso	Consistente	23	300/350
10	ALS	Alternanze strati arenaceo pelitici e calcareo marnosi a grado di fratturazione medio basso - medio	Molto consistente	22	400/500 450/550/600
15	ALS	Alternanze arenaceo pelitiche e calcareo marnose a grado di fratturazione relativo basso - molto basso	Molto consistente	22	500/650
20	ALS				
30	ALS	Alternanze arenaceo pelitiche e calcareo marnose a grado di fratturazione relativo molto basso	Molto consistente	22	550/680
35	ALS				
40	ALS				
45	ALS				
50	ALS				

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 - calcareo marnosi con intercalati livelli pelitici, rapporto lapidei/pelitici $3 > L/P > 1/3$, stratificato, a medio basso grado di fratturazione sino a -8/-15 m pc e successivamente a medio elevata consistenza e basso grado di fratturazione; substrato a comportamento non rigido: Vs = 500/700 m/sec (RAN2 - RAN3 - MOH - MOV - MCS).

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

FH 0,1 - 0,5 sec: 1,5 - 1,6

FH 0,5 - 1,0 sec: 1,3 - 1,4

ZONA 2004					
m	Litologia	Descrizione	Grado di consistenza		Vs (m/sec)
0	ML	Limi - limi sabbioso argilloso sabbiosi con presenza poco diffusa di clasti litici	Poco consistente	25	160/220
			Moderatamente consistente	24	
5	COS	Marne silicee sottilmente stratificate; argille marnose - marne a stratificazione mal distinta a grado di fratturazione medio - medio basso	Consistente	23	250/350
10	COS	Marne silicee sottilmente stratificate, argille marnose marne a stratificazione mal distinta a grado di fratturazione relativo medio basso	Molto consistente	22	350/400
20	COS	Marne silicee - argille marnose a stratificazione mal distinta a grado di di fratturazione relativo medio basso - basso	Molto consistente	22	400/550
30	COS	Marne silicee - marne e argille marnose a stratificazione mal distinta a grado di fratturazione relativo basso - molto basso	Molto consistente	22	550/650
45	COS	Marne silicee e marne - marne argillose a stratificazione mal distinta a grado di fratturazione relativo molto basso	Molto consistente	22	600/800

2004 - Depositi eluvio colluviali di modesto spessore (<3/4 m) limoso argilloso – limoso sabbioso argilloso, su substrato argilloso marnoso – marnoso argilloso, stratificato o grossolanamente stratificato, a medio – medio basso grado di fratturazione sino a -10/-15 m pc e medio bassa – bassa fratturazione e medio elevata consistenza alle quote sottostanti; substrato a comportamento non rigido: Vs = 500/650/700 m/sec (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: 1,5 - 1,6

FH 0,1 - 0,5 sec: 1,5 - 1,6

FH 0,5 - 1,0 sec: 1,3 - 1,4

ZONA 2005					
m	Litologia	Descrizione	Grado di consistenza		Vs (m/sec)
0	ML	Limi - limi argilloso sabbiosi con rada presenza di piccoli clasti lapidei	Poco consistente	25	150/220
			Moderatamente consistente	24	
5	CO	Argille - argilliti, breccie argillose, argilliti con intercalati radi sottili strati calcarei - arenitici a grado di fratturazione relativo medio	Consistente	23	300/350
10	CO	Argille - argilliti, breccie argillose, argilliti con radi sottili strati arenitici - calcarei a grado di fratturazione relativo medio basso	Consistente	23	400/450
15	CO	Argille - argilliti, breccie argillose, argilliti con radi strati arenitici - calcarei a grado di fratturazione relativo medio basso - basso	Molto consistente	22	420/500
20	CO	Argille - argilliti, breccie argillose, argilliti con radi strati arenitici - calcarei a grado di fratturazione relativo medio basso - basso	Molto consistente	22	500/600
25	CO	Argille - argilliti, breccie argillose, argilliti con radi strati arenitici - calcarei a grado di fratturazione relativo medio basso - basso	Molto consistente	22	600/700
30	CO	Argille - argilliti, breccie argillose, argilliti con radi sottili strati arenitici - calcarei a grado di fratturazione relativo basso	Molto consistente	22	600/700
35	CO	Argille - argilliti, breccie argillose, argilliti con radi sottili strati arenitici - calcarei a grado di fratturazione relativo basso	Molto consistente	22	600/700
40	CO	Argille - argilliti, breccie argillose, argilliti con radi sottili strati arenitici - calcarei a grado di fratturazione relativo basso	Molto consistente	22	600/700
45	CO	Argille - argilliti, breccie argillose, argilliti con radi sottili strati arenitici - calcarei a grado di fratturazione relativo basso	Molto consistente	22	600/700
50	CO	Argille - argilliti, breccie argillose, argilliti con radi sottili strati arenitici - calcarei a grado di fratturazione relativo basso	Molto consistente	22	600/700

2005 - Depositi eluvio colluviali, argilloso limosi – limoso argillosi di modesto spessore (<3/4 m) su substrato argilloso – argillitico intensamente piegato e fratturato, a breccie argillose o fitte alternanze prevalentemente pelitiche con intercalati sottili strati arenitici – calcarenitici in netto subordinate: L/P <1, a medio grado di fratturazione sino a -8 m pc e medio basso sino a -15/-20 m pc, basso grado e molto consistente alle profondità sottostanti, a comportamento principalmente coesivo; substrato a comportamento non rigido: Vs < 600/700 m/sec (MMP – BAI – BAI4 – BAIfe – MVRb, c, d – VRO – AVI – AVV – SCB - APA).

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

FH 0,1 - 0,5 sec: 1,5 – 1,6

FH 0,5 - 1,0 sec: 1,5 – 1,6

ZONA 2006					
m	Litologia	Descrizione	Grado di consistenza		Vs (m/sec)
0	MH	Limi - limi sabbiosi argillosi contenenti clasti lapidei	Poco consistente	25	200
			Moderatamente consistente	24	
5	ALS	Alternanze di strati arenacei poco cementati e pellici a grado di fratturazione relativo medio	Consistente		300/350
10					
15	ALS	Alternanze di strati arenacei poco cementati e pellici a grado di fratturazione relativo medio - medio basso	Molto consistente		370/400
20					
25					
30					
35					
40					
45	ALS	Alternanze di strati arenitici poco cementati e pellici a grado di fratturazione relativo basso	Molto consistente		550/600
50					

2006 - Depositi eluvio colluviali argilloso limoso sabbiosi contenenti clasti lapidei a granulometria ghiaiosa, di modesto spessore (3 - 4 m) su substrato ad alternanze di strati arenacei poco cementati con rade intercalazioni di livelli pelitici, stratificato, a medio elevato grado di fratturazione sino a -12 m pc seguite da materiali a medio grado di fratturazione sino a -45 m pc e basso grado alle profondità sottostanti; substrato a comportamento non rigido: Vs < 400/500 m/sec (LOI).

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

FH 0,1 - 0,5 sec: 2,1 - 2,2

FH 0,5 - 1,0 sec: 1,9 - 2,0

ZONA 2007					
m	Litologia	Descrizione	Grado di consistenza		Vs (m/sec)
0	MH SFLP	Limi - limi sabbioso argillosi con clasti lapidei	moderatamente consistente	24	220/250
5	LP	Brecce ofiolitiche non stratificate a grado di fratturazione relativo medio basso	consistente	23	400/450
10	LP	Brecce ofiolitiche non stratificate a grado di fratturazione relativo basso	molto consistente	22	600/650
15	LP	Brecce ofiolitiche non stratificate a grado di fratturazione relativo basso	molto consistente	22	600/650
20	LP	Brecce ofiolitiche non stratificate a grado di fratturazione relativo basso	molto consistente	22	600/650
25	LP	Brecce ofiolitiche non stratificate a grado di fratturazione relativo basso	molto consistente	22	600/650
30	LP	Brecce ofiolitiche non stratificate a grado di fratturazione relativo basso - molto basso	molto consistente	22	650/700
35	LP	Brecce ofiolitiche non stratificate a grado di fratturazione relativo basso - molto basso	molto consistente	22	650/700
40	LP	Brecce ofiolitiche non stratificate a grado di fratturazione relativo basso - molto basso	molto consistente	22	650/700
45	LP	Brecce ofiolitiche non stratificate a grado di fratturazione relativo basso - molto basso	molto consistente	22	650/700
50	LP	Brecce ofiolitiche non stratificate a grado di fratturazione relativo basso - molto basso	molto consistente	22	650/700

2007 - Depositi eluvio colluviali limoso argilloso sabbiosi contenenti clasti ghiaiosi in presenza moderatamente diffusa, di modesto spessore (2-5 m), su substrato lapideo (brecce ofiolitiche) 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.

Effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche.

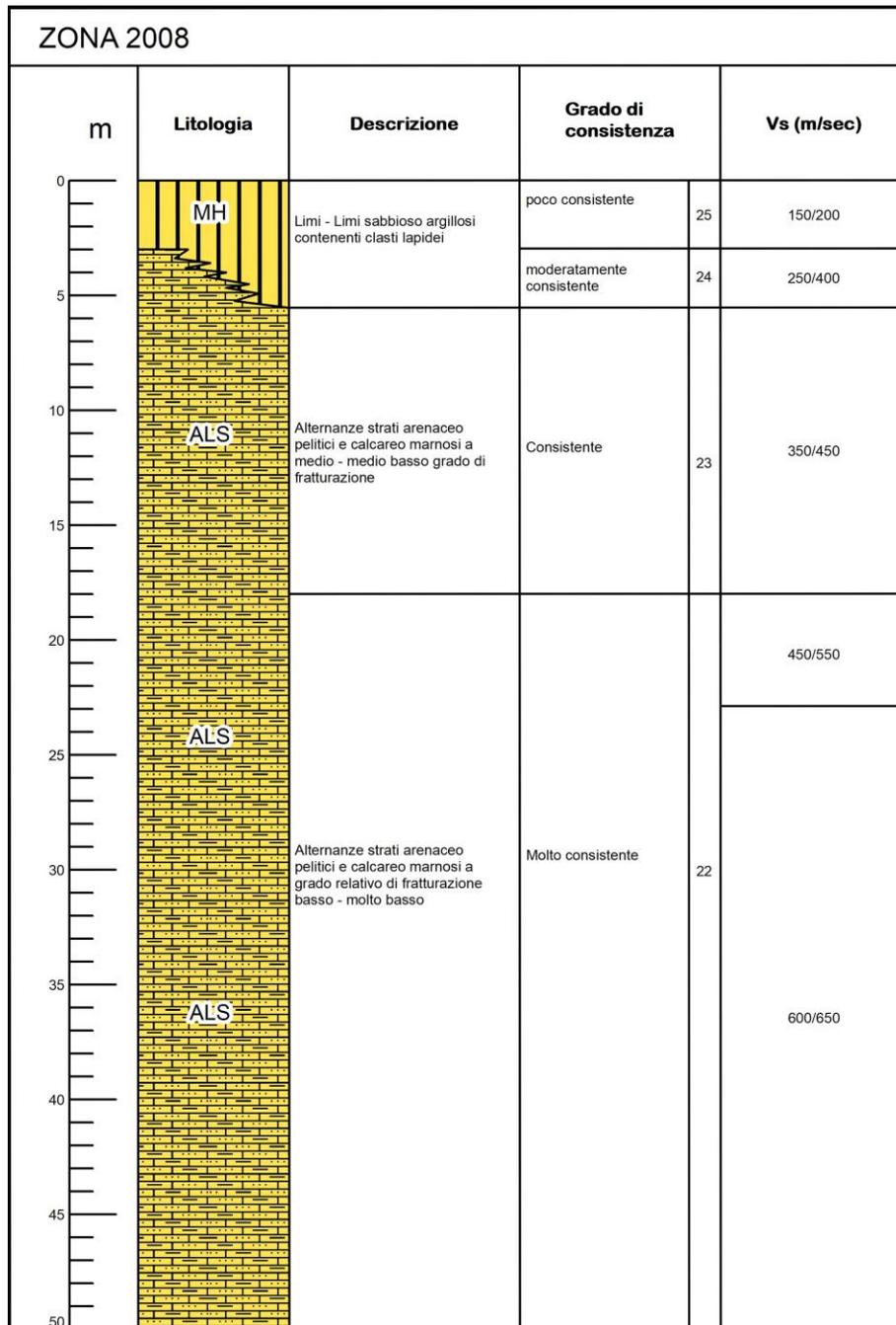
Studi richiesti: valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafico.

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

FA.PGA: 1,7 - 1,8

FH 0,1 - 0,5 sec: 1,5 - 1,6

FH 0,5 - 1,0 sec: 1,3 - 1,4



2008 - Depositi eluvio colluviali argilloso limoso sabbiosi contenenti clasti lapidei a granulometria ghiaiosa da -4 a -6 m pc su substrato ad alternanze arenacee – arenaceo pelitiche rapporto lapidei/peliti: $3 > L/P > 1/3$, e substrato ad alternanze calcareo marnose stratificato, a medio – medio basso grado di fratturazione sino a -20 m pc, seguito da materiali ad elevata consistenza e grado di fratturazione basso – molto basso; substrato a comportamento non rigido: Vs < 600/700 m/sec (PAT – RAN2 – MOH – MOV – MCS)

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

FH 0,1 - 0,5 sec: 1,5 – 1,6

FH 0,5 - 1,0 sec: 1,6 – 1,4

ZONA 2009					
m	Litologia	Descrizione	Grado di consistenza		Vs (m/sec)
0	MH	Limi - limi argilloso sabbiosi con clasti litici	poco consistente	25	120/180
5					
10					
15	CO	Alternanze di strati arenitici - calcarenitici e livelli pelitici - pelitico marnosi a grado di fratturazione relativo medio - medio basso; argilliti ed argille siltose in sottili alternanze a luoghi contenenti sottili strati di arenarie fini	molto consistente	22	450/550
20					
25					
30					500/550
35	CO	Alternanze di strati arenitici - calcarenitici e livelli pelitici - pelitico marnosi grado relativo di fratturazione medio basso; argilliti ed argille siltose, alternanze arenitiche - calcarenitiche e pelitiche - pelitico marnose a grado di fratturazione	molto consistente	22	550/600
40					
45					
50					

2009 - Depositi eluvio colluviali limoso argilloso sabbiosi contenenti clasti litici a granulometria ghiaiosa in presenza poco diffusa sino a -6/-8 m ed a zone con presenza mediamente diffusa da -5 a -12 m pc, su substrato argilloso - argillitico - a breccie argillose ed arenaceo pelitico con prevalenza delle peliti, rapporto lapidei/pelitici: L/P<1, a grado di fratturazione medio - medio elevato da -5 a -12 m pc; substrato a comportamento non rigido: Vs<500/550 m /sec sino a -25/-30 m pc, Vs = 550/600 m/sec alle profondità sottostanti (MMP - BAI - BAI4 - BAIfe - MVR b-c-d - VRO - AVI - AVV - SCB - APA)

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

FH 0,1 - 0,5 sec: 1,9 - 2,0

FH 0,5 - 1,0 sec: 1,5 - 1,6

ZONA 2010					
m	Litologia	Descrizione	Grado di consistenza		Vs (m/sec)
0 - 5	ML	Limi argillosi - sabbie fini limose	Poco consistente	25	130/160
5 - 11	MH	Limi - limi sabbioso argillosi contenenti clasti lapidei	moderatamente consistente	24	230/270
11 - 20	ALS CO/ COS	Argille - argilliti ed alternanze prevalentemente argillitico siltose con intercalati subordinati sottili strati arenitici alternanze arenaceo pelitiche e calcareo marnose a grado di fratturazione relativo medio elevato - medio	molto consistente	22	270/350
20 - 38	ALS CO/ COS	Alternanze strati arenaceo pelitiche e calcareo marnose; argille - argilliti alternanze arenaceo pelitiche con prevalenza delle peliti, a grado di fratturazione basso - molto basso.	molto consistente	22	500/600
38 - 45	ALS CO/ COS	Alternanze arenaceo - pelitiche e calcareo marnose; argille - argilliti; alternanze arenaceo pelitiche con prevalenza delle peliti a grado di fratturazione relativo molto basso	molto consistente	22	5500/650

2010 - Depositi eluvio colluviali limoso, argilloso, sabbiosi contenenti clasti litici a granulometria ghiaiosa in presenza poco diffusa sino a -5 m pc, a zone con presenza mediante diffusa da -5 a -11 m pc, su substrato argilloso - argillitico - a brecce argillose - pelitico arenaceo prevalentemente pelitico e substrato ad alternanze arenaceo pelitiche e marnoso calcareo con rapporto lapidei/pelitici: $3 > L/P > 1/3$; a grado di fratturazione elevato - medio elevato da -11 a -20 m pc e basso - molto basso alle profondità sottostanti; substrato a comportamento non rigido: $V_s < 500/600$ m/sec sino a -20 m pc localmente sino a -40 m pc, $V_s = 550/650$ m/sec alle profondità sottostanti (MOH - MOV - MCS - LOI - AVV - SCB - APA)

Effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche.

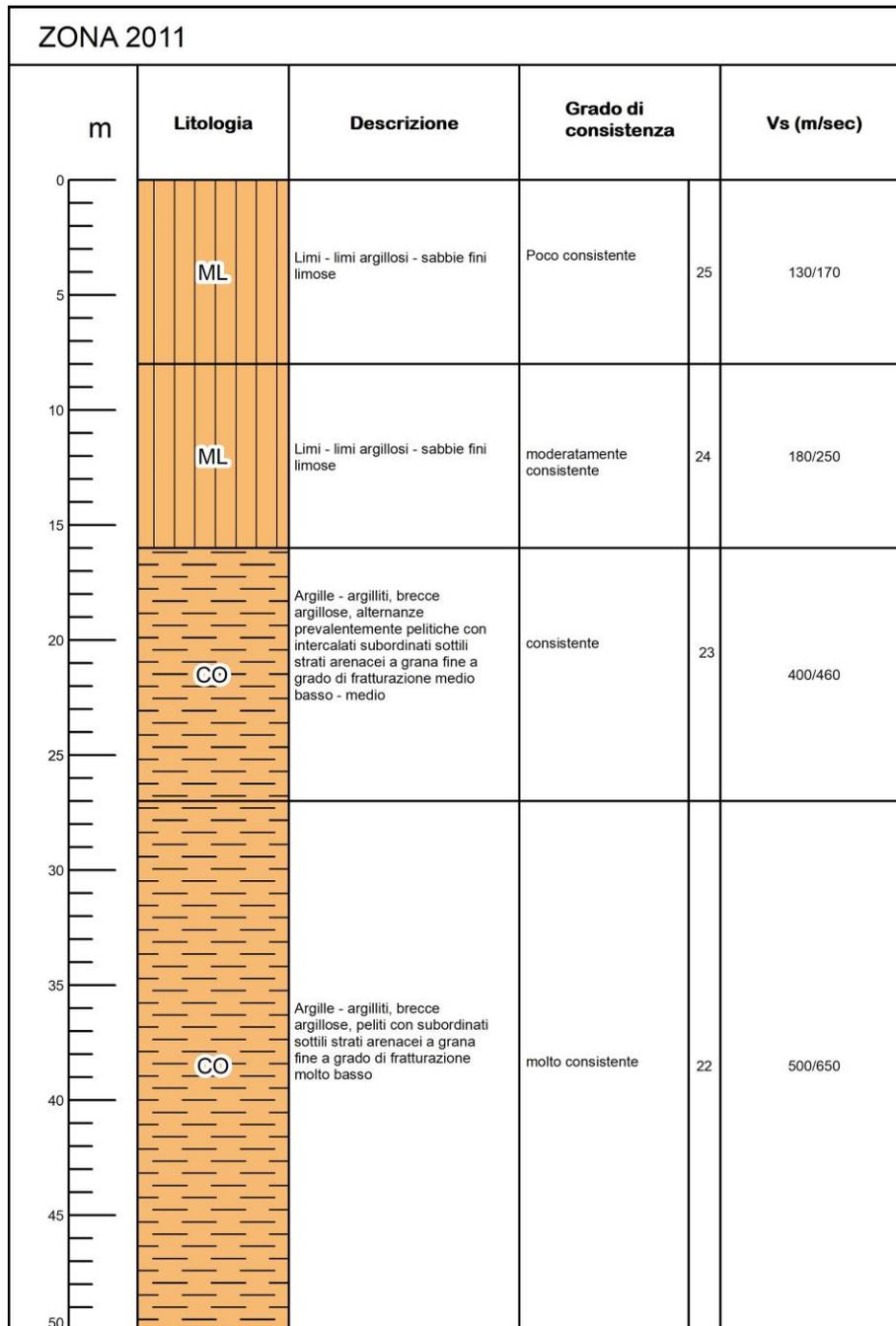
Studi richiesti: valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafico.

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

FH 0,1 - 0,5 sec: 2,3 - 2,4

FH 0,5 - 1,0 sec: 1,7 - 1,8



2011 - Depositi eolici limosi – limoso argilloso sabbiosi, su substrato argilloso – argillitico – a breccie argillose, a grado di fratturazione medio – medio basso sino a -25 m pc e basso – molto basso alle profondità sottostanti; substrato a comportamento non rigido: Vs < 550/650 m /sec (AVV-BAI4).

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

FH 0,1 - 0,5 sec: 2,3 – 2,4

FH 0,5 - 1,0 sec: 1,7 – 1,8

ZONA 2012					
m	Litologia	Descrizione	Grado di consistenza		Vs (m/sec)
0	GP GW	Ghiaie - ghiaie sabbiose a granulometria ben assortita - poco assortita	Poco addensato	13	100/220
5	GP GW	Ghiaie - ghiaie sabbiose a granulometria ben assortita - poco assortita	Moderatamente addensato	12	250/300
10	GP GW	Ghiaie - ghiaie sabbiose a granulometria ben assortita - poco assortita	Addensato	11	300/4550
15	ALS	Alternanze strati arenacei - arenaceo pelitiche - calcareo marnose, a grado di fratturazione relativo medio basso - basso	Molto consistente	22	550/600
25	ALS	Alternanze arenacee - arenaceo pelitiche e calcareo marnose grado di fratturazione relativo basso	Molto consistente	22	600/700
30	ALS	Alternanze arenacee - arenaceo pelitiche e calcareo marnose a grado di fratturazione relativo molto basso	Molto consistente	22	650/850
35	ALS				
40	ALS				
45	ALS				
50	ALS				

2012 - Depositi alluvionali ghiaiosi – ghiaioso sabbiosi a granulometria ben assortita – poco assortita, addensati, con spessori di 7/8 – 15/25 m, su substrato arenaceo – arenaceo – pelitico – calcareo marnoso, rapporto lapidei/pelitici: $3 > L/P > 1/3$ e $L/P > 3$, ad elevata consistenza; substrato a comportamento non rigido: Vs < 600/750 m/sec (RAN2 – RAN2a – RAN3 – RAN3c – MOH – MOV)

Effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche.

Studi richiesti: valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafico.

Microzonazione sismica: approfondimenti di II° livello; nei casi di orli di scarpata con $h > 15m$ valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

FA.PGA: 1,5 – 1,6

FH 0,1 - 0,5 sec: 1,5 – 1,6

FH 0,5 - 1,0 sec: 1,3 – 1,4

ZONA 2013					
m	Litologia	Descrizione	Grado di consistenza		Vs (m/sec)
0	GP GW	Ghiaie - ghiaie sabbiose a granulometria ben assortita - poco assortita	Moderatamente addensato	12	200/300
5	GP GW	Ghiaie - ghiaie sabbiose a granulometria ben assortita - poco assortita	Addensato	11	300/450
10	CO COS GP	Ghiaie - ghiaie sabbiose a granulometria ben assortita - poco assortita	Addensato	11	400/450
15	GP	Argille - argilliti - berce argillose ed alternanze prevalentemente pelitiche con intercalati subordinati strati arenacei a grana medio fine a grado di fratturazione medio basso - basso	Molto consistente	22	600/650
25	CO COS	Argille - argilliti - breccie argillose e prevalenti peliti con subordinati sottili strati arenacei a grana fine, a grado di fratturazione relativo basso	Molto consistente	22	650/700
35		Argille - argilliti - breccie argillose prevalentemente peliti con sottili strati arenacei a grado di fratturazione relativo basso - molto basso	Molto consistente	22	670/750
40					
45					
50					

2013 - Depositi alluvionali ghiaiosi – ghiaioso sabbiosi a granulometria ben assortita – poco assortita, addensati, con spessori di 8 – 15/25 m, su substrato argilloso – argillitico ad alternanze pelitico arenacee prevalentemente pelitiche a grado di fratturazione medio basso – basso sino a -25 m pc e molto basso alle profondità sottostanti, a medio elevata – elevata consistenza; substrato a comportamento non rigido: Vs < 650/700 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 orli di scarpata con h>15m valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

FA.PGA: 1,7 – 1,8

FH 0,1 - 0,5 sec: 1,7 – 1,8

FH 0,5 - 1,0 sec: 1,3 – 1,4

ZONA 2014					
m	Litologia	Descrizione	Grado di consistenza		Vs (m/sec)
0 - 5	ML	Limi - limi argillosi - sabbie fini limose	Poco consistente	25	150/170
5 - 15	ML	Limi - limi argillosi - sabbie fini limose	Moderatamente consistente	24	180/270
15 - 30	CO ALS	Argille - argilliti, breccie argillose, alternanze prevalentemente pelitiche con intercalati subordinati sottili strati arenacei a grana fine a grado di fratturazione medio; alternanze strati calcareo - marnosi e arenaceo pelitiche a grado di fratturazione medio	consistente	23	370/430
30 - 40	CO ALS	Argille - argilliti, breccie argillose peliti con subordinati sottili strati arenacei a grana fine a grado di fratturazione medio basso - basso; alternanze calcareo marnose e arenaceo pelitiche a grado di fratturazione medio - medio basso	Molto consistente	22	450/500
40 - 50	CO ALS	Argille - argilliti, breccie argillose, peliti con subordinati sottili strati arenacei a grado di fratturazione basso - molto basso; alternanze calcareo marnose e arenaceo pelitiche a grado di fratturazione basso - molto basso	Molto consistente	22	500/630

2014 - Depositi eolici limosi – limoso argilloso sabbiosi, su substrato argilloso – argillitico – breccie argillose e substrato ad alternanze di strati arenaceo pelitici e calcareo marnosi con rapporto lapidei pelitici $3>L/P>1,3$, a grado di fratturazione medio – medio basso sino a -40 m pc e basso – molto basso alle profondità sottostanti; substrato a comportamento non rigido: Vs < 500/630 m /sec (AVV – BAI4 –MOH – MCS).

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° e/o orli di scarpata con h>15 m valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

FA.PGA: 2,1 – 2,2

FH 0,1 - 0,5 sec: 2,3 – 2,4

FH 0,5 - 1,0 sec: 1,7 – 1,8

ZONA 2015					
m	Litologia	Descrizione	Grado di consistenza		Vs (m/sec)
0	GM	Ghiaie limose - ghiaie sabbioso limoso argillose	Poco addensato	13	100/170
			Moderatamente addensato	12	200/300
5		Ghiaie limose - ghiaie sabbioso limoso argillose	Addensato	11	280/350
10		Alternanze strati arenacei - arenaceo pelitici a medio grado di fratturazione	Consistente	23	350/450
15			Molto consistente	22	500/600
20		Alternanze arenacee - arenaceo pelitiche a grado di fratturazione basso - molto basso	Molto consistente	22	550/650
25	ALS		Molto consistente	22	580/700
30		Alternanze arenacee - arenaceo pelitiche a grado di fratturazione consistente molto basso	Molto consistente	22	580/700
35			Molto consistente	22	580/700
40		Alternanze arenacee - arenaceo pelitiche a grado di fratturazione consistente molto basso	Molto consistente	22	580/700
45			Molto consistente	22	580/700
50		Alternanze arenacee - arenaceo pelitiche a grado di fratturazione consistente molto basso	Molto consistente	22	580/700

2015 - Depositi alluvionali sabbiosi limosi, a zone con limi argillosi, a granulometria poco assortita, addensati, con spessori di 5 – 10 m, su substrato ad alternanze arenacee – arenaceo pelitiche a basso grado di fratturazione sino a -15/-20 m pc e molto basso alle profondità sottostanti, molto consistente: 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 orli di scarpata con h>15 m valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

FA.PGA: 1,5 – 1,6

FH 0,1 - 0,5 sec: 1,5 – 1,6

FH 0,5 - 1,0 sec: 1,3 – 1,4

ZONA 2016					
m	Litologia	Descrizione	Grado di consistenza		Vs (m/sec)
0	MH	Limi - limi sabbioso argillosi contenenti clasti lapidei	Poco consistente	25	170/220
5	GR	Areniti nelle quali la stratificazione non influisce sulle caratteristiche di resistenza dell'ammasso roccioso, a grado di fratturazione relativo medio basso - basso	Molto consistente	22	600/650
10	GR	Areniti nelle quali la stratificazione non influisce di resistenza dell'ammasso roccioso, a grado di fratturazione relativo molto basso	Molto consistente	22	800/850
15	GR	Areniti nelle quali la stratificazione non influisce di resistenza dell'ammasso roccioso, a grado di fratturazione molto basso	Molto consistente	22	830/900
20	GR	Areniti nelle quali la stratificazione non influisce di resistenza dell'ammasso roccioso, a grado di fratturazione molto basso	Molto consistente	22	830/900
25	GR	Areniti nelle quali la stratificazione non influisce di resistenza dell'ammasso roccioso, a grado di fratturazione molto basso	Molto consistente	22	830/900
30	GR	Areniti nelle quali la stratificazione non influisce di resistenza dell'ammasso roccioso, a grado di fratturazione molto basso	Molto consistente	22	830/900
35	GR	Areniti nelle quali la stratificazione non influisce di resistenza dell'ammasso roccioso, a grado di fratturazione molto basso	Molto consistente	22	830/900
40	GR	Areniti nelle quali la stratificazione non influisce di resistenza dell'ammasso roccioso, a grado di fratturazione molto basso	Molto consistente	22	830/900
45	GR	Areniti nelle quali la stratificazione non influisce di resistenza dell'ammasso roccioso, a grado di fratturazione molto basso	Molto consistente	22	830/900
50	GR	Areniti nelle quali la stratificazione non influisce di resistenza dell'ammasso roccioso, a grado di fratturazione molto basso	Molto consistente	22	830/900

2016 - Depositi eluvio colluviali, di modesto spessore (2-3 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, a comportamento rigido con Vs = 600 m/sec nei primi 10 m pc ed a profondità sottostanti: Vs > 800 m/sec. in versanti con pendenza >15° (PAT).

Effetti attesi: potenziale amplificazione per effetti della topografia.

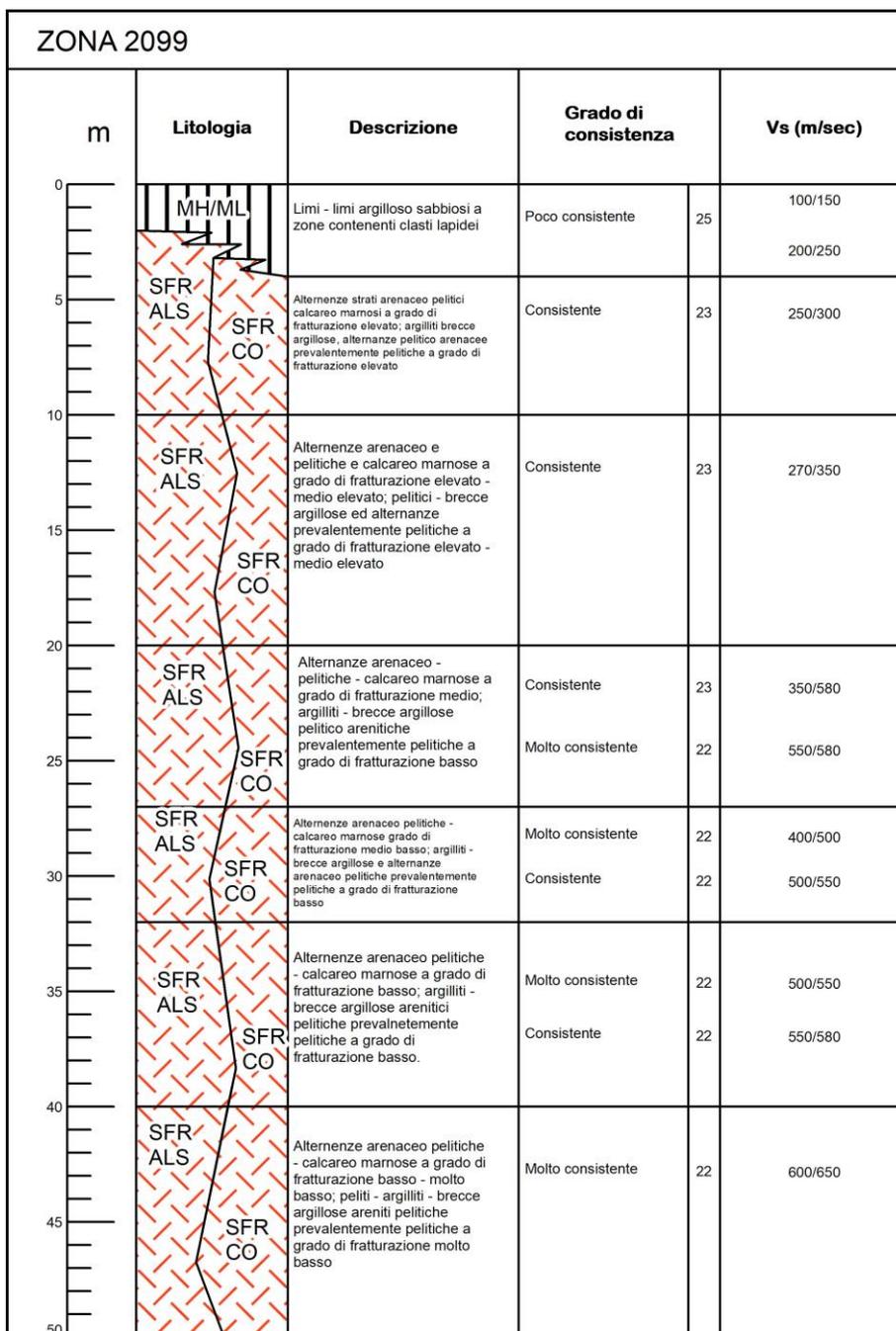
Studi richiesti: indagini per caratterizzazione del Vs₃₀

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: 1,1 - 1,3

FH 0,1,0 - 0,5 sec: 1,1 - 1,3

FH 0,5 - 1,0 sec: 1,1 - 1,3



2099 - Depositi eluvio colluviali, di modesto spessore (2-5 m), limoso sabbioso argilloso a zone con presenza di clasti lapidei, su substrato fratturato ad alternanze arenaceo pelitiche e calcareo marnose, substrato fratturato argillitico - a breccie argillose e pelitico arenaceo prevalentemente pelitico; a grado di fratturazione elevato nei primi 10 m del sottosuolo, grado elevato - medio elevato sino a -20 m pc, a grado di fratturazione medio - medio basso sino a -32 m pc e successivamente a basso grado di fratturazione; substrato arenaceo pelitico - calcareo marnoso a comportamento non rigido con Vs < 300/500 m/sec (MOH - MOV); substrato argilloso - argillitico - a breccie argillose, prevalentemente pelitico a grado di fratturazione elevato - medio elevato sino a -20 m pc e successivamente a grado di fratturazione basso sino a -40 m pc, a comportamento non rigido: Vs < 550 m/sec (BAI -MVRb, c, d - VRO - AVI - AVV - SCB - APA).

Effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche.

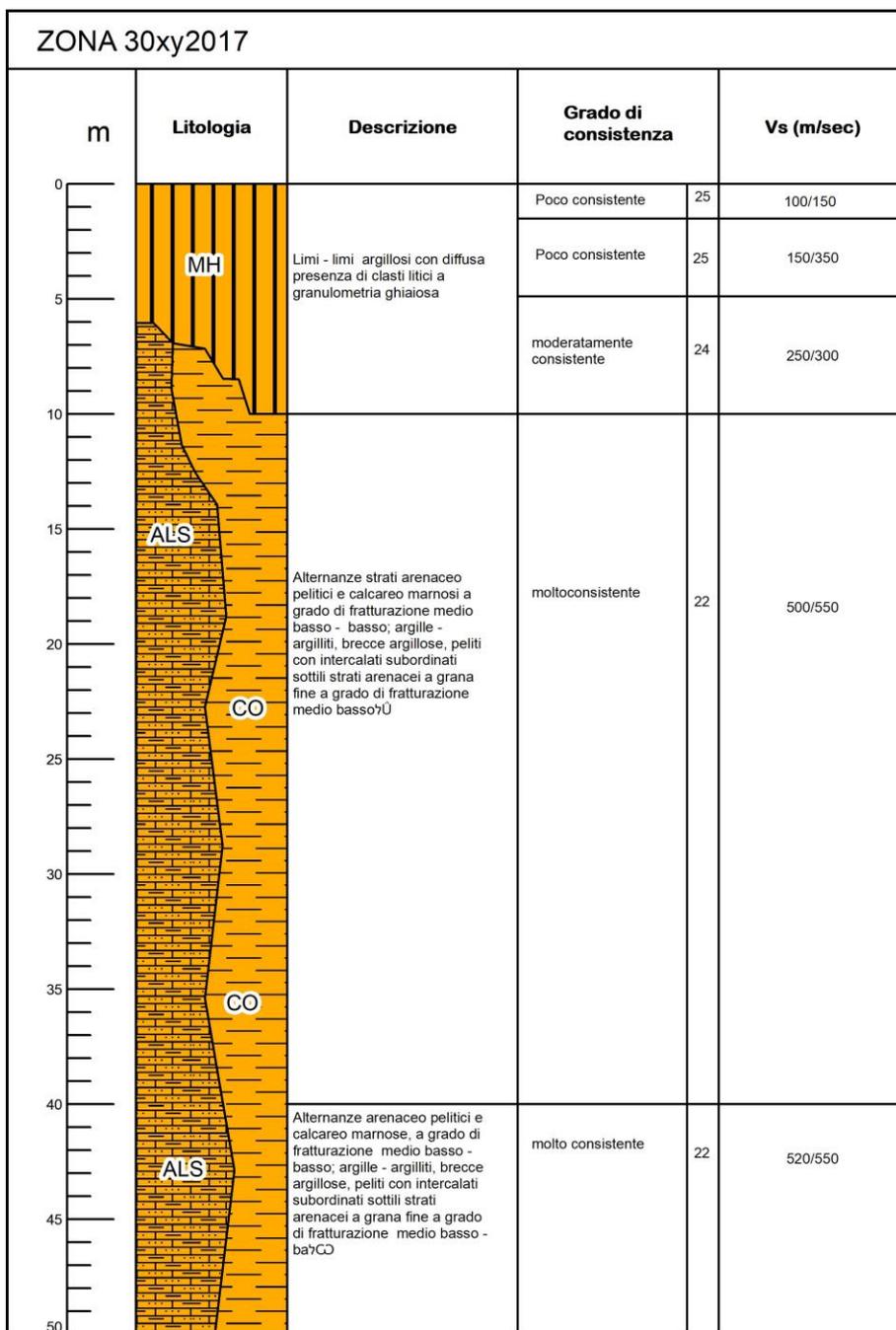
Studi richiesti: valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafico.

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

FA.PGA: 1,9 - 2,0

FH 0,1 - 0,5 sec: 2,3 - 2,4

FH 0,5 - 1,0 sec: 1,7 - 1,8



FR1 - 30xy2017 Accumuli di frana attivi e quiescenti, per scivolamento - complessi - di colata, con spessori di 6/8 m, su substrato ad alternanze tra strati arenaceo pelitici - calcareo marnosi, con rapporto strati lapidei pelitici $3 > L/P > 1/3$, e substrato argillitico - a breccie argillose, consistente; substrato a comportamento non rigido, $V_s \leq 500/600$ 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

FH 0,1 - 0,5 sec: 1,7 - 1,8

FH 0,5 - 1,0 sec: 1,3 - 1,4

ZONA 30xy2018					
m	Litologia	Descrizione	Grado di consistenza		Vs (m/sec)
0	MH	Limi - limi argilloso sabbiosi con presenza poco diffusa di clasti litici	Poco consistente	25	80/150
5	MH	Limi - limi argillosi con diffusa presenza di clasti litici a granulometria ghiaiosa	Poco consistente	25	180/220
10	CO ALS	Alternanza di strati arenaceo pelitici e calcareo marnosi - argilliti e breccie argillose a grado di fratturazione medio - medio elevato	Consistente	23	250/450
15	CO ALS	Alternanze di strati arenitico pelitici e calcareo marnosi - argilliti e breccie argillose a grado di fratturazione medio basso - basso	Molto consistente	22	500/550
20					
25					
30					
35					
40	ALS	Alternanze arenaceo pelitiche e calcareo marnosi e argilliti e breccie argillose a grado di fratturazione basso.	Molto consistente	22	550/650
45	CO				
50					

FR2 30xy2018 – Accumuli di frana quiescenti ad attivi di scivolamento – complessi, con spessori di 7/13 m, su substrato ad alternanze arenacee – arenaceo pelitiche, $3 > L/P > 1/3$, a medio – medio elevato grado di fratturazione sino a -7/-10 m pc e substrato ad alternanze calcareo marnose con intercalati banchi arenitico pelitici, con rapporto strati lapidei/pelitici $3 > L/P > 1/3$; accumuli di colata su substrato argillitico – a breccie argillose, 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 rigidezza, instabilità.

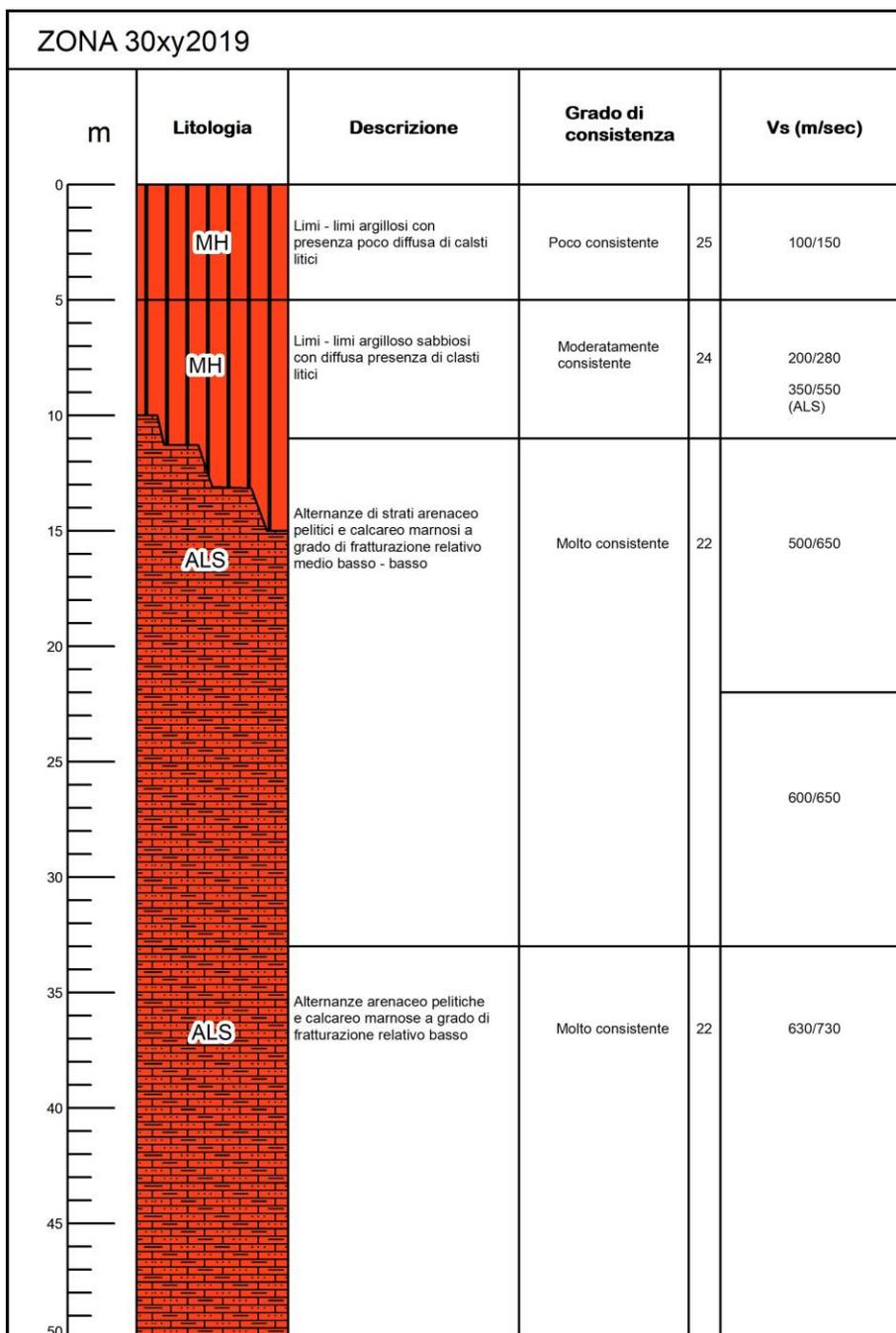
Studi richiesti: valutazione del coefficiente di amplificazione litostratigrafico, valutazione del grado di stabilità in condizioni statiche e dinamiche con metodo pseudostatico o dinamico.

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

FA.PGA: 1,9 – 2,0

FH 0,1 - 0,5 sec: 2,1 – 2,2

FH 0,5 - 1,0 sec: 1,5 – 1,6



FR3 30xy 2019- Accumuli di frana quiescente ed attiva complessi, con spessori di 10/15/20 m, su substrato arenaceo pelitico, con rapporto $3 > L/P > 1/3$ a medio elevato grado di fratturazione sino a - 10 m pc e medio sino a -20 m pc, e su substrato calcareo marnoso con intercalati banchi arenacei, pelitici ad elevato grado di fratturazione sino a -10/-13 m pc e medio elevato sino a -20 m pc; substrato a comportamento non rigido, Vs = 450/500 ÷ 600 m/sec.

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

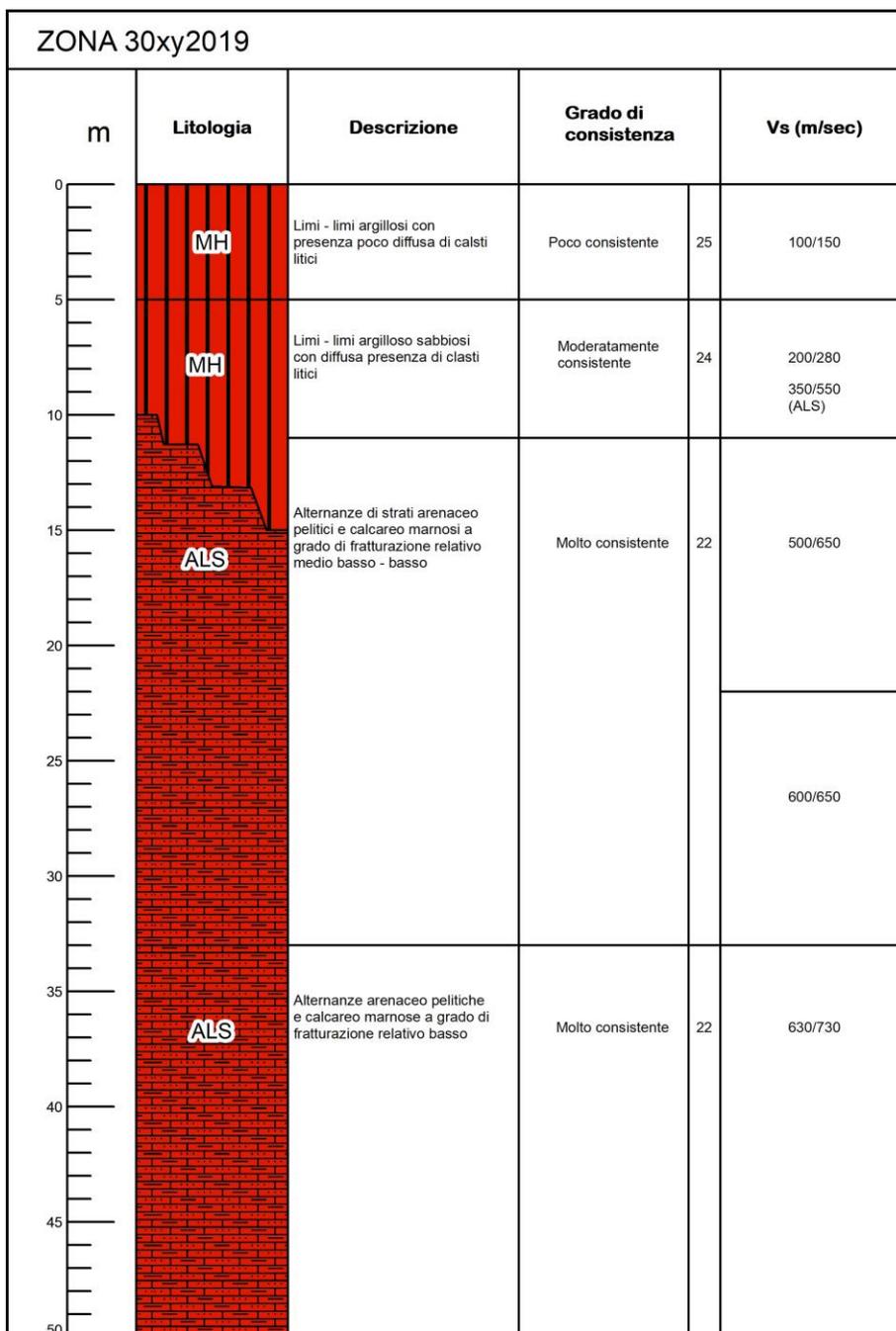
Studi richiesti: valutazione del coefficiente di amplificazione litostratigrafico, valutazione del grado di stabilità in condizioni statiche e dinamiche con metodo pseudostatico o dinamico.

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

FA.PGA: 2,1 - 2,2

FH 0,1 - 0,5 sec: 2,2 - 2,3

FH 0,5 - 1,0 sec: 1,5 - 1,6



FR4 30xy 2020 - Accumuli di frana attivi - quiescenti, complessi - di colata, con spessori di 10/15 > 20 m, su substrato argillitico - a breccie argillose e substrato ad alternanze arenaceo pelitiche prevalentemente pelitiche consistente; substrato a comportamento non rigido, Vs = 400/500 ÷ 600 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° valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

FA.PGA: 2,1 - 2,2

FH 0,1 - 0,5 sec: 2,3 - 2,4

FH 0,5 - 1,0 sec: 1,7 - 1,8

15.4.1.1 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 (MOH–MOV–MCS) che della Successione Epiligure (RAN2, 2a – RAN3, 3c) e marnoso siliceo–marnose epiliguri (CTG –ANT).

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

Le litozone che sono principalmente costituite da argille – argille marnose – argilliti – alternanze arenaceo pelitiche con $A/P \ll 1$ – brecce argillose, denotano risentimenti sismici di grado medio–medio elevato e caratterizzano sia le formazioni del Dominio Ligure (MVR–VRO–AVI–AVV–SCB–APA) che quelle della Successione Epiligure (MMP–BAI–BAI4–BAIfe) che le alternanze arenitiche – sabbioso pelitiche scarsamente cementate e fratturate epiliguri della Formazione di Loiano (LOI).

Evidenziano risentimenti di grado medio–medio elevato le zone nelle quali sono presenti depositi di versante, ad eccezione dei depositi eolici, e depositi alluvionali che rivestono substrati prevalentemente arenitici – arenaceo pelitici – arenaceo marnosi sia liguri che epiliguri.

Nelle aree dove detti depositi coprono substrati argillitici a brecce argillose, sia liguri che epiliguri, sono contraddistinti da risentimenti sismici di grado medio elevato; equivalenti effetti di amplificazione caratterizzano i corpi di frana o parte degli stessi quiescenti ed attivi, sia su substrati arenitico pelitici che argillitici a brecce argillose, con gli spessori relativi minori: max 6/8 m.

Le zone con presenza di substrato fratturato e fasce di faglia, di depositi eolici ed accumuli di frana quiescenti ed attivi con spessori di 7/10 m su substrato detensionato/fratturato arenaceo pelitico – calcareo marnoso e spessori maggiori di 10/15/20 m sia substrati – arenaceo pelitici – calcareo marnosi che argillitici – a brecce argillose, sono contraddistinti da risentimenti sismici di grado elevato.

L'analisi di insieme del territorio comunale e più di dettaglio delle aree ricomprese negli sviluppi per le zone stabili suscettibili di amplificazione locali, zone suscettibili di instabilità, substrato fratturato, evidenzia una tendenziale prevalenza dei gradi di risentimento sismico medio (60%) rispetto ai risentimenti medio elevati – elevati (37%); le zone a risentimento sismico di grado medio basso contraddistinguono una percentuale subordinata (3%).

16 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 630/2019.

A2.1.1 - APPENNINO

Le tabelle relative al settore appenninico sono il riferimento per la stima semplificata dell'amplificazione stratigrafica nelle aree collinari e montane dell'Emilia-Romagna. Possono essere applicate anche nelle aree di pianura prossime al margine morfologico appenninico-padano dove le coperture detritiche continentali hanno spessore indicativamente non superiore a 50 m.

In caso di **coperture direttamente poggianti su substrato rigido**, ovvero *bedrock* sismico, generalmente caratterizzato da $V_s \geq 800$ m/s, si devono usare le seguenti tabelle

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

Fattore di Amplificazione **PGA**

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

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

Appennino, coperture su substrato rigido

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

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

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

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

Appennino, coperture su substrato rigido

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

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

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

Fattore di Amplificazione **SH2** (0,5s ≤ T ≤ 1,0s)

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

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

Fattore di Amplificazione **PGA**

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

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

Appennino, coperture su substrato non rigido

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

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

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

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

Appennino, coperture su substrato non rigido

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

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

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

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

In caso di **substrato marino non rigido**, cioè caratterizzato da $V_s \ll 800$ m/s, **affiorante** o **subaffiorante** (copertura di spessore inferiore a 3 m) si devono usare le seguenti tabelle

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

Fattore di Amplificazione **PGA**

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

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

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

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

Contestualmente alla classificazione del territorio con detta analisi sismica, le elaborazioni individuano le aree soggette alle integrazioni di terzo livello approfondimento.

16.1.1 Carta delle nuove indagini

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

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 4.1 del novembre 2018.

La carta ubicazione nuove indagini visualizza i siti di esecuzione delle stesse nel territorio, ad integrazione di quelle precedentemente effettuate dallo scrivente (PSC-MS, 2008) e di AA.VV. 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 300/600 m nell'area Capoluogo – Montecchio e negli urbanizzati delle principali frazioni, di 700/900 m nelle aree a minore insediamento edificato.

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

16.1.2 Carta delle velocità delle onde di taglio V_s (Vs)

La carta delle velocità delle onde di taglio: V_s (Tav. 1.5 nord – sud, scala 10:000) riporta in corrispondenza dei punti di indagine compresi negli 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 V_s sono stati calcolati in base a dati acquisiti con indagini:

- Re.Mi./MAS; Re.Mi.
- MASW
- Horizontal to Vertical Spectral Ratio: HVSR, in rapporto a prove DPM – DPSH e/o sondaggi meccanici, prospezioni Re.Mi./MASW coincidenti o prossime alla stazione della verticale di indagine.

In riferimento ai valori di velocità V_s calcolati come sopra indicato (MASW/Re.Mi) ed all'analisi critica delle prove DPSH, DPM, SCPT, 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 alla profondità del substrato a comportamento più rigido e alla 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 (AES8a, 8 – AES7 – b1 – i1)
 $V_{SH} = 300 \div 450$ m/sec; spessori 4/8 \div 15/25 m; substrato detensionato spessore 4/8 m.

Terreni di copertura

- Depositi di versante su alternanze prevalentemente arenitiche – arenitico pelitiche – calcareo marnose (PAT – RAN2, 2a - RAN3, 3c – MOH – MOV – MCS), compresa unità detensionata spessori 7 \div 15 m
 $V_{SH} = 300 \div 350$ m/sec;
- Depositi di versante su alternanze prevalentemente argilloso marnose – argillitiche – brecce argillose (MMP – BAI – BAI4 – BAIfe – MVRb, c, d – VRO – AVI – AVV – SCB – APA) compresa unità detensionata, spessori 7 \div 12 m
 $V_{SH} = 200 \div 250$ m/sec
- Depositi di versante su substrato fratturato, spessori deposito 10 \div 15 m substrato fratturato 15 – 10 m (LOI – MOH – MOV – MCS – AVV – SCB)
 $V_{SH} = 150 \div 250$ m/sec.
- Depositi eolici su substrato a brecce argillose – arenaceo pelitico – argillitico compreso orizzonte detensionato 13 \div 16 m
 $V_{SH} = 170 \div 230$ m/sec.

Accumuli di frana

- Deposito su substrato ad alternanze arenaceo pelitiche – calcareo marnose e argillitico a brecce argillose (RAN2, 2a - RAN3, 3c – MOH – MOV – MCS – MMP – BAI – BAI4, fe – MVRb, c, d - VRO – AVI – AVV – SCB – APA) spessore 6/8
• $V_{SH} = 250 \div 300$ m/sec.
- Depositi su substrato ad alternanze pelitiche – calcareo marnose e argillitico – a brecce argillose (RAN2, 2a - RAN3 – MOH – MOV – MCS – MMP – BAI – BAI4, fe – MVRb, c, d - VRO – AVI – AVV – SCB – APA) spessore 7 \div 13 m
 $V_{SH} = 200 \div 250$ m/sec.
- Deposito su substrato fratturato ad alternanze arenaceo pelitiche – arenacee – calcareo marnose (RAN2–RAN3 – MOH – MCS) spessori 10/15 \div 22 m.
• $V_{SH} = 200 \div 300$ m/sec.

- Deposito su substrato argilloso marnoso a brecce argillose – argillitico – pelitico arenitico (MMP – BAI – BAI4, fe – MVRb, c, d – VRO – AVI – AVV – SCB – APA) spessori 10/15 > 20m.
• $V_{SH} = 230 \div 250/300$ m/sec.
- Substrato ad elevato grado di fratturazione – faglie, alternanze prevalentemente arenitico pelitico – calcareo marnose – argilliti (RAN2a – MOH – MOV – AVV) spessori 18/20 ÷ 40 m.
• $V_{SH} = 200 \div 300$ m/sec.

Formazioni Epiliguri

- Prevalentemente arenitiche (PAT) spessore orizzonte detensionato 3 ÷ 10 m con $V_s \geq 600$ m/sec.
 $V_{SH} = 580 \div 650/850$ m/sec; substrato 800 ÷ 900 m/sec
- Prevalentemente marnose – siltoso argillose (CTG) spessore orizzonte detensionato 3 ÷ 5 m
di $V_{SH} = 240$ m/sec; substrato: $V_s = 500 \div 550$ m/sec
- Prevalentemente marnose – marnoso argillose (ANT) spessore orizzonte detensionato 4 ÷ 8 m
 $V_{SH} = 350$ m/sec; substrato: $V_s = 600 \div 650$ m/sec
- Prevalentemente arenitiche – arenitico conglomeratiche (RAN2a – RAN3c) spessore strato detensionato 5 ÷ 15 m
 $V_{SH} = 250 \div 400$ m/sec; substrato: $V_s = 600 \div 700$ m/sec
- Prevalentemente argilloso marnose – brecce argillose (MMP – BAI – BAI4 – BAIfe) spessore strato detensionato 10 ÷ 15 m
 $V_{SH} = 300 \div 350$ m/sec; substrato: $V_s = 500 \div 600$ m/sec
- Prevalentemente arenacee poco cementate (LOI) spessore strato detensionato/fratturato 40 ÷ 45 m
 $V_{SH} = 350$ m/sec; substrato: $V_s = 550 \div 600$ m/sec

Formazione Liguri

Successione Val Rossenna – Val Tresinaro

- Prevalentemente argillitiche – brecce argillose (MVRb,c,d – VRO – AVI) spessore strato detensionato 7 ÷ 10 m
 $V_{SH} = 250$ m/sec; substrato: $V_s = 400 \div 550$ m/sec
- Alternanze arenaceo pelitiche – marnoso calcaree (MOH – MOV – MCS) spessore strato detensionato 5 ÷ 10 m
 $V_{SH} = 250 \div 350$ m/sec; substrato: $V_s = 550 \div 650/700$ m/sec
- spessore strato detensionato 15 ÷ 30 m
 $V_{SH} = 400 \div 470$ m/sec; substrato: $V_s = 550 \div 600$ m/sec
- Subaffiorante $V_s = 580 \div 650$

Formazioni Liguri

- Argille – argilliti – alternanze arenaceo pelitiche con $P/A > 1$ (AVV – SCB – APA)
spessore strato detensionato 10 ÷ 15 m
 $V_{sH} = 250 \div 300$ m/sec; substrato: $V_s = 500 \div 650$ m/sec
- Substrato fratturato – faglia spessore orizzonte fratturato 15 ÷ 25 m
 $V_{sH} = 250 \div 300$ m/sec; substrato: $V_s = 500 \div 550/630$ m/sec

Da un esame di insieme dei valori di V_{sH} dell'area comunale si riscontra che i valori relativi maggiori: $V_{s30} = 450/550/800$ m/sec caratterizzano la parte centro settentrionale – settentrionale (Montecchio – Il Borgo – San Romano – Paderna), la zona centro meridionale – (l'Olmo – San Cassiano – Pennarelle – Carnione – Lugo), l'area meridionale orientale (Ghilgua – Cà di Paccia); i valori relativi minori $V_{s30} < 350$ m/sec contraddistinguono la fascia settentrionale (Cà degli Abati – S. Romano), il settore centrale meridionale (Guilguella – Sassogattone – Debbia – La Piola), settore meridionale (Ghilgua – La Gavia – Mandreoli) ed in genere le zone con presenza di accumuli di frana con spessori maggiori di 10 m e con presenza di substrato fratturato – faglia.

17 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 litologico 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 mediante gli abachi predisposti dalla Regione Emilia Romagna: Allegato A2.1.1 DGR 630/2019 – DGR 1238/2020. In detti abachi i 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 F.a.P.G.A., FH 0.1–0.5 / 0.5–1.0 sec, FA 0.1–0.5 / 0,4–0,8 / 0,7–1,1 sec riferiti alle microzone individuate, sono visualizzate nelle allegate Tavole 2.2–2.3–2.4–2.5–2.6–2.7 nord e sud.

Le microzone sono suddivise in

- zone stabili
- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali
- zone di attenzione per instabilità

Dette zone sono campite in colori diversi e differenti simbologie.

Nelle microzone con presenza di creste e/o scarpate con dislivelli almeno di 20/25 m e di versanti con acclività variabile da bassa inclinazione: $<14^\circ$ a zone con pendenza maggiore di 15° , 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 P.G.A. ed I.S. il valore che congloba detti parametri.

I fattori di amplificazione di P.G.A. ed I.S. 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 ÷ 15/25 m dove si caratterizzano con accentuate differenze.

17.1 Carta dei fattori di amplificazione dell'accelerazione massima orizzontale F.a.P.G.A.

La carta dei fattori di amplificazione P.G.A./P.G.A₀, elaborata in base ai punti di indagine eseguiti nel territorio comunale oggetto degli sviluppi che comprendono principali insediamenti urbanizzati ed un loro ampio intorno, le fasce sede delle principali infrastrutture, visualizzati in Tav. 2.2 nord e sud, evidenzia i valori minori: F.a.P.G.A. < 1,05, che individuano le zone stabili a luoghi con presenza di coperture con spessori minori di 3 m, nella zona centro settentrionale (Montecchio – sud di Riviera – nord di C. della Cava); in dette aree il substrato a comportamento rigido rappresentato da PAT denota un risentimento sismico di grado basso e quindi una pericolosità di grado moderato basso.

Una modesta porzione della superficie comunale è contraddistinta da bassi valori F.a.P.G.A. = 1,1–1,4 in aree con presenza di substrato a comportamento rigido (PAT) soggette ad amplificazione per effetti della topografia (Montecchio – Cassinago – C. Furani) o con presenza di substrato non rigido subaffiorante in assetto dritto (MOH – MOV) con V_s = 500 ÷ 600 m/sec (l'Olmo/C. Manteto – Monte S. Cassiano – Cà di Paccia).

La prevalente percentuale delle zone stabili esaminate è caratterizzata da F.a.P.G.A. = 1,5–1,6 nelle quali è presente substrato non rigido con spessore detensionato non superiore a 10 ÷ 15 o substrato arenaceo – arenaceo pelitico – marnoso calcareo rivestito da depositi di versante con spessori inferiori a 7/8 m o con presenza di depositi alluvionali addensati con spessori di 10 ÷ 15/25 m.

Le zone con F.a.P.G.A. = 1,7 – 1,8 contraddistinguono una parte relativamente inferiore delle aree ricomprese negli sviluppi, sono caratterizzate dalla presenza di depositi di versante con spessori di 10/15 m che coprono substrati argillitici, a breccie argillose, prevalentemente pelitici, substrati arenaceo pelitici – marnoso calcarei detensionati sino a -15/-20 m pc, zone con accumuli di frana attiva o quiescente con spessori inferiori a 7/8 m.

Una significativa parte del territorio esaminato è caratterizzata da F.a.P.G.A. = 1,9 – 2,2 che individua zone costituite prevalentemente da accumuli di frana con spessori maggiori di 10 ÷ 15 m su substrato sia arenaceo pelitico – calcareo marnoso che argillitico – a breccie argillose, aree con presenza di substrato fratturato – fasce di faglia.

Una piccola percentuale delle zone è contraddistinta da F.a.P.G.A. > 2,3 in genere correlata a presenza di coperture su substrati argillitici – calcareo marnosi – arenaceo pelitici fratturati soggetti ad incrementi dell'amplificazione per effetti della topografia.

La distribuzione territoriale dei valori di F.a.P.G.A. denota un'elevata influenza correlata agli effetti della topografia che determina il passaggio di substrati a risentimento medio – medio elevato a condizioni di risentimenti sismici di grado elevato.

Le zone interessate da grado alto (F.a.P.G.A. > 1,7), diffuse su tutto il territorio, caratterizzano principalmente il settore centrale tra il Capoluogo e Sassogattone, la zona centro meridionale: La Piola – Casino – Levizzano – Guilguella, l'area meridionale tra San Cassiano – Debbia, la parte sud di Granata – Gavia – Madreoli, l'area occidentale settentrionale latitante il T. Tresinaro tra Zoccadello – Sasso Grosso – M.no del Comune –

Cerreto – confine comunale nord, nei quali sono principalmente presenti substrati argillitici ed a brecce argillose.

17.2 Carta dei fattori di amplificazione di intensità di Housner nell'intervallo $FH 0.1 < T < 0.5$ sec.

La distribuzione areale dei valori di FH nell'intervallo $0.1 < T < 0.5$ sec (Tav. 2.3 nord – sud), campo al quale appartiene praticamente la totalità degli edifici presenti nel territorio di Baiso ad eccezione di subordinati manufatti stretti e snelli quali campanili o torri ecc... e fabbricati a destinazione produttiva, evidenzia una geometria di zonazione simile/equivalente a quella della F.a. P.G.A; come riscontrato per quest'ultima anche i valori di FH 0,1 – 0,5 sec sono sensibilmente influenzati dalle amplificazioni per effetti della topografia. Quanto esposto concorda con i valori di $FH \leq 1,05$ delle zone stabili, riscontrati nelle aree settentrionali orientali di Montecchio – Cassinago – C. Furiani, nelle quali è presente substrato a comportamento rigido (PAT) e che assume $FH=1,1 - 1,2$ dove influisce l'assetto topografico.

Analoga distribuzione zonale evidenziano i substrati a comportamento non rigido ($VS < 800$ m/sec) subaffioranti con bassi valori di amplificazione: $FH=1,3 - 1,4$ (MOH – MOV), presenti a Casara – l'Olmo – Mantetto, Monte S. Cassiano – Cà di Paccia, o nelle aree a substrato rigido (PAT) in versanti a pendenze maggiori di 30° o detensionato nei primi 6 m pc, riscontrabili nel crinale Castello di Baiso – Cassinago.

Equivalenti distribuzioni alla F.a. P.G.A. presentano le zone con $FH=1,5 - 1,6$, che contraddistinguono substrati a comportamento non rigido sub affiorante (RAN2,2a, – RAN3,3c – MOH – MOV – MCS) e marnoso siltose – marnoso pelitiche (CTG – ANT) 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 attribuibili risentimenti sismici di grado medio ai quali è correlabile una pericolosità moderata.

Analoga diffusione sul territorio a quella della F.a.P.G.A. denota l'intervallo $FH= 1,7-1,8$ che contraddistingue substrati non rigidi argillitico – argilloso marnosi – a brecce argillose (MMP – BAI, BAI4, BAIfe – MVRb,c,d – VRO – AVI – SCB – APA) a brecce ofiolitiche (bo) 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 arenaceo pelitiche – calcareo marnose detensionate con spessori di 3/6 m, depositi alluvionali su substrati argillitici a brecce argillose; a dette zone è attribuibile un risentimento sismico di grado medio correlabile ad una pericolosità moderata.

Equivalente distribuzione a quella della P.G.A. evidenziano le aree con $FH=1,9 - 2,2$ che contraddistinguono zone con depositi di versante che rivestono substrati argillitici – a brecce argillose, con presenza di corpi di frana con spessori inferiori a 13 m sia su substrati arenaceo pelitici – calcareo marnosi che argillitici – a brecce argillose.

La distribuzione delle zone con $FH > 2,2$ caratterizza le aree con presenza di corpi di frana con spessori maggiori di $10 \div 15$ m, quelle con presenza di substrato fratturato o di faglia. Tali zone sono diffuse su tutto il territorio e sono percentualmente più presenti nel

settore occidentale settentrionale del T. Tresinaro tra C. Sasso Grosso – Tresinaro – M.no del Comune – Cerreto, nel settore centroccidentale ad ovest di Collina, tra la parte sud Capoluogo – Maestà – Castagneto – Costetto – ovest di Castelvecchio/cimitero comunale, area centro settentrionale Magliatica – La Piola – Cà Lita – Levizzano, Guilguella, settore orientale meridionale La Piana – San Cassiano – Debbia e quello meridionale Granata, La Gavia – Madreoli.

17.3 Carta dei fattori di amplificazione di intensità di Housner nell'intervallo $FH\ 0.5 < T < 1.0$ sec.

I valori di amplificazione relativi minimi, dei medi e dei massimi nell'intervallo $FH=0,5-1,0$ sec evidenziano una distribuzione territoriale simile/equivalente alle zone dell'intervallo $FH=0,1-0,5$ sec ed a quelle della F.a.P.G.A.

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 FH sono simili a quelli della P.G.A. nelle microzone comprese negli sviluppi si riscontra la generale diminuzione dei valori dei fattori di amplificazione.

I risentimenti relativi minori si riscontrano nell'area centrosettentrionale di Montecchio – Riviera – C. della Cava, nella quale è presente un substrato a comportamento rigido $V_s = 800$ m/sec (PAT) a cui compete $FH=1,0$ e nei settori con analoghe caratteristiche nei quali gli effetti della topografia determinano effetti con $FH=1,1-1,2$.

Ad eccezione delle sopra descritte zone il territorio è in netta prevalenza caratterizzato da valori medi $FH=1,3 - 1,4$ correlati alla presenza di substrati arenacei – arenaceo pelitici – calcareo marnosi – marnosi a comportamento non rigido e non fratturati a profondità inferiori a -10, e che contraddistinguono le zone dove gli stessi sono rivestiti da depositi alluvionali addensati o dove detti sedimenti coprono substrati argillitici a brecce argillose per spessori inferiori a 8/10 m, nelle aree con presenza di corpi di frana con spessori minori di 7/8 m. Una percentuale inferiore, è contraddistinta da valori medio – medio elevati equivalenti a $FH=1,5 - 1,6$ che caratterizzano aree con presenza di depositi di versante che coprono substrati argillitici – a brecce argillose o zone dove si riscontrano corpi di frana con spessori minori di 10/15 m che si sviluppano su substrati arenaceo pelitici – calcareo marnosi.

Una subordinata ma significativa percentuale del territorio, è contraddistinta da valori di amplificazione medio elevati corrispondenti a $FH=1,7 - 1,8$ che caratterizzano aree con presenza di substrato fratturato, fasce di faglia, zone dove si riscontrano corpi di frana con spessori maggiori di 15 m che si sviluppano su substrati a brecce argillose – argillitici o arenaceo pelitici fratturati.

I valori maggiori che denotano risentimento sismico di grado elevato $FH=1,9 - 2,2$ caratterizzano principalmente la zona di Castagneto, nella quale nel versante a settentrione dell'edificato tali parametri giungono a $FH=2,3 - 2,4$, e settori di limitata estensione areale in tratti di faglia o di frana, soggetti ad amplificazione per effetti della topografia.

I valori dei valori dei fattori di amplificazione nell'intervallo $FH=0,5 - 1,0$ sec al quale possono appartenere alcuni sporadici manufatti quali campanili, torri, strutture alte e snelle,

fabbricati ad uso produttivo con altezza sotto trave maggiori di 7/8 m, evidenziano la netta prevalenza territoriale dei risentimenti sismici di grado medio basso e medio.

I valori di massimo caratterizzano una percentuale decisamente minore delle aree esaminate che sono principalmente localizzate nel settore centro meridionale del territorio: Migliatica – La Pila – Cà Lita – Levizzano – Guilguella, ed in quella centro settentrionale occidentale: Collina – Melgaro – Costetto – Castagneto.

Quest'ultima località assume importanza di rilievo poiché manifesta i valori di amplificazione maggiori $FH=1,9 - 2 \div 2,4$ correlati al grado di fratturazione medio elevato sino a -48 m pc delle areniti scarsamente cementate di LOI.

17.4 Carta dei fattori di amplificazione in termini accelerazione nell'intervallo $FA\ 0.1 < T < 0.5\ sec.$

Le distribuzioni territoriali dei fattori di amplificazione $FA: 0,1 < T < 0,5$ sono molto simili a quelli di $FaPGA$ con fattori di amplificazione che in generale sono tendenzialmente poco inferiori. Si riscontrano infatti amplificazioni molto basse trascurabili $FA=1,0/1,2$ solamente nella zona centro settentrionale tra Montecchio – Cassinago – C. Furiani, nelle quali è presente substrato a comportamento rigido a risentimento sismico basso.

Una modesta porzione della superficie comunale è contraddistinta da bassi valori $FA = 1,2 - 1,4$ in aree con presenza di substrato a comportamento rigido (PAT) soggette ad amplificazione per effetti della topografia (Montecchio – Cassinago – C. Furiani) o con presenza di substrato non rigido subaffiorante in assetto dritto (MOH - MOV) con $V_s = 500 \div 600\ m/sec$ (l'Olmo/C. Manteto – Monte S. Cassiano – Cà di Paccia).

La prevalente percentuale delle zone stabili esaminate, con l'eccezione delle aree con diffusa presenza di accumuli di frana, è caratterizzata da $FA = 1,5 - 1,6$ nelle quali è presente substrato non rigido prevalentemente arenitico – arenaceo conglomeratico con spessore detensionato non superiore a $10 \div 15$ o substrato arenaceo – arenaceo pelitico – marnoso calcareo rivestito da depositi di versante con spessori inferiori a 7/8 m, zone con presenza di depositi alluvionali addensati con spessori di $10 \div 15/25\ m$; tale campo delimita con maggior dettaglio le aree con amplificazioni relative minori rispetto alla PGA.

Le zone con $FA = 1,7 - 1,8$ contraddistinguono una parte relativa inferiore delle aree ricomprese negli sviluppi caratterizzate dalla presenza di depositi di versante con spessori di 10/15 m che coprono substrati argillitici, a brecce argillose, prevalentemente pelitici, substrati arenaceo pelitici – marnoso calcarei detensionati sino a -15/-20 m pc, zone con accumuli di frana attiva o quiescente con spessori inferiori a 7/8 m.

Una significativa parte del territorio esaminato è caratterizzato da $FH = 1,9 - 2,2$ che individua zone costituite prevalentemente da accumuli di frana con spessori maggiori di $10 \div 15\ m$ su substrato sia arenaceo pelitico – calcareo marnoso che argillitico – a brecce argillose, aree con presenza di substrato fratturato – fasce di faglia.

Una modesta ma molto significativa percentuale delle zone è contraddistinta da $FA > 2,3$ in genere correlata a presenza di coperture da accumuli di frana con spessori maggiori

15 ÷ 20 m su substrati argillitici – calcareo marnosi – arenaceo pelitici fratturati a zone soggetti ad incrementi dell'amplificazione per effetti della topografia.

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

Le zone interessate da grado alto: $FA > 1,8$, diffuse su tutto il territorio caratterizzano principalmente il settore centrale tra il Capoluogo e Sassogattone, la zona centro meridionale: La Piola – Casino – Levizzano – Guilguella, la zona meridionale San Cassiano – Debbia – Cà di Domenico, il settore di Granata – Gavia – Madreoli, l'area occidentale settentrionale latistante il T. Tresinaro circa tra C. Sasso Grosso – C. Tresinaro – M.no del Comune, la zona occidentale centrale tra Castagneto – Malgaro – sud di via Cà Novella est – sudest di via Prato – SP7, area ad ovest – nord ovest di Collina, nelle quali sono principalmente presenti substrati argillitici a brecce argillose.

17.5 Carta dei fattori di amplificazione in termini di accelerazione nell'intervallo $FA\ 0,4 < T < 0,8\ sec$

I valori di amplificazione dei relativi minimi, medi e dei massimi nell'intervallo $FA=0,4-0,8\ sec$ evidenziano una distribuzione territoriale simile/equivalente alle zone dell'intervallo $FA=0,1-0,5\ sec$.

In funzione della maggior influenza sull'amplificazione correlata alle caratteristiche di rigidità del substrato roccioso rispetto agli spessori delle coperture nell'intervallo di integrazione 0,4 – 0,8 sec, anche se le distribuzioni territoriali delle $FA = 0,4 - 0,8\ sec$ sono simili a quelli dell'intervallo $FA = 0,1 - 0,5\ sec$, nelle microzone comprese negli sviluppi si riscontra una generale tendenza ad un moderato aumento dei fattori di amplificazione.

Questo esposto concorda con i valori relativi minori riscontrati nell'area centrosettentrionale di Montecchio – Riviera – C. della Cava, nella quale è presente un substrato a comportamento rigido $V_s = 800\ m/sec$ (PAT) a cui compete $FA=1,0 - 1,2$ e nei settori con analoghe caratteristiche nei quali gli effetti della topografia determinano risentimenti con $FA=1,3$.

Ad eccezione delle sopra descritte zone e di quelle con diffusa presenza di accumuli di frana, il territorio è in netta prevalenza caratterizzato da valori medi $FA=1,3 - 1,4$ correlati a presenza di substrati arenacei – arenaceo pelitici – calcareo marnosi – marnosi a comportamento non rigido e non fratturati a profondità inferiori a -10, depositi alluvionali addensati o dove detti sedimenti coprono substrati argillitici a brecce argillose per spessori inferiori a 8/10 m. Una percentuale inferiore, è contraddistinta da valori medio – medio elevati equivalenti ad $FA=1,5 - 1,6$ che caratterizzano aree con presenza di depositi di versante che coprono substrati sia arenitici – ad alternanze arenaceo pelitiche – marnoso calcaree che argillitici – a brecce argillose, le fasce di deposito alluvionale, zone dove si riscontrano corpi di frana con spessori minori di 10 m che si sviluppano su substrati arenaceo pelitici – calcareo marnosi.

Una significativa percentuale del territorio, è contraddistinta da valori di amplificazione medio elevati corrispondenti a $FA=1,7 - 1,8$ che caratterizzano aree dove si riscontrano corpi di frana con spessori di 10/15 m che si sviluppano su substrati arenaceo pelitici – calcareo marnosi – alternanze arenacee – arenaceo pelitiche a medio grado di fratturazione.

Le zone contraddistinte da risentimenti sismici elevati $FA = 1,9 - 2,2$ sono individuate da aree con presenza di corpi di frana con spessori maggiori di 15 m che rivestono substrati argilloso – argillitici a brecce argillose e substrati ad alternanze arenaceo pelitiche a medio elevato – elevato grado di fratturazione sino a -25 m pc, fasce di substrato ad elevato grado di fratturazione.

I valori maggiori che denotano risentimento sismico di grado molto elevato $FA=2,3 - 2,4$ caratterizzano principalmente la zona di Castagneto, nella quale nel versante a settentrione dell'edificato è presente un substrato arenaceo poco cementato a grado di fratturazione elevato sino a -48 m pc che determina $FA=2,4 - 2,7$; analoghi settori di amplificazione molto elevata, di limitata estensione areale, caratterizzano tratti di faglia, in substrati calcareo marnosi e prevalentemente arenacei soggetti ad amplificazione per effetti della topografia.

I valori dei fattori di amplificazione nell'intervallo $FA=0,4 - 0,8$ sec al quale possono appartenere alcuni sporadici manufatti quali campanili, torri, strutture alte e snelle, fabbricati ad uso produttivo con altezza sotto trave maggiori di 7/8 m, evidenziano la netta prevalenza territoriale dei risentimenti sismici di grado medio basso e medio.

I valori di massimo caratterizzano una percentuale decisamente minore delle aree esaminate che sono principalmente localizzate nel settore centro meridionale del territorio: Magliatica – La Pila – Cà Lita – Levizzano – Guilguella, ed in quella centro settentrionale occidentale: Collina – Melgaro – Costetto – Castagneto.

Quest'ultima località assume importanza di rilievo poiché manifesta i valori di amplificazione maggiori $FA=2,4 - 2,7$ correlati al grado di fratturazione elevato sino a -48 m pc delle arenarie scarsamente cementate di LOI.

17.6 Carta dei fattori di amplificazione di in termini di accelerazione nell'intervallo $FA 0.7 < T < 1.1$ sec.

I valori di amplificazione relativi dei minimi, medi e dei massimi nell'intervallo $FA=0,7-1,1$ sec evidenziano una distribuzione territoriale simile/equivalente alle zone dell'intervallo $FH=0,5-1,0$ sec ed a quelle della F.a.P.G.A.

In funzione della principale influenza sull'amplificazione nell'intervallo di integrazione 0,7 – 1,1 sec, delle caratteristiche di rigidità del substrato roccioso rispetto agli spessori delle coperture, anche se le distribuzioni territoriali delle FA di detto campo sono simili a quelle della sopracitata FH e confrontabili con quelle della PGA, nelle microzone comprese negli sviluppi si riscontra la generale diminuzione dei valori di fattori di amplificazione.

Analogamente alle elaborazioni degli altri campi, i valori relativi minori si riscontrano nell'area centrosettentrionale di Montecchio – Riviera – C. della Cava, nella quale è presente un substrato a comportamento rigido $V_s = 800$ m/sec (PAT) a cui compete $FA=1,0$ e nei

settori con analoghe caratteristiche nei quali gli effetti della topografia determinano risentimenti con $FA=1,1-1,2$.

Ad eccezione delle sopra descritte zone e delle aree con diffusa presenza di accumuli di frana, il territorio è in netta prevalenza caratterizzato da valori medi $FA=1,3 - 1,4$ correlati a presenza di substrati arenacei - arenaceo pelitici - calcareo marnosi - marnosi a comportamento non rigido e non fratturati a profondità sottostanti -10 m pc e che si rinvergono nelle zone dove gli stessi sono rivestiti da depositi alluvionali addensati o dove detti sedimenti coprono substrati argillitici a brecce argillose per spessori inferiori a 8/10 m, nelle aree con corpi di frana con spessori minori di 8 m. Una percentuale inferiore, ma di estensione areare molto significativa, è contraddistinta da valori medio - medio elevati equivalenti ad $FA=1,5 - 1,6$ che caratterizzano aree con presenza di depositi di versante che coprono substrati argillitici - a brecce argillose o zone dove si riscontrano corpi di frana con spessori di 10/15 m che si sviluppano su substrati arenaceo pelitici - calcareo marnosi ed argillitici - a brecce argillose.

Una subordinata, percentuale del territorio, è contraddistinta da valori di amplificazione medio elevati corrispondenti a $FA=1,7 - 1,8$ che caratterizzano aree con presenza fasce di faglia, zone con presenza di substrato ad elevato grado di fratturazione, l'area di Castagneto e la parte di versante a settentrione di detto edificato nel quale $FA = 1,9 - 2,4$, settori di limitata estensione areale in tratti di faglia o di frana soggetti ad amplificazione per effetti della topografia.

I valori dei valori dei fattori di amplificazione nell'intervallo $FA=0,7 - 1,1$ sec al quale possono appartenere alcuni sporadici manufatti quali campanili, torri, strutture alte e snelle, fabbricati ad uso produttivo con altezza sotto trave maggiori di 7/8 m, evidenziano per gli stessi la netta prevalenza territoriale dei risentimenti sismici di grado medio basso e medio.

I valori di massimo caratterizzano una percentuale decisamente minore delle aree e sono principalmente localizzati nella zona occidentale centro settentrionale di Castagneto.

Quest'ultima località assume importanza di rilievo poiché manifesta i valori di amplificazione maggiori $FA=1,7 - 2,1$ correlati al grado di fratturazione elevato sino a -48 m pc delle arenarie scarsamente cementate di LOI.

18 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, in base al metodo di Analisi Lineare previste dalle vigenti NTC punto 7.3.3.2, ed 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 ad uso civile realizzate in C.A., telaio C.A., aventi max 3/4 piani – H 10 m, 1/4 piani H 12 m 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 C.A. 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 C.A., fabbricati di oltre 6 piani e produttivi con altezza sotto trave maggiore di 7 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.

Tale analisi è opportuno e raccomandato sia adottata nelle zone a pericolosità sismica medio elevata con pendenza maggiore di 15° in presenza di suoli di fondazione appartenenti alle categorie B-C-D-E dell'approccio semplificato.

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

19 LIVELLO DI PERICOLOSITA' SISMICA HSM

In funzione dei valori dei fattori, di amplificazione in termini di accelerazione FA e dei parametri della griglia Ag-ASI – INGV sono stati determinati i valori del livello di pericolosità sismica (Naso et Alii; 2019) mediante la relazione:

$$H_{SM} = (ASI_{UHS}/\Delta T) \cdot FA$$

nelle quale il valore ASI di griglia definito per l'intervallo $0,1 < T < 0,5$ sec corrispondente a 4 sec.

La stima di detti parametri è stata sviluppata in riferimento alle soglie di pericolosità sismica proposte in “Maps for land management: from geological to seismic hazard (Naso, Martelli et Alii; 2019)” ed in “Lo stato dell’arte della microzonazione sismica in Italia e prospettive future” (G. Naso; 2019; BO – RER) in rapporto ai valori di FA e della stessa incrementata dai fattori di amplificazione e per effetti della topografia.

Tale valutazione per l’area in esame è significativamente rappresentativa per la stima di vulnerabilità sismica dei fabbricati ad uso civile presenti nel territorio di Baiso che praticamente per la quasi totalità non eccedono i 4/5 piani ed hanno altezze inferiori a 13 m e pertanto rientranti nell’intervallo dei fattori di amplificazione F.a.=0,1 – 0,5 sec.

Alla scala del territorio nazionale le soglie delle classi di pericolosità sono state definite come nella tabella di seguito esposta (G. Naso et Alii, 2019):

seismic hazard	H _{SM} classification			
	Very low	Moderate low	Moderate	High
H _{SM} cm/sec ²	≤ 180	180 < H _{SM} < 340	340 < H _{SM} < 650	650 < H _{SM} < 1240

Permesso che nell’intervallo $H_{SM} = 0,1 \div 0,5$ sec, secondo le soglie a scala di territorio nazionale i parametri stimati per le aree comprese negli sviluppi appartengono alla classe moderato bassa per il 3 %, classe moderata per il 60 %, alla classe alta per il 36,5 % e classe molto alta per lo 0,5 %, la pericolosità sismica di base è schematicamente riassumibile come di seguito esposto.

La zona a pericolosità sismica di grado moderato basso con $H_{SM} < 350/400$ cm/sec² caratterizza esclusivamente il settore di Montecchio – C. della Cava – C. Furiani, nel quale è presente il substrato a comportamento rigido della Formazione di Pantano (PAT).

La prevalente parte del territorio comunale, 60%, principalmente con substrato a comportamento non rigido ad alternanze arenacee – arenaceo pelitiche – calcareo marnose non fratturate e con coperture di depositi di versante con spessori inferiori a 8 m, è contraddistinta da $H_{SM} = 450 - 580$ cm/sec² correlati a grado di pericolosità moderato. Tali zone caratterizzano l’area settentrionale Il Borgo – Il Bosco – Paderna ed il versante tra gli stessi ed il T. Tresinaro, il Capoluogo ed eccezione di Collina a pericolosità elevata $H_{SM} = 750$ cm/sec², il settore occidentale centrale La Villa – Castelvechio – Antignola – Sassogattone – C. Talami – Costetta, la zona centro meridionale ad eccezione delle aree con substrato

fratturato – faglia ed accumuli di frana con spessore di 10/15 m o maggiore, S. Salvatore – l’Olmo – Monte S. Cassiano – Lugo, settore meridionale San Cassiano, La Costa – Granata – Cà di Sante – Cà di Paccia, esclusi gli accumuli di frana e zone di faglia; analoghe condizioni di pericolosità moderata evidenziano la fascia di territorio in sinistra F. Secchia tra Lugo e La Fornace – Cargnone e la Zona Borgonuovo – Muraglione, contraddistinte da $H_{SM} = 500 - 570$ cm/sec².

Denotano grado di pericolosità sismica elevato le zone con presenza di corpi di frana, depositi di versante con spessori di 10/15 m e maggiori di 15 m, di Granata – Gavia – Mandrioli, San Cassiano – Debbia, Cà del Fabbro – Malpasso, Levizzano – Caliceti, area a nord di Cargnone, C. Talami – Antignola – Fontanella, Tresinaro nelle quali $H_{SM} = 640 - 780$ cm/sec².

Le aree con presenza di substrato ad elevato grado di fratturazione di Castagneto e fasce di faglia con $H_{SM} > 850$ cm/sec², sono contraddistinte da pericolosità di grado molto elevato.

In sintesi le aree ricomprese negli sviluppi oggetto di microzonazione sismica sono prevalentemente caratterizzate da pericolosità sismica di base di grado medio.

20 CONFRONTO CON LA DISTRIBUZIONE DEI DANNI DEGLI EVENTI PASSATI

Le documentazioni storiche relative agli eventi sismici passati che hanno coinvolto il territorio al quale appartiene il comune di Baiso e zone circostanti sono essenzialmente riconducibili ai risentimenti dei sismi del 06/1501 con epicentro in Maranello – Fiorano e del 09/1920 con epicentro in Garfagnana, dei terremoti del 12/2008 con epicentri tra Buvolo e Cedogno – Cedogno e Lodrignano.

Il primo di questi con $M_w \geq 6,0$ ha causato gravi e diffusi danni con il crollo quasi completo del centro di Maranello, crolli ed inabitabilità diffusi in Sassuolo, Castelvetro, Montegibbio; nonostante la modesta distanza di 12/15 km dal centro di Sassuolo dove si sono verificati gravi danni alla rocca fortificata e nel borgo, non risultano documentati danni causati nel territorio di Baiso. Analogamente non sono testimoniati danni in detta area correlati al sisma del 06/1920.

Il sisma del 09/1904, individuato in prossimità di Marola, con magnitudo equivalente $M_e = 4,9$ che in detta località ha indotto effetti $I = 7$ con gravi lesioni nei fabbricati, non è documentato abbia causato significativi danni nel territorio di Baiso.

Quest'ultimo ha risentito di effetti di intensità $I = 5$ in concomitanza degli eventi sismici del 11/1983 (Parmense), del 10/1996 (S. Tommaso, Bagnolo in Piano), del 12/2008 (Buvolo – Lodrignano) che non hanno determinato danni significativi.

Analogamente per il sisma del 12/1995 con $M_w = 4,51$ con epicentro in corrispondenza di Casale e per quello del 12/1991 con $M_w = 4,07$ con epicentro 0,4 km a nord ovest di C. Spinzagna e 0,9 km a nord ovest di Visignolo, non è documentato siano stati indotti danni di rilievo nell'area comunale.

Sebbene quanto esposto testimoni che il territorio di Baiso non abbia risentito di significativi danni in concomitanza degli eventi sismici avvenuti in precedenza, in funzione delle analisi di microzonazione sismica, 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.

L'esame di insieme dei valori delle frequenze fondamentali ottenuti dalle verticali a stazione singola eseguite evidenzia che la netta prevalenza percentuale: 80% dei periodi di vibrazione principali dei terreni che formano il territorio di Baiso appartiene al sopra indicato campo di frequenze: $2 \div 10$ Hz.

STUDIO GEOLOGICO CENTROGEO
Dr. Geol. **PIETRO MAZZETTI**
ORDINE DEI GEOL. DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA
Emilia-Romagna
GEOLOGO
SEZA
V. S. ALB. P. 111



21 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 (2005) alla scala 1:50.000, foglio 219 SASSUOLO. G. Gasperi, G. Bettelli, F. Panini, M. Pizziolo, U. Bonazzi, C. Fioroni, P. Fregni, S.C. Vaiani.
- 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 236 PAVULLO NEL FRIGNAO. Realizzatore Regione Emilia – Romagna SGSS – Università di Modena, a cura di G. Bettelli, F. Panini, M. Pizziolo.
- REGIONE EMILIA ROMAGNA – REGIONE TOSCANA – UNIVERSITA' DI SIENA 1240, AA.VV., 2013, Assetto tettonico e potenzialità sismogenetica dell'Appennino Tosco – Emiliano – Romagnolo e Val Padana. Centro Stampa – Regione Emilia Romagna.
- NASO G. – MARTELLI L. – BRAGLIONE M. – CASTENETTO S. – D'INTIOSANTE V. – ERCOLESSI G. (2019), *Maps for land management: from geology to seismic hazard*, Boll. Geof. Teor. Appl., Vol.60, DOI 10.4430/bgta0263.
- REGIONE EMILIA ROMAGNA – Delibera della giunta regionale n.630/2019, “Atto di coordinamento tecnico sugli studi di microzonazione sismica per la pianificazione territoriale ed urbanistica (artt.22 e 49, L.R. n.24/2017)” BURER. N. 143 del 6 maggio 2019 parte seconda.
- DISS Working Group (2018), Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), versione 3.2.1: A compilation of potential sources for earthquakes than M 5.5 in Italy and surrounding areas. <http://diss.rm.ingv.it/diss/>, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; doi:10.6092/INGV.IT-DISS3.2.1 .
- MARTELLI L. (coord.), BOVINI M. – CALABRESE L – CORTI G. – ERCOLESSI G. – MOLINARI F.C. – PICCARDI L. – PONDRELLI S. – SANI F. 2017, Carta sismotettonica della regione Emilia-Romagna e aree limitrofe. Con note illustrative. Regione Emilia-Romagna, Servizio geologico, sismico e dei suoli, con note illustrative e CD DREAM. Italia.
- 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.A.M. 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.
- MAZZETTI G.P.; 2019: Opportunità della Microzonazione Sismica; Territori della Cultura pp 82-84, Centro Universitario Europeo per i Beni Culturali Ravello.
- 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>
- MARTELLI L. ROMANI M.; 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.
- MAZZETTI G. P, GILLI S; 2013: Geological characters and instrumental seismic response of litho units between ridge and Apennine foot hills: area of the Municipalities of Montese, Zocca, Guiglia, Marano s/P, Atti IX Forum Italiano di Scienze della Terra, Geoitalia, Pisa. Pubblicato sul sito <http://www.geoitalia2013.it/>
- AA. VV. (2013) Assetto tettonico e potenzialità sismogenetica dell'appennino Tosco-Emiliano-Romagnolo e Val Padana, Regione Emilia Romagna – Toscana, Università di Siena 1240.
- LOCATI M. – CAMASSI R. e STUCCHI M. (a cura di) (2011). BDMI11, *la versione 2011 del Database Microsismico Italiano*. Milano, Bologna, <http://Edius.mi.ingv.it/DBMI11>
- GRUPPO DI LAVORO MS (2008). “*Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica*”. Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome – Dipartimento della protezione Civile, Roma, 3 vol. e Dvd. http://www.protezionecivile.it/cms/view.php?dir_pk=395&cms_pk=15833
- MELETTI C. e VALENSISE G., (2004). Zonazione sismogenetica ZS9-App. 2 al rapporto Conclusivo. In: “*Gruppo di Lavoro MPS (2004). Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCm 3274 del 20 marzo 2003*”. Rapporto per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici.
- BOCCALETTI M. – MARTELLI L. – AA. VV. (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.
- MOLINARI F.C. – BOLDRINI G. et ALII (2007) – Risorse Idriche Sotterranee della provincia di Ferrara; DB MAP, Firenze.
- MAZZETTI G.P. (2006), Evoluzione geologica del territorio reggiano, pp. 8-20 in “*Una Provincia allo Specchio: Reggio Emilia*”; Telesio Editrice, Carnate, Milano.
- MAZZETTI G.P. (2008), Indagine Geologico Ambientale – Analisi Sismica, Piano Strutturale Comunale, 2008, Baiso, 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 Baiso, R.E. Documenti inediti.

- PANIZZA M. ET ALII (1978). Geomorfologia dell'area circostante la Pietra di Bismantova; Servizio Geologico d'Italia, vol. XCVII, C.N.R.
- MAZZETTI G.P.- NASSER A.Z. - GILLI S. (2003) - Enza the alluvial cone model trough geoelectric prospection, Atti 4th European Congress en Regional Geoscientific Cartography; R.E.R. Ind. Graf. Labanti e Nanni - BO.
- SCANDONE P. et ALII (1992) - Struttura geologica, evoluzione cinematica e schema sismotettonico della penisola italiana, Atti, Convegno GNDT.
- BOSELLINI A. - MUTTI E.- RICCI LUCCHI F. (1989) - Rocce e Successioni sedimentarie UTET
- AGIP (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
- BOSELLINI A. (1981) - The Emilia 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, UNIBO.
- 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.
- MAZZETTI G.P. 1978, Geomorfologia della Sinclinale di Carpineti, Tesi non pubblicata, Istituto di Geologia UNIVERSITA' DI FERRARA
- 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. *Tectonophysics*.
- 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)