



PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile



**CONFERENZA DELLE REGIONI E
DELLE PROVINCE AUTONOME**

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

MICROZONAZIONE SISMICA

Livello 1 e Livello 2

Relazione Illustrativa

Regione Emilia-Romagna

Comune di Bettola



Regione	Soggetto realizzatore	Data
Emilia Romagna	Dr Geol. Roberto Ponzanibbio Dr Geol. Francesco Tagliavini	Dicembre 2013

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

INDICE

1.	INTRODUZIONE.....	6
2.	DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE	9
3.	ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DEL TERRITORIO COMUNALE DI BETTOLA	18
3.1	Le Unità Liguridi.....	20
3.2	Le Unità Epiliguridi	21
3.3	Depositi quaternari	22
3.4	Forme e depositi legati alla degradazione meteorica	24
3.4.1	Forme e depositi legati al ruscellamento	25
3.4.2	Forme e depositi dovuti al dissesto	25
3.4.3	Movimenti di massa lenti	25
3.4.4	Movimenti rapidi	26
3.4.5	Frane complesse	27
4.	DATI GEOTECNICI E GEOFISICI.....	28
5.	METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI.....	30
6.	ELABORATI CARTOGRAFICI.....	32
6.1	CASE RICÒ (tavola 1/22).....	32
6.1.1	Carta delle indagini	32
6.1.2	Carta geologico tecnica	32
6.1.3	Carta delle frequenze naturali.....	32
6.1.4	Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica	33
6.1.5	Carta di Microzonazione sismica – livello II	33
6.2	LUGHERZANO (tavola 2/22)	33
6.2.1	Carta delle indagini	33
6.2.2	Carta geologico tecnica	34
6.2.3	Carta delle frequenze naturali.....	34
6.2.4	Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica	34
6.2.5	Carta di Microzonazione sismica – II livello.....	34
6.3	CASA BARDARELLI (tavola 3/22).....	35
6.3.1	Carta delle indagini	35
6.3.2	Carta geologico tecnica	35
6.3.3	Carta delle frequenze naturali.....	36

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

6.3.4	Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica	36
6.3.5	Carta di Microzonazione sismica – Il livello	36
6.4	RECESIO (tavola 4/22)	37
6.4.1	Carta delle indagini	37
6.4.2	Carta geologico tecnica	37
6.4.3	Carta delle frequenze naturali	37
6.4.4	Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica	38
6.4.5	Carta di Microzonazione sismica – Il livello	38
6.5	SPONGIOLA (tavola 5/22)	38
6.5.1	Carta delle indagini	38
6.5.2	Carta geologico tecnica	39
6.5.3	Carta delle frequenze naturali	39
6.5.4	Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica	39
6.6	CASTELLO DI RONCOVERO (tavola 6/22)	39
6.6.1	Carta delle indagini	39
6.6.2	Carta geologico tecnica	40
6.6.3	Carta delle frequenze naturali	40
6.6.4	Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica	40
6.7	BETTOLA NW IL LOGHETTO (tavola 7/22)	41
6.7.1	Carta delle indagini	41
6.7.2	Carta geologico tecnica	41
6.7.3	Carta delle frequenze naturali	42
6.7.4	Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica	42
6.7.5	Carta di Microzonazione sismica – Il livello	43
6.8	BETTOLA NE SAN BERNARDINO (tavola 8/22)	43
6.8.1	Carta delle indagini	43
6.8.2	Carta geologico tecnica	44
6.8.3	Carta delle frequenze naturali	44
6.8.4	Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica	44
6.8.5	Carta di Microzonazione sismica – Il livello	44
6.9	BETTOLA SE TORRICELLE DI SOPRA (tavola 9/22)	45
6.9.1	Carta delle indagini	45
6.9.2	Carta geologico tecnica	45

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

6.9.3	Carta delle frequenze naturali.....	46
6.9.4	Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica	46
6.9.5	Carta di Microzonazione sismica – Il livello.....	46
6.10	BETTOLA SW PIANAZZO (tavola 10/22).....	47
6.10.1	Carta delle indagini.....	47
6.10.2	Carta geologico tecnica	47
6.10.3	Carta delle frequenze naturali.....	47
6.10.4	Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica	47
6.10.5	Interpretazioni e incertezze.....	48
6.11	EBBIO (tavola 11/22).....	48
6.11.1	Carta delle indagini.....	48
6.11.2	Carta geologico tecnica	48
6.11.3	Carta delle frequenze naturali.....	49
6.11.4	Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica	49
6.11.5	Carta di Microzonazione sismica – Il livello.....	49
6.12	MISSANO (tavola 12/22).....	49
6.12.1	Carta delle indagini.....	49
6.12.2	Carta geologico tecnica	50
6.12.3	Carta delle frequenze naturali.....	50
6.12.4	Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica	50
6.13	RIGLIO (tavola 13/22).....	51
6.13.1	Carta delle indagini.....	51
6.13.2	Carta geologico tecnica	51
6.13.3	Carta delle frequenze naturali.....	51
6.13.4	Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica	51
6.13.5	Carta di Microzonazione sismica – Il livello.....	51
6.14	VILLANOVA (tavola 14/22).....	52
6.14.1	Carta delle indagini.....	52
6.14.2	Carta geologico tecnica	52
6.14.3	Carta delle frequenze naturali.....	53
6.14.4	Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica	53
6.15	VEROGNA (tavola 15/22)	53
6.15.1	Carta delle indagini.....	53

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

6.15.2	Carta geologico tecnica	53
6.15.3	Carta delle frequenze naturali.....	54
6.15.4	Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica	54
6.16	LEGGIO (tavola 16/22)	54
6.16.1	Carta delle indagini.....	54
6.16.2	Carta geologico tecnica	55
6.16.3	Carta delle frequenze naturali.....	56
6.16.4	Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica	56
6.17	MONTOSERO (tavola 17/22)	56
6.17.1	Carta delle indagini.....	56
6.17.2	Carta geologico tecnica	56
6.17.3	Carta delle frequenze naturali.....	57
6.17.4	Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica	57
6.18	MUSA e APULO (tavola 18/22)	57
6.18.1	Carta delle indagini.....	57
6.18.2	Carta geologico tecnica	57
6.18.3	Carta delle frequenze naturali.....	59
6.18.4	Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica	59
6.18.1	Carta di Microzonazione sismica – Il livello.....	59
6.19	BRAMAIANO (tavola 19/22)	59
6.19.1	Carta delle indagini.....	59
6.19.2	Carta geologico tecnica	60
6.19.3	Carta delle frequenze naturali.....	60
6.19.4	Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica	60
6.20	COSTA (tavola 20/22)	61
6.20.1	Carta delle indagini.....	61
6.20.2	Carta geologico tecnica	61
6.20.3	Carta delle frequenze naturali.....	62
6.20.4	Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica	62
6.20.5	Carta di Microzonazione sismica – Il livello.....	62
6.21	GROPPODUCALE, i FORLINI e i CORDANI (tavola 21/22).....	63
6.21.1	Carta delle indagini.....	63
6.21.2	Carta geologico tecnica	63

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

6.21.3	Carta delle frequenze naturali.....	63
6.21.4	Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica	64
6.21.5	Carta di Microzonazione sismica – Il livello.....	64
6.22	PRATO BARBIERI (tavola 22/22)	65
6.22.1	Carta delle indagini.....	65
6.22.2	Carta geologico tecnica	65
6.22.3	Carta delle frequenze naturali.....	65
6.22.4	Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica	65
6.22.1	Carta di Microzonazione sismica – Il livello.....	65
6.22.2	Interpretazioni e incertezze.....	66

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

1. INTRODUZIONE

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Bettola è stato redatto da parte del sottoscritto tecnico dott. geol. Ponzanibbio Roberto (determina n° 396 del 25/11/2012) il presente studio di microzonazione sismica di I e II livello ai sensi della O.P.C.M. 29 febbraio 2012, n. 4007 e della D'G.R. 10 settembre 2012, n. 195.

La Microzonazione Sismica (MS) rappresenta ormai da alcuni anni uno strumento indispensabile nelle strategie di prevenzione e riduzione del rischio sismico ed è applicato alle varie fasi della pianificazione urbanistica.

Uno studio di microzonazione sismica ha la finalità di prevedere la distribuzione degli effetti di un terremoto in un'area urbana e di individuare criteri di gestione del territorio (geotecnici, strutturali, urbanistici) volti a mitigare, in futuro, i danni di un terremoto. La microzonazione sismica implica quindi la stima sia della pericolosità che della vulnerabilità sismica dell'area di studio, e quindi non può prescindere da una valutazione della risposta sismica locale, vale a dire del modo in cui la struttura geologica superficiale influisce sulla propagazione delle onde sismiche. Effetti locali d'amplificazione dell'ampiezza e d'incremento della durata del moto sismico (effetti di sito) caratterizzano generalmente le coperture di terreni superficiali poggianti su un substrato roccioso.

Gli effetti di sito possono quindi giocare un ruolo cruciale sulla distribuzione del danneggiamento durante terremoti di forte intensità. Lo studio degli effetti di sito avviene mediante l'analisi di registrazioni di terremoti e di rumore sismico ambientale (metodi sperimentali) e/o la simulazione della propagazione delle onde sismiche in modelli del sottosuolo (metodi numerici), e necessariamente si avvale di contributi di diversa estrazione di tipo sismologico, geofisico, geotecnico, ingegneristico.

I danni causati dal terremoto e la geologia locale risultano essere in stretta relazione; in particolare, la morfologia superficiale e profonda, il regime delle acque sotterranee, la costituzione del sottosuolo e le proprietà dinamiche dei terreni rappresentano fattori che possono fortemente condizionare l'entità degli effetti in superficie di un sisma. Lo studio del territorio assume perciò enorme importanza per la valutazione dell'esposizione al rischio sismico, in particolare nelle aree critiche dal punto di vista della concentrazione urbana, del patrimonio artistico o delle attività industriali.

La Pericolosità Sismica (Seismic Hazard) viene definita come il probabile livello di scuotimento del suolo associato al verificarsi di un terremoto; una sua quantificazione può essere ottenuta dagli

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

elenchi e dalle carte recentemente realizzati dal Servizio Sismico Nazionale (SSN) e dal Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti (GNDT).

Tutti i Comuni sono stati suddivisi in quattro categorie (Macrozonazione Sismica) contraddistinte da differenti valori di PGA. Tale suddivisione tuttavia, non tenendo in considerazione i possibili effetti di amplificazione dovuti al passaggio del moto sismico attraverso la copertura sedimentaria superficiale, può risultare inadatta a rappresentare situazioni locali che, per caratteristiche peculiari, possono presentare gradi di pericolosità sismica assai diversi.

La Microzonazione Sismica rappresenta l'attività svolta ai fini di una più dettagliata suddivisione del territorio in aree in cui i valori di pericolosità sismica rispecchiano più rigorosamente le condizioni locali. L'analisi della risposta di un suolo alle sollecitazioni sismiche (Risposta Sismica Locale), costituisce la parte fondamentale delle attività di Microzonazione Sismica; essa richiede un approccio di tipo multidisciplinare che integri i contributi provenienti dalla Sismologia, dalla Geofisica, dalla Geotecnica e dall'Ingegneria Strutturale .

Il presente studio di Microzonazione Sismica di Livello I, rappresenta un livello propedeutico ai successivi studi di MS, che consiste in una raccolta organica e ragionata di dati di natura geologica, geofisica e geotecnica e delle informazioni preesistenti e/o acquisite appositamente al fine di suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee dal punto di vista del comportamento sismico. Tale approfondimento è finalizzato alla realizzazione della carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica ("MOPS").

Per il presente studio i dati esistenti sono stati implementati con le seguenti indagini geofisiche:

- n. 15 misure di frequenze naturali dei terreni (HVSr);
- n. 10 prove penetrometriche statiche (C.P.T.)

Lo studio e le indagini geofisiche sono state condotte secondo le specifiche tecniche contenute nei seguenti testi di riferimento normativo e tecnico:

- O.P.C.M. n. 4007/12 del 29.02.2012 pubblicata in G.U. del 07.03.2012 che disciplina i contributi economici per gli interventi di prevenzione del rischio sismico e fa riferimento alla precedente;
- O.P.C.M. n. 3907 del 13.11.2010 pubblicata in G.U. del 01.12.2010 (modificata con O.P.C.M. n. 3925 del 23.02.11), previsti dall'Art. 11 del decreto legge 28 aprile 2009 n.39, convertito, con modificazioni, dalla Legge n. 77 del 24/06/2009;
- Delibera di Giunta Regionale n° 1302 del 10.09.2012 (pubblicata sul BUR n. 195 del 26.09.2012) "Approvazione dei criteri per gli studi di microzonazione sismica ed

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

assegnazione e concessione dei contributi di cui all'OPCM 4007/2012 a favore degli Enti locali”.

Le aree di indagine sono state scelte e localizzate in corrispondenza delle aree urbane e urbanizzabili che il Comune di Bettola ha individuato nel proprio P.R.G. Variante Generale 1998.

2. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE

Il territorio del comune di Bettola risente delle dinamiche orogenetiche legate alla formazione dell'Appennino settentrionale: a parte alcuni tratti subpianeggianti lungo il torrente Nure, perlopiù costituiti da depositi alluvionali terrazzati, il resto del territorio bettolese è occupato dall'apparato collinare legato al corrugamento e deformazione delle formazioni liguri ed epiliguri. L'intensa attività orogenetica di questa parte dell'Appennino ha fatto sì che fino ai giorni si sviluppassero terremoti di varia intensità a riconferma del fatto che il fronte sepolto appenninico sia sempre geologicamente attivo. Queste scosse di terremoto nel corso degli ultimi due secoli sono state registrate e catalogate da parecchie strutture preposte e proprio dall'analisi del catalogo DOM4.1, che raccoglie le osservazioni macrosismiche di terremoti d'area italiana al di sopra della soglia del danno e che contiene circa 37.000 osservazioni macrosismiche relative a più di 900 terremoti e a più di 10.000 località, su incarico della protezione civile, da Molin et al' (1996) in combinazione con i dati di CFTI (Catalogo dei Forti Terremoti Italiani di ING/SGA Boschi et al' (1995)) è stata redatta la "mappa delle massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani", di cui si riporta un estratto relativamente alla Regione Emilia-Romagna (Figura 1).

Il territorio di Bettola è caratterizzato da un'intensità macrosismica inferiore o pari a I_{max} 6.

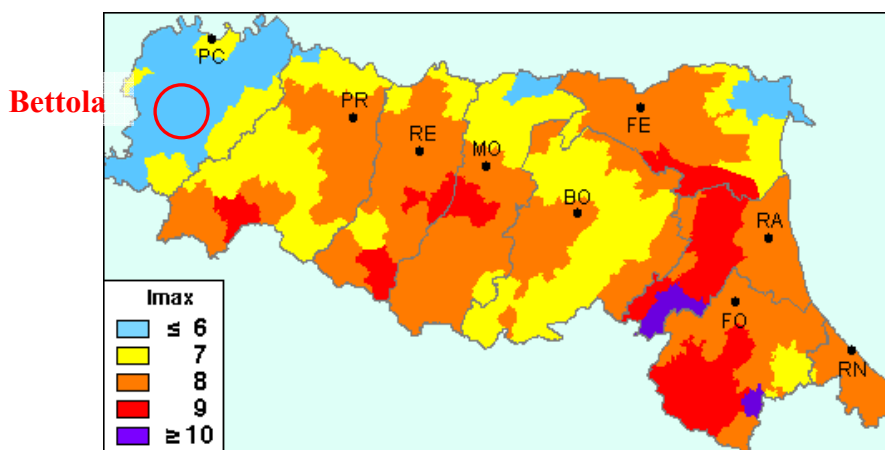


Figura 1 – Mappa delle massime intensità macrosismiche osservate nei comuni dell'Emilia Romagna.

I dati Macrosismici contenuti nel catalogo di cui in precedenza rappresentano la base per la definizione della pericolosità sismica di base e sono riportati nel Database Macrosismico Italiano la cui ultima versione è il DBMI 2011, messo a disposizione dall'INGV. All'interno del catalogo sono stati selezionati gli eventi di maggiore rilevanza che hanno interessato il territorio comunale di Bettola; in particolare sono stati individuati 12 eventi di riferimento a partire dal 1885 con relativa Magnitudo di Momento (M_w) dell'epicentro della scossa.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Storia sismica del comune di Bettola

[44.775, 9.603]

Effetti	In occasione del terremoto del:				
	Data	Località	Np	Io	Mw
Is					
3	1885 02 26 20:48	SCANDIANO	78	6	5.19 ±0.15
4-5	1887 02 23 05:21:50	Liguria occidentale	1516		6.97 ±0.15
3	1906 11 10 17:55	Appennino ligure	49	5-6	4.44 ±0.28
5	1920 09 07 05:55:40	Garfagnana	756	10	6.48 ±0.09
4-5	1927 10 28 21:49	BEDONIA	51	6	4.88 ±0.21
6	1980 12 23 12:01:06	Piacentino	38	6-7	4.60 ±0.09
3	1983 11 09 16:29:52	Parmense	850	6-7	5.06 ±0.09
NF	1986 12 06 17:07:20	BONDENO	604	6	4.61 ±0.10
NF	1991 10 31 09:31:18	Parmense	134	5	4.45 ±0.14
3	1995 10 10 06:54:23	LUNIGIANA	341	7	4.85 ±0.09
NF	2005 04 13 18:46:08	Valle del Trebbia	165	5	4.05 ±0.18
3-4	2005 04 18 10:59:18	Valle del Trebbia	286	5	3.98 ±0.09

Tabella 1 – Principali eventi sismici che hanno interessato il territorio comunale di Bettola a partire dal 1885.

La massima intensità Is registrata risulta pari a 6 gradi su MCS riferito all'evento del 23 dicembre 1980 avvenuto nel PIACENTINO (Grafico 1).

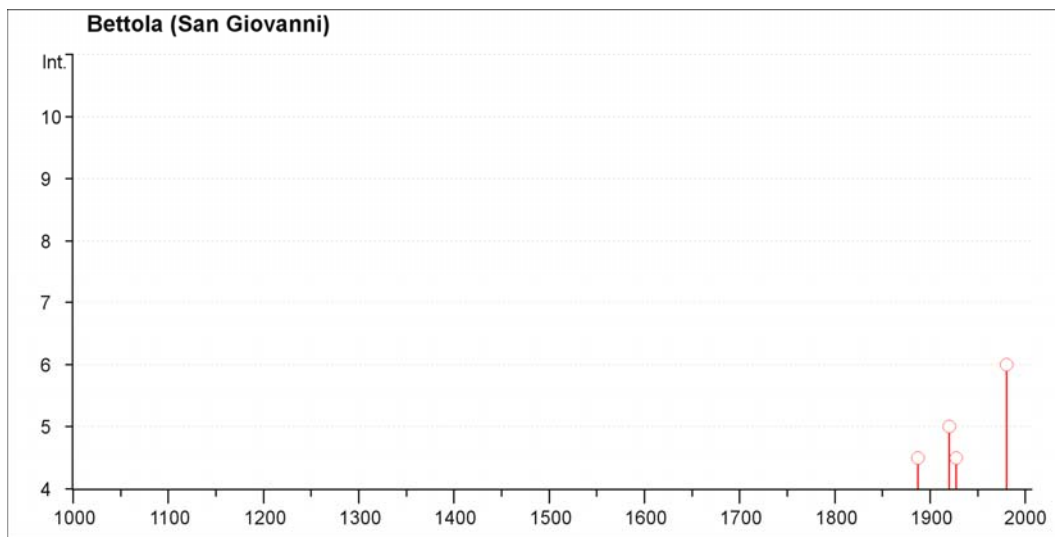


Grafico 1 – Intensità Is degli eventi sismici che hanno interessato il territorio comunale di Bettola.

Un passo fondamentale nella valutazione del rischio sismico di un'area è l'identificazione delle faglie attive.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Sebbene esistano, infatti, strutture a scorrimento lento asismico (fault creep o tectonic creep), molte delle faglie attive sono considerate sorgenti sismiche in quanto lo scorrimento istantaneo dei due lati delle stesse, che avviene allorché lo stress supera la resistenza delle rocce, genera il rilascio di onde elastiche che si propagano in tutte le direzioni. A tali faglie sismogenetiche è associato il maggior rischio.

Per la definizione di faglia attiva si fa normalmente riferimento alla possibilità che una faglia possa attivarsi in un intervallo di tempo futuro che interessa la nostra società. D'altra parte le faglie che hanno la maggiore probabilità di muoversi in un futuro prossimo sono da ricercarsi tra quelle che si sono mosse nelle fasi più recenti della storia geologica. Così una delle definizioni più comunemente accettata è quella della U.S Nuclear Regulatory Commission (1982), che definisce attive le faglie che presentano un'attivazione negli ultimi 35.000 anni o almeno due negli ultimi 500.000 anni.

La Carta sismotettonica della Regione Emilia Romagna alla scala 1:250.000, oltre alla definizione della pericolosità sismica locale e all'individuazione di strutture potenzialmente sismogenetiche, offre anche un quadro delle relazioni fra attività tettonica attuale e i rischi naturali. In detto lavoro, infatti, l'analisi comparata della sismicità e delle strutture attive, evidenti per la loro espressione sia morfologica che geologica, unitamente ad una riconsiderazione dei dati disponibili sui movimenti verticali del suolo (sollevamento dei terrazzi alluvionali, subsidenza, evoluzione del reticolo idrografico) e alla ricostruzione delle isobate delle 2 principali e più recenti superfici di discontinuità del sottosuolo (rispettivamente 450.000 anni, base del SERS, e 10.000 anni, base dell'Olocene), ha permesso di ottenere un quadro neotettonico e sismotettonico ben definito del territorio indagato.

Esaminando la Figura 2, che può essere considerata lo schema di sintesi sull'attività neotettonica in Emilia-Romagna, emerge che le zone a maggiore sollevamento, con tassi >1 mm/anno, sono individuabili nella parte alta della catena, corrispondente al settore a monte del principale raddoppio crostale a conferma dell'attività di questa struttura.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

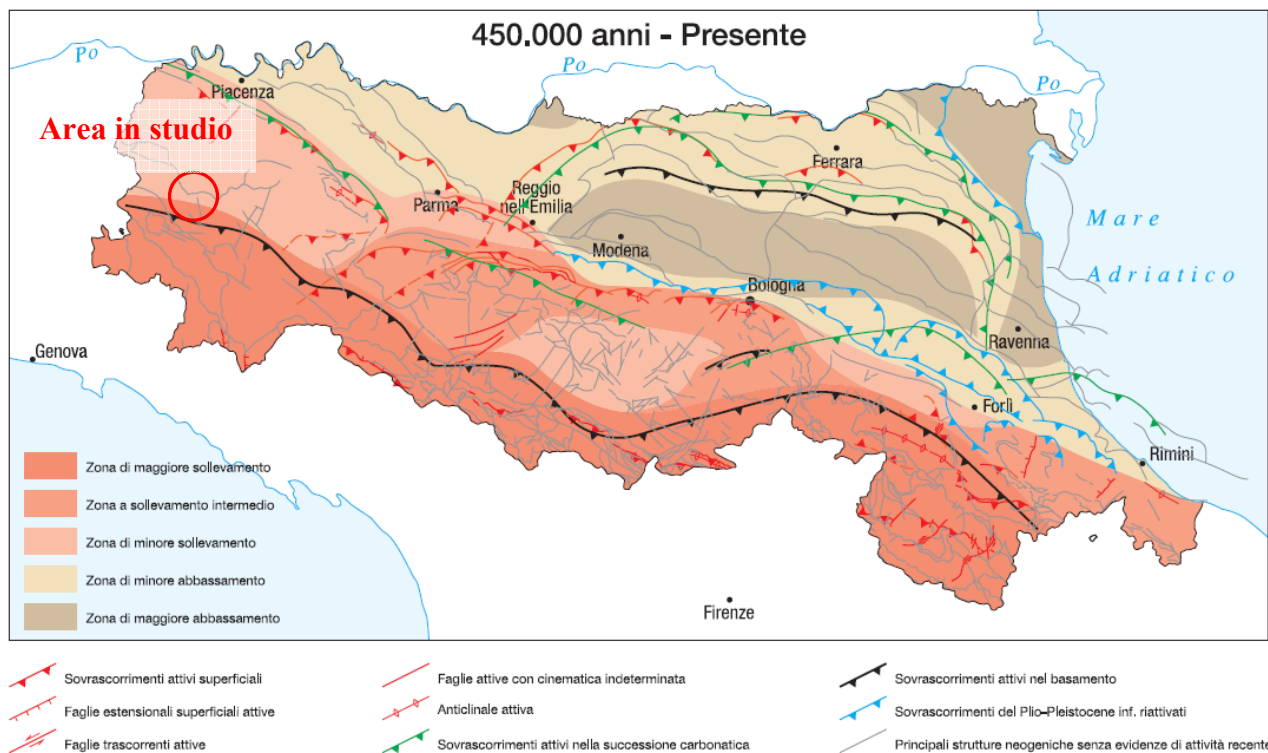


Figura 2 - Schema di sintesi sull'attività neotettonica in Emilia-Romagna

L'area a sollevamento intermedio, con tassi mediamente ≥ 1 mm/anno, corrisponde al settore immediatamente retrostante la struttura superficiale del margine che da Bologna si estende verso NW fino alla valle del Taro. Le aree a minore sollevamento (< 1 mm/anno) si collocano immediatamente a valle della struttura crostale. Anche in pianura le zone di minore abbassamento, con tassi < 1 mm/anno, corrispondono alle aree maggiormente interessate dalle strutture attive. Le strutture di questo settore sono sepolte e non mostrano, generalmente, evidenze in superficie.

Il sistema attivo delle Pieghe Emiliane corrisponde al limite tra la zona in minore sollevamento della catena con la zona di minore abbassamento della pianura.

La sismicità legata alle strutture superficiali, con ipocentri mediamente ad una profondità inferiore a 15 km, risulta molto diffusa in catena e più localizzata in pianura, soprattutto in corrispondenza della dorsale ferrarese.

I meccanismi focali calcolati risultano compressivi e trascorrenti indicando direzioni di compressione sia NE-SW che NW-SE. I meccanismi focali distensivi sono nettamente secondari. Risulta quindi che la cinematica delle principali strutture attive superficiali è di tipo transpressivo.

La sismicità crostale, con ipocentri mediamente compresi tra 15 e 35 km, mostra una distribuzione simile a quella più superficiale ma con una densità inferiore. Anche in questo caso i

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

meccanismi focali risultano compressivi e trascorrenti con direzioni di compressione sia NW-SE che NE-SW ed i meccanismi distensivi sono rari e ben localizzati.

La sismicità più profonda, con ipocentri oltre i 35 km, fino ad oltre 50 km, è sempre diffusa nel settore di catena e in corrispondenza del margine appenninico-padano, e decisamente minore in pianura. I meccanismi focali calcolati sono in accordo con quanto riscontrato nei livelli strutturali superiori.

Risulta così un modello geodinamico attivo in cui le strutture superficiali della copertura, quelle crostali nonché quelle del mantello, sebbene tra loro distinte, sono tutte coerenti e inquadrabili in un sistema transpressivo che rispetto alle zone esterne dell'avampaese padano, relativamente stabili, assume il significato di un sistema di ordine inferiore all'interno di una zona di trascorrenza destra.

In Figura 3 è riportata la distribuzione delle strutture attive della copertura, della crosta e del mantello con una zonazione delle aree che maggiormente risentono della loro attività.

Per questa zonazione si è tenuto conto anche degli effetti superficiali quali le aree di maggiore sollevamento in catena e di minore abbassamento in pianura, come pure della distribuzione delle aree a maggiore frequenza di fenomeni franosi.

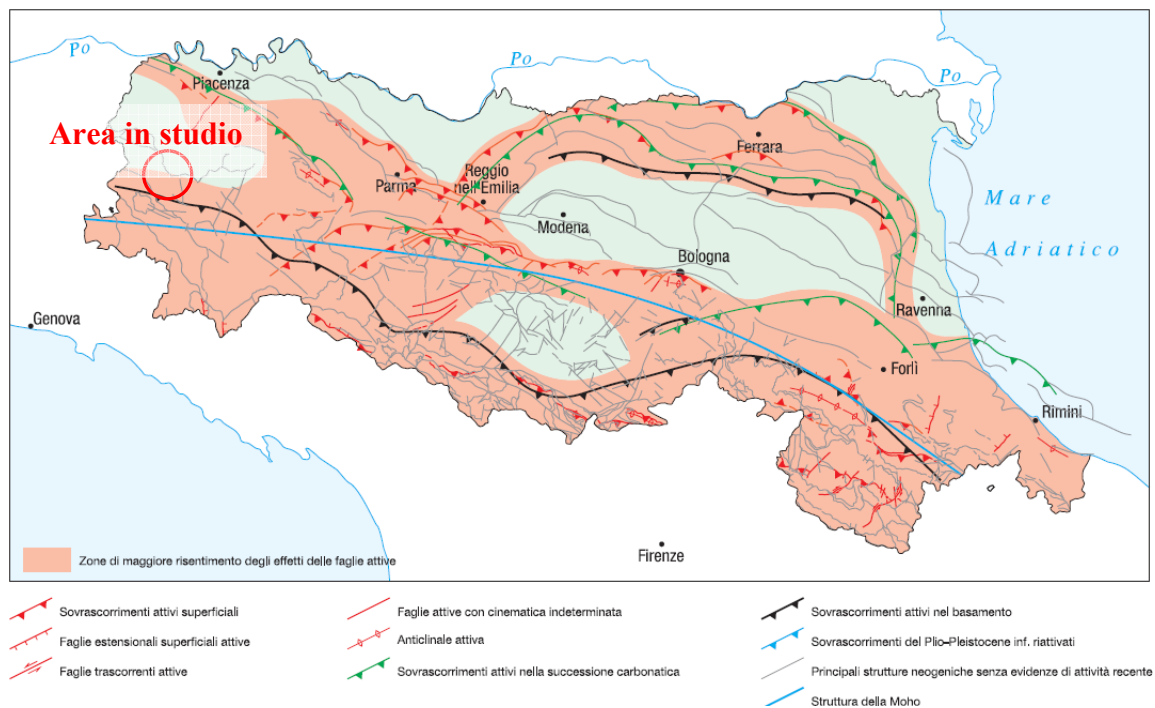


Figura 3 - Zonazione delle aree che maggiormente risentono delle faglie attive

Dunque dall'analisi della Figura 2 e Figura 3 si evince che l'areale del Comune di Bettola ricade in una zona a minor sollevamento.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Con Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20 marzo 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”, il Comune di Bettola è stato classificato, come evidenziato nella figura successiva, in zona sismica 3.

L'appartenenza alla terza classe implica la necessità di approfondire la situazione sismica locale al fine di pervenire ad una gestione del territorio che consenta il più possibile di preservare la vita umana e le strutture in caso di terremoto. In tal senso si è provveduto ad effettuare un'analisi del territorio attraverso la realizzazione di misure passive del rumore sismico ambientale mediante la tecnica nota come HVSR (*horizontal to vertical spectral ratios*) e attraverso l'analisi dei dati bibliografici a disposizione, con particolare attenzione al quadro conoscitivo del PRG Variante generale 1998 e al PTCP della Provincia di Piacenza approvato con atto n.69 del 02.07.2010.

L'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 28 aprile 2006, n. 3519 “Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone” ha fissato i criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e la nuova mappa di pericolosità sismica di riferimento a scala nazionale, di cui si riporta nella pagina precedente un estratto relativo alla Regione Emilia Romagna. Il valore di pericolosità sismica del territorio del comune di Bettola, così come individuato dall'INGV e riproposto nella mappa della pericolosità a scala comunale, è compreso tra 0,100g e 0,125g.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale

(riferimento: Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n.3519, All.1b)

espressa in termini di accelerazione massima del suolo
con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

referita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat.A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005)

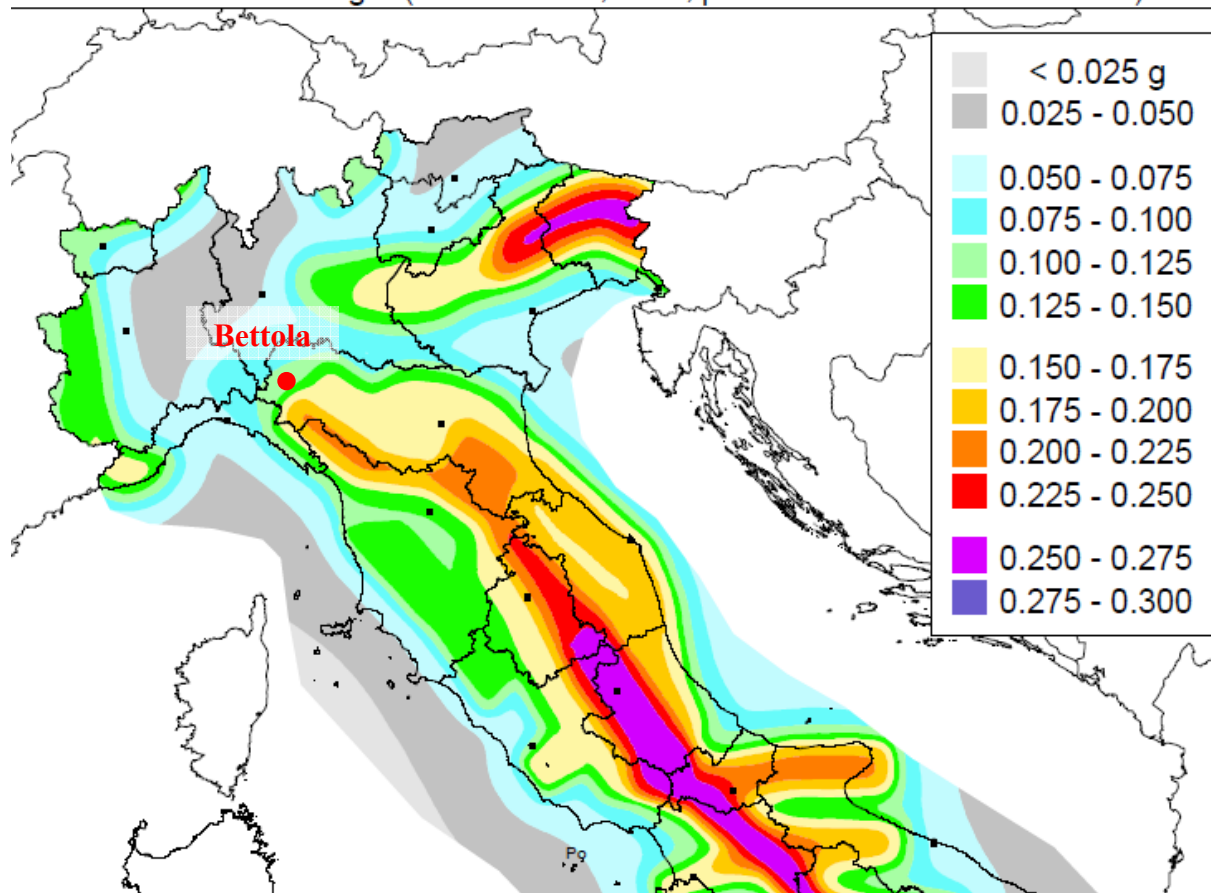


Figura 4 – Stralcio della Carta della Pericolosità Sismica di Riferimento, secondo OPCM 3519/2006, espressa in termini di accelerazione con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita ai suoli rigidi.

La deliberazione dell'Assemblea legislativa della Regione Emilia Romagna n.112 del 2 maggio 2007 "Approvazione dell'atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art. 16, comma 1, della L.R. 20/2000 "Disciplina generale sulla tutela e l'uso del territorio", in merito a "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica" (proposta della Giunta Regionale in data 10 gennaio 2007, n.1), fornisce i criteri per la valutazione della risposta sismica locale e per la microzonazione sismica del territorio e stabilisce che gli indirizzi approvati dovranno essere osservati dalle Amministrazioni provinciali e comunali nell'elaborazione della propria strumentazione territoriale ed urbanistica. In tale documento sono inoltre individuati per ogni comune della Regione, sulla base dell'Ordinanza del Presidente del

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Consiglio dei Ministri n.3519/2006, i valori di accelerazione di riferimento che per il Comune di Bettola risulta pari a 0,113g.

La zonazione sismogenetica ZS9 è il risultato di modifiche, accorpamenti ed elisioni delle numerose zone di ZS4 e dell'introduzione di nuove. La zonazione ZS9 soddisfa i seguenti requisiti:

- È basata prevalentemente sul background informativo e sull'impianto generale di ZS4, che deriva dall'approccio cinematico all'elaborazione del modello sismotettonico;
- Recepisce le informazioni sulle sorgenti sismogenetiche italiane messe a disposizione da DISS 2.0 (Database of Potential Sources for Earthquake Larger than M5.5 in Italy, Valensise e Pantosti, 2001) e da altre compilazioni regionali di faglie attive;
- Considera le indicazioni e gli spunti che derivano dall'analisi dei dati relativi ai terremoti più importanti verificatisi successivamente alla predisposizione di ZS4;
- Supera il problema delle ridotte dimensioni delle zone-sorgente e della conseguente limitatezza del campione di terremoti che ricade in ciascuna di esse;

Sulla base di questi requisiti la zonazione sismogenetica del territorio italiano definisce diverse zone identificate da un numero o da una lettera a seconda del significato.

Il territorio del comune di Bettola (v.si Figura 5) ricade nella zona sismogenetica 911, che è costituito dall'unione delle zone 25 e 26 di ZS4, opportunamente ristrette, comprende il cosiddetto "arco di Pavia" e le strutture ad esso relative. Si suppone che la funzione delle strutture comprese all'interno della 911 sia di "svincolo" cinematico del sistema supposto in migrazione.

Lo smembramento di tale zona nelle diverse zone appenniniche longitudinali non avrebbe consentito la corretta valutazione della pericolosità nell'area da essa racchiusa, a fronte di una non trascurabile sismicità dell'area stessa.

Codesta zonazione sismogenetica consente di calcolare per ciascuna area anche la magnitudo massima attesa, che per l'area 911, entro cui ricade il territorio comunale di Bettola, è stata stimata in rapporto all'intensità sismica dei terremoti verificatisi nella zona. Utilizzando i dati presenti nel database del INGV e la formula suggerita dal Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti è stato ottenuto una magnitudo massima attesa pari a 6,14.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

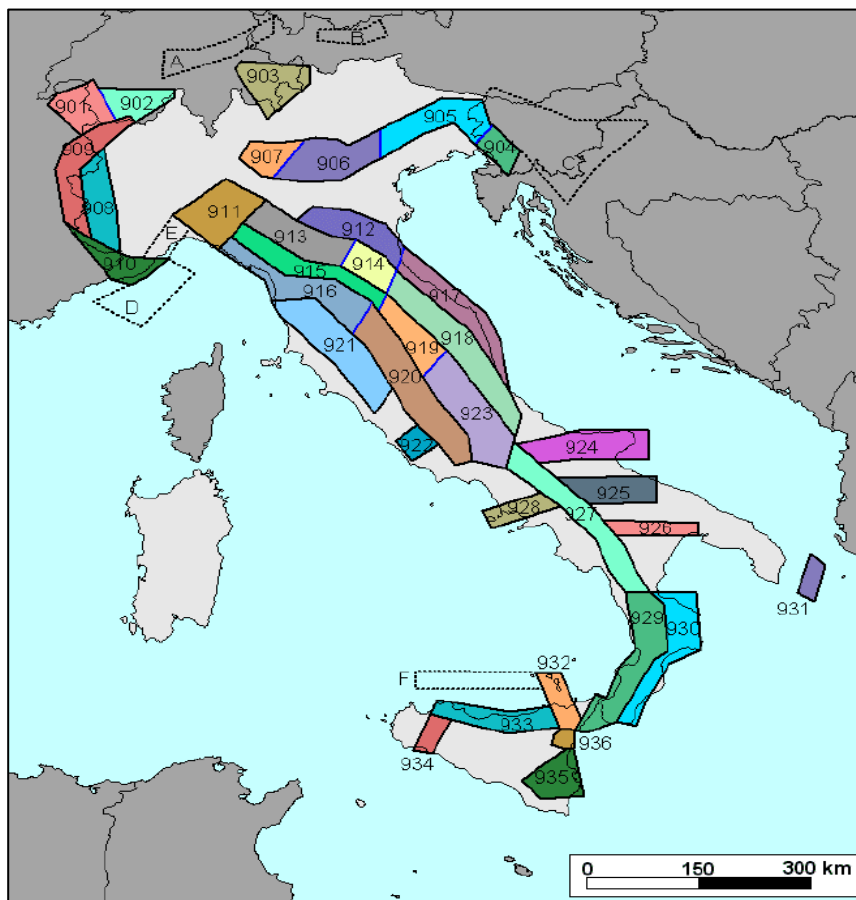


Figura 5 – Zonazione sismogenetica ZS9. Le diverse zone sono individuate da un numero; le zone indicate con una lettera non sono state utilizzate per la valutazione della pericolosità sismica.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

3. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DEL TERRITORIO COMUNALE DI BETTOLA

L'edificio dell'Appennino settentrionale nasce in un contesto tettonico a stile compressivo nel quale hanno avuto un ruolo di prioritaria importanza i movimenti di convergenza e divergenza della placca Corso-Sarda, Iberica, Adriatica ed Europea. Il meccanismo evolutivo risulta alquanto complesso; nelle linee generali è impresso dal movimento rotazionale antiorario della placca Africana, per l'apertura dell'Oceano Atlantico, determinando nel bacino Mediterraneo (nel settore italico) spinte tettoniche con vergenza nord-est. Le fasi dell'attività geodinamica possono essere sostanzialmente raggruppate in due cicli tettonici fondamentali. Il ciclo più antico, conosciuto come "Fase Ligure" (ELTER G. et al', 1966; ELTER P., 1973; ZANZUCCHI, 1963, 1980), si sviluppò dal terziario basso all'Oligocene superiore e comprese gli eventi geodinamici antecedenti e pertinenti la collisione continentale tra la propaggine Corso-Sarda della placca Euroasiatica e la micro-placca Adriatica.

Il secondo ciclo, invece, noto come "Fase Toscana" (ABBATE E. SAGRI M. 1991), si sviluppò per tutto il Miocene e comprese gli eventi geodinamici relativi alla messa in posto quasi definitiva delle unità oggi affioranti nella fascia appenninica.

Successivamente al secondo ciclo nella regione Toscana seguirono manifestazioni di tettonica distensiva che si tradussero in grandi sistemi di faglie, parallele alla costa tirrenica, ed in evidente relazione con l'apertura di questo mare. Nel dominio emiliano continuò, invece, la tettonica compressiva con estesi piegamenti e con ulteriori traslazioni e giustapposizioni delle unità presenti e in corso di sedimentazione. La tettonica a stile compressivo continuò a perdurare fino ai giorni nostri, con picchi nel pliocene e nel pleistocene inferiore, interessando le strutture frontali sepolte della Pianura Padana.

L'edificio Appennino, come già affermato, nasce quindi in un contesto tettonico a stile compressivo nel quale le spinte orogenetiche attive dal terziario basso fino ai giorni nostri, quasi esclusivamente in ambiente sottomarino, hanno comportato un notevole raccorciamento crostale.

Concettualmente il processo di strutturazione è sintetizzabile nella dislocazione e deformazione di potenti ammassi rocciosi, secondo un modello generale a falde di ricoprimento. Si tratta della sovrapposizione multipla (dall'inglese Thrusts) di sequenze sedimentarie ed ignee (in modo subordinato), staccatesi dal substrato oceanico di formazione e traslate e giustapposte verso nord est, in rapporto all'azione delle spinte orogenetiche. Nel dettaglio la strutturazione dell'Appennino si compone di una serie di unità alloctone (Liguridi interne ed esterne e Subliguridi) che ricoprono

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

con contatti di natura chiaramente tettonica un substrato costituito da una serie di unità autoctone (Unità della Falda Toscana, Unità di Pracchiola Bobbio - Cervarola e Cervarola e Unità padano adriatiche). In posizione superiore, sopra le Liguridi, si collocano le unità pseudo-autoctone della Successione Epiligure M. Piano Bismantova (Epiligure e bacino terziario piemontese) e le successioni neoautoctone del margine appenninico (V.si Figura 6).

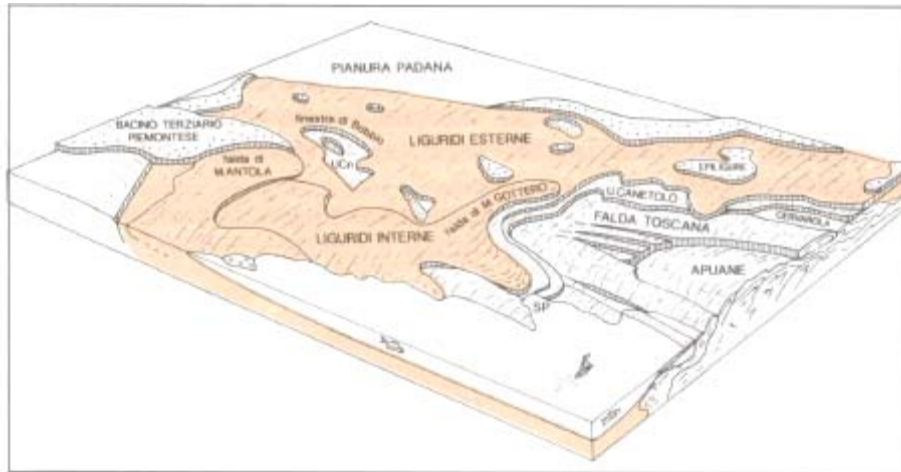


Figura 6 - Schema della sovrapposizione tettonica delle principali unità dell'edificio appenninico in Provincia di Piacenza e zone limitrofe

Le unità alloctone, collocate quindi al tetto della catena appenninica, sono suddivisibili in due successioni principali:

Successione cretaceo-eocenica: rappresentano i sedimenti di fondo oceanico dell'estinto bacino della Tetide, depositati antecedentemente alla collisione della placca Corso-Sarda con la Placca Europea. Si tratta di unità traslate ed intensamente deformate sopra alle unità autoctone.

Si compongono di un Complesso di Base a composizione argilloso-calcareo prevalente con inclusi potenti complessi ofiolitici (Complessi Ofiolitici di M. Camulara, M. Bercello, Costa Monte Capra, ecc.) e da una serie di unità calcareo-marnose (Flysch di Bettola, Flysch di M. Cassio, Formazione di Val Luretta, Flysch di M. Orocco, Flysch di Ottone) e arenaceo-calcareo-pelitiche (Flysch di M. Penice, Flysch di Farini d'Olmo); Successione eo-miocenica: rappresentano i sedimenti di fondo oceanico sedimentati posteriormente alla collisione della placca Corso-Sarda con la Placca Europea (Epiliguridi e Subliguridi: Unità di Sanguinetto, Unità Aveto). Queste unità, intensamente deformate dall'orogenesi appenninica, principalmente dalla Fase Toscana, si collocano sopra la successione cretaceo-eocenica. La composizione è molto varia in relazione alla situazione morfologica dei vari bacini di formazione, nati dalla collisione di due placche tettoniche.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Le unità autoctone, situate invece alla base della catena appenninica, presentano deformazioni più contenute rispetto alle unità alloctone. Esse caratterizzano la nota finestra tettonica di Bobbio (Marne di M. La Croce e Formazione di Bobbio).

L'edificio strutturale dell'area in esame, situata nella parte mediana del bacino del T. Nure dal centro abitato di Bettola fino alla frazione di Lugherzano (settore settentrionale del comune al confine con quello di Ponte dell'Olio), si compone di una serie di unità alloctone, appartenenti sia alla successione cretaceo-eocenica sia alla successione eo-miocenica (Epiliguri).

In particolare le unità affioranti sono:

1. Successioni Epiliguridi:

a-Unità Calcareo Marnose: Flysch di Bettola, Formazione di Val Luretta; Complessi di Base: Argille varicolori, Complesso di Pietra Parcellara, Arenarie di Scabiazza;

2. Successioni Epiliguridi: Formazione di Ranzano; Marne di M. Piano.

3.1 Le Unità Liguridi

Le unità liguridi sono collocate al tetto della catena appenninica e ricoprono tettonicamente le unità subliguridi, anche se i rapporti geometrici non sono sempre chiari. Caratterizzano la maggior parte degli affioramenti presenti nell'area in esame. Esse sono composte, come già affermato, da un Complesso di Base a composizione argilloso-calcareo prevalente con inclusi potenti complessi ofiolitici sovrastato da unità calcareo-marnose (Flysch di M. Caio). Lo spessore totale del "Complesso di base è difficilmente valutabile per l'intensa tettonizzazione, ma potrebbe essere compreso tra i 500 e i 1.200 metri. Le unità raggruppate in letteratura geologica con il nome di Complesso di base. costituiscono le sequenze stratigrafiche inferiori delle liguridi. Si tratta di litotipi prevalentemente argillosi e pelitici di età cretacea, comprendenti anche lembi dislocati di successione giurassiche, caratterizzati di sovente da una notevole deformazione che spesso le trasforma in "tettoniti" duttili, stratigraficamente molto disordinate e caotiche.

In particolare sono presenti:

Complesso di Pietra Parcellara: Unità costituita prevalentemente da lembi intensamente fratturati di Argille a Palombini e breccie monogeniche ad abbondante matrice pelitica con clasti calcarei, riferibili alle stesse Argille a Palombini. Ai suddetti litotipi si intercalano areniti, breccie poligeniche a matrice argillitica, olistoliti di ultramafiti, basalti, diaspri e calcari a calpionelle. L'età è attribuibile al Cretaceo Superiore.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Argille Varicolori : argilliti e siltiti rosse, grigio scure e verdi con intercalazioni di arenarie grigie in strati sottili e medi. Emipelagiti con torbiditi di ambiente bacinale (Campaniano-Maastrichtiano). L'età è attribuibile al Santoniano –Campaniano

Arenarie di Scabiazza: sono costituite da torbiditi di arenarie fini, siltiti e peliti in strati sottili e molto sottili che localmente, verso l'alto della serie, aumentano mediamente di spessore fino a presentare bancate arenacee ed arenaceo-marnose di alcuni metri. L'età è attribuibile al Turoniano Superiore - Campaniano Inferiore.

Flysch di M. Bettola: appartiene al gruppo dei Flysch ad Elmintoidi Campaniano - Maastrichtiani. Questa formazione è costituita da torbiditi calcareo-marnose disposte in strati solitamente spessi e molto spessi, la cui base presenta generalmente una frazione a granulometria arenitica. A queste sequenze s'intercalano torbiditi silicoclastiche in strati medio-sottili di arenarie medio fini e peliti. Al tetto della formazione possono essere presenti calcari marnosi biancastri, disposti in strati di spessore particolarmente elevato. Secondo alcuni studi compiuti sulle associazioni a nannoplancton calcareo il Flysch di Bettola presenta, indicativamente, un'età compresa nell'intervallo Campaniano Superiore Maastrichtiano Superiore.

Formazione di Val Luretta: suddivisa in tre membri dei quali affioranti nell'area in esame solamente quello basale ed intermedio. Il membro basale, noto come Membro di Poviago (Paleocene), è costituito da marne rosate ed argilliti rosse in strati da medi a molto spessi, talora bianchi, alternati ad arenarie medio-fini in strati gradati da medi a spessi e a calcari e calcari marnosi bianche in strati spessi e molto spessi Il membro intermedio, noto come Membro di Monteventano (Paleocene superiore-Eocene medio), è costituito da calcari marnosi, calcilutiti e marne in strati medi e spessi con intercalazioni di arenarie medio-fini e peliti marnose in strati gradati medi e localmente molto spessi.

3.2 Le Unità Epiliguridi

Nell'Appennino piacentino, in generale discordanza stratigrafica su gran parte delle Unità Liguri, affiorano le unità epiligruri, deposte posteriormente alla collisione continentale della placca Corso-Sarda con la Placca Europea, fra l'Eocene medio ed il Messiniano. Queste unità marine, essendo in posizione superiore rispetto alle Liguridi, si sono formate nei bacini residui derivanti dalla collisione continentale e unitamente alle serie sottostanti sono state traslate e strutturate, secondo un modello generale a falde di ricoprimento, dalle spinte orogenetiche nord-est vergenti, nel corso della fase Toscana. Merla G. (1951), per descrivere il loro duplice carattere, d'appoggio

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

stratigrafico sulle Liguridi e di alloctonia rispetto alle unità propriamente autoctone, situate alla base della catena appenninica, introdusse nella letteratura geologica il concetto di semialloctono.

Marne di M. Piano: (Eocene sup.) rappresenta la formazione basale della Successione Epiligure e appoggia in discordanza stratigrafica sulle Unità Liguri. Si tratta essenzialmente di marne, marne siltose e argille grigie, grigio verdi e rossastre a stratificazione mal definita, con rare intercalazioni di arenarie torbiditiche quarzoso-feldspatiche. Talora sono presenti intercalazioni di breccie non cementate in matrice pelitica. La formazione presenta spessori da pochi metri a circa un centinaio metri.

Formazione di Ranzano: (Eocene sup.? -Oligocene inf.) è di notevole spessore (da qualche centinaio ad oltre 1000 m) e caratterizzata da una sedimentazione silicoclastica torbiditica grossolana con potenti intercalazioni di frane extra e intraformazionali. Essa presenta, a seconda dei luoghi, contatti transizionali, netti, o addirittura discordanti sulla Formazione di M. Piano, sottolineando la marcata influenza della tettonica locale.

3.3 Depositi quaternari

I depositi del quaternario sono rappresentati da corpi di frana, falde di detrito e depositi fluviali.

I corpi di frana sono composti da ammassi caotici eterometrici ed eterogenei che ricoprono vaste porzioni dei versanti sia in destra sia in sinistra orografica della Val Nure.

Le falde di detrito si trovano alla base di pendii rocciosi, costituite dall'accumulo di materiale eterometrico generalmente caratterizzato da elementi spigolosi, delle dimensioni di una ghiaia, prive o con scarsa matrice fine sabbiosa e limosa. I depositi fluviali affiorano nel fondo valle nell'ambito del greto fluviale costituiti da ghiaie e/o blocchi poligenici ed eterometrici pulite o in scarsa matrice fine sabbiosa e limosa.

3.1 Forme strutturali

Le forme strutturali sono il risultato delle interazioni tra l'assetto e la selettività delle masse rocciose affioranti e l'azione esercitata dai processi morfogenetici (acque superficiali e meteoriche, vento, gelo-disgelo, gravità, ecc.). La morfoselezione è, infatti, correlata all'impedenza (capacità ad opporsi all'erosione operata dalle acque superficiali dilavanti) ed alla ritenzione idrica (capacità d'assorbimento delle acque superficiali). In relazione alla tipologia di materiali che caratterizzano i versanti esaminati si hanno le situazioni morfologiche di seguito descritte.

1. Rocce tenere (Complesso di Pietra Parcellara, Argille Varicolori e Marne di M. Piano):

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

- la successione stratigrafica è costituita prevalentemente da peliti ed argilliti con basso grado di morfoselezione;
- la natura tessenale di questi litotipi, talora associato ad un intenso grado di tettonizzazione e caoticizzazione, li rende estremamente sensibili ai processi erosivi e di degradazione meteorica;
- le forme del rilievo sono generalmente addolcite e variamente ondulate, con diffuse irregolarità scaturite da dissesti più o meno accentuati, in relazione alla facile degradabilità delle litologie medesime;
- l'assetto morfologico è tipicamente rappresentato da lunghi versanti irregolari, in cui si alternano piccoli crinali secondari, zone di accumulo e frequenti frane; la pendenza è tipicamente del 10 -25%;
- localmente la natura tessenale delle rocce tenere permette al ruscellamento diffuso di dare origine a forme calanchive;
- nella maggior parte dei casi, le rocce tenere affiorano nei settori più depressi dei bacini vallivi e solo raramente danno luogo a forme selettive.

2. Rocce dure (Formazione di Val Luretta, Arenarie di Scabiazza, Flysch di Bettola, Formazione di Ranzano):

- la successione stratigrafica, costituita prevalentemente da calcari, marne, arenarie e siltiti determina un grado di morfoselezione medio-alto ed alto, costituendo la classe di stabilità maggiormente rappresentata nel territorio in esame;
- la stratificazione massiccia, più o meno regolare, porta alla formazione di rilievi selettivi, picchi rocciosi, versanti ripidi e linee di crinale ben stagliate rispetto al territorio circostante, nei quali la morfologia segna l'andamento della giacitura degli strati;
- nell'evoluzione delle forme dei versanti l'orientazione della stratificazione gioca inoltre un ruolo fondamentale: i versanti con stratificazione a reggipoggio e a traversopoggio configurano pareti subverticali e pendii molto acclivi con pendenze di oltre il 40%, mentre i versanti con stratificazione a franappoggio configurano invece pendii generalmente regolari, localmente interrotti da movimenti franosi, con pendenze generalmente medie (25 - 40%) equiparabili a quelle del dorso degli strati subverticali;
- nel complesso l'assetto della stratificazione dà origine a rilievi asimmetrici denominati cuesta, con fronte ripido (versanti con stratificazione a reggipoggio) e dorso poco inclinato (versanti con stratificazione a franappoggio);

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

- localmente la successione delle rocce dure, soprattutto lungo gli allineamenti delle principali faglie, è condizionata da una notevole fratturazione e caoticizzazione, che determinano un grado di morfoselezione medio-basso; in queste zone l'assetto morfologico è configurato da modesti rilievi e da versanti mediamente o poco acclivi, con pendenze raramente superiori al 25%, spesso interessati da movimenti franosi.

Nel complesso il paesaggio delle zone di specifico interesse è ampiamente dominato dalla presenza di forme strutturali. L'assetto morfologico, per il netto contrasto esistente tra le zone di affioramento delle rocce dure e delle rocce tenere e per la presenza di numerose faglie, risulta molto vario e tipicamente contraddistinto da valli asimmetriche e dall'altalenante sequenza di versanti ripidi e versanti poco acclivi.

3.4 Forme e depositi legati alla degradazione meteorica

Si tratta di depositi di materiali a prevalente comportamento coesivo, nonostante l'alta frazione di elementi litoidi, le cui proprietà reologiche sono condizionate dal contenuto d'acqua:

-in condizioni di siccità originano la formazione di una crosta essiccata di terreno, molto consistente, soggetta ad importanti fenomeni di ritiro volumetrico con formazione di fessure di essiccazione che possono estendersi anche a profondità rilevanti, comportando una permeabilità fissurale medio-alta;

-in condizioni stagionali umide sono soggetti a fenomeni di rigonfiamento e di plasticizzazione; l'acqua in seno alla massa di terreno ne comporta l'ammollimento con possibilità di fargli acquisire le proprietà di una massa semifluida, esercitando inoltre pressioni interstiziali che vanno a ridurre le forze stabilizzanti.

Le coltri detritiche sono estremamente sensibili agli effetti del dilavamento e dell'infiltrazione delle acque superficiali; le interazioni con le acque meteoriche sono, infatti, all'origine dei meccanismi che regolano l'innescio sia dei processi erosivi, con formazione di calanchi, sia del collasso per movimenti gravitativi.

Nelle zone di affioramento delle rocce dure per la natura coerente delle rocce con grado di selettività medio-alto in versanti ad alta pendenza, è invece frequente l'affioramento delle rocce stesse.

Le coltri detritiche, come nel caso di quelle derivanti dalla degradazione delle rocce tenere, sono sensibili agli effetti del dilavamento e dell'infiltrazione delle acque superficiali; le interazioni con le acque meteoriche, in relazione alle caratteristiche granulometriche dei materiali, danno origine a movimenti gravitativi. Il grado conducibilità idraulica di tali materiali, per afflussi idrici ordinari,

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

consente il deflusso delle acque d'infiltrazione senza comportare problemi per la staticità del pendio, perché le conseguenti pressioni interstiziali sono di modeste entità e sono rapidamente dissipate. In condizioni di afflussi straordinari ed eccezionali il drenaggio dell'acqua infiltrata diviene invece difficoltoso con conseguente innesco di pressioni interstiziali non trascurabili che vanno a ridurre le forze stabilizzanti.

3.5.1 Forme e depositi legati al ruscellamento

Il ruscellamento dipende direttamente dal dilavamento delle acque meteoriche, perciò è discontinuo nel tempo ed è in funzione del ritmo e dell'intensità delle precipitazioni. L'azione meccanica diretta della pioggia e successivamente dell'acqua superficiale può originare sui versanti fenomeni di erosione. Tutti i versanti dell'area in esame sono soggetti a queste forme d'erosione. Il tasso d'erosione è tuttavia funzione di molteplici fattori che comprendono il tipo di vegetazione presente, la pendenza dei versanti, la natura, la permeabilità, la tessitura e la resistenza delle rocce e dei terreni affioranti.

3.5.2 Forme e depositi dovuti al dissesto

Nella zona in esame sono state individuate e rappresentate graficamente le zone soggette a dissesto attuale e recente, nonché quelle caratterizzate da instabilità potenziale e/o di provata documentazione storica, al fine di valutare il rischio geomorfologico e l'evoluzione del territorio in relazione ai fattori morfogenetici attivi. Tra gli elementi individuati rientrano anche le aree sottese agli orli delle scarpate di degradazione, siano esse di natura strutturale (superfici e testate di strato, limiti geologici, ecc.) o geomorfologica (scarpate di frana, di erosione selettiva, di cava, ecc.), in quanto indicanti superfici che presentano condizioni sfavorevoli per la stabilità dei versanti (in quanto potenzialmente soggette a caduta massi, frane di crollo, ecc.).

I movimenti gravitativi possono essere suddivisi in movimenti lenti e rapidi. Nei primi non è possibile apprezzare visivamente la dinamica del movimento, ma lasciano nel tempo effetti morfologici caratteristici. I secondi invece provocano sui versanti delle vistose modificazioni, tra cui una zona di distacco (rappresentata in genere da una scarpata a forma di nicchia spesso soggetta a degradazione), una zona di movimento e una zona di accumulo.

3.5.3 Movimenti di massa lenti

L'espressione dei movimenti lenti è dovuta ai fenomeni di soliflusso generalizzato e reptazione. Il soliflusso generalizzato è un lento movimento solidale di una massa semi-fluida che interessa

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

superficialmente versanti poco inclinati, costituiti da terreni prevalentemente fini capaci di assorbire molta acqua. Sui versanti da luogo a piccole colate, lobi, terrazzette e increspature del terreno.

La reptazione è invece il risultato complessivo di tutto un insieme di movimenti lentissimi e parziali del mantello eluvio-colluviale verso valle, che conferiscono al versante leggere increspature e depressioni.

In linea generale tutti i versanti dell'area in esame con copertura detritica fine e strati di alterazione pedogenetica (suolo) sono soggetti più o meno ai processi sopra descritti. Il grado d'intensità del fenomeno è funzione della litologia, dell'uso reale del suolo e della funzionalità della rete idrica superficiale

3.5.4 Movimenti rapidi

I movimenti di massa rapidi, in riferimento alla classificazione geomorfologica adottata dalla Provincia di Piacenza nelle carte del dissesto contenute nel PTCP, derivata in buona parte da quella regionale (carta del dissesto in scala 1:25.000), e con specifico riferimento al territorio in esame, sono stati suddivisi in:

-frane attive: esprimono una situazione di crisi del versante, nel quale si evince un movimento in atto responsabile di evidenti alterazioni nella continuità morfologica del pendio.

-frane quiescenti: esplicano una fase di quiete di un pregresso stato di crisi. I depositi mobilitizzati dalle spinte gravitative si sono accumulati secondo un profilo di equilibrio a minimo potenziale, ovvero si trovano in uno stato di attività che possiamo definire latente.; Il corpo di frana, in dipendenza della gestione del territorio e dell'azione dei processi esogeni, può evolvere ancora in un movimento gravitazionale attivo, oppure trovare uno stato di equilibrio definitivo e duraturo (paleofrane).

Le due categorie di movimenti di massa individuati esprimono sostanzialmente lo stato d'attività del dissesto, sia in termini di cinematismo sia d'equilibrio statico.

Riguardo invece alla classificazione tipologica del movimento franoso si è fatto esplicito riferimento alla suddivisione di NEMCOK et alii (1972), VARNES (1978) e HUTCHINSON (1988), opportunamente adattata alla situazione geomorfologica dell'Appennino Settentrionale.

I movimenti sono stati suddivisi in 7 differenti tipi: crolli, ribaltamenti, scorrimenti (o scivolamenti), espansioni laterali, colamenti, frane complesse e deformazioni gravitative profonde.

Nei seguenti paragrafi sono esplicitate le tipologie dei movimenti franosi (secondo NEMCOK et alii, 1972; VARNES, 1978; e HUTCHINSON, 1988; modificato) in funzione del cinematismo del movimento.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

3.5.5 Frane complesse

Le frane complesse sono costituite dalla combinazione di almeno due tra i movimenti principali, definiti nei paragrafi precedenti. Una tipologia di frana complessa, frequente nell'ambito dell'Appennino settentrionale, è lo scorrimento rotazionale o traslativo, il cui corpo di frana evolve in colata.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

4. DATI GEOTECNICI E GEOFISICI

I dati necessari allo studio di microzonazione sismica sono suddivisibili in dati pregressi e dati ottenuti da nuove acquisizioni geofisiche. I dati pregressi sono stati ottenuti da consultazione diretta presso l'ufficio Tecnico del Comune di Bettola, dei dati di base catalogati e allegati al Piano Regolatore Generale variante 1998 (rilievi geologici, geomorfologici, geologico-tecnici, indagini geofisiche, sondaggi e stratigrafie desunte da pozzi), dei dati presenti nelle relazione geologiche eseguite in aree urbanizzate e/o urbanizzabili a carico di committenti pubblici e privati.

Dati pregressi:

- dati di base allegati al PRG vigente del Comune di Bettola (Pc);
- dati raccolti presso l'Ufficio Tecnico del Comune di Bettola (Pc), Pratiche Edilizie private e pubbliche (interventi diretti e piani attuativi), Varianti e le indagini specifiche;
- Banca dati del Servizio Geologico d'Italia (Indagini del sottosuolo, Sondaggi profondi, Faglie
- capaci, Geofisica) -ISPRA;
- Banca dati del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna.

I dati definiti da una geometria puntuale sono identificati da un record progressivo che va da 1 a 173, riportati nella tabella Cdi_tabelle; i dati definiti da una geometria lineare sono identificati da un record progressivo che va da 1 a 49. Si rimanda ai files in formato .pdf nella cartella Bettola_S20/Indagini/Documenti allegati per la descrizione dei singoli dati riportati nella "Carta delle indagini". Dati ottenuti da nuove indagini:

- n. 18 siti di acquisizione di misure strumentali di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola (Tromino®); la campagna di indagini geofisiche è stata eseguita dallo Scrivente tecnico in collaborazione con il dr geol. Tagliavini Francesco;
- n. 10 prove penetrometriche statiche con punta meccanica CPTm, di cui quattro delle quali hanno raggiunto il "rifiuto tecnico" dopo pochi cm in profondità; la campagna geognostica costituita da queste prove penetrometriche statiche è stata eseguita dallo Scrivente tecnico Ponzanibbio Roberto.

L'ubicazione delle indagini è stata stabilita sulla base di un criterio di copertura areale ma prima di tutto, a partire dei dati pregressi di natura geologica, geotecnica e geofisica disponibili e quindi sulla base di considerazioni di carattere litologico e stratigrafico.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

L'insieme dei dati raccolti, ha permesso di disporre di un totale di circa 173 dati puntuali e di circa 49 dati lineari, suddivisi e rappresentati, in forma simbolica e per tipologia, secondo la legenda prevista negli standard regionali per l'informatizzazione degli studi di MS con riferimento agli Indirizzi e Criteri di Microzonazione sismica (ICMS) a cura della Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della Protezione Civile e catalogati e archiviati mediante software ArcView. I dati rappresentati in carta sono affiancati da un record numerico progressivo che ne rappresenta l'identificativo rintracciabile nella tabella CdI_tabelle.

Descrizione	Sigla	Quantità
Prova penetrometrica statica	C.P.T.m.	15
Prova penetrometrica dinamica leggera	D.L.	43
Prova penetrometrica dinamica pesante	D.P.	40
Analisi di microtremore a stazione singola	HVSR	16
Sondaggio a carotaggio	S	15
Trincea esplorativa	T	46

Tabella 2 – record indagini puntuali suddivise per tipologia e numero.

Descrizione	Sigla	Quantità
Multichannel analysis of surface waves	M.A.S.W	13
Prova Refraction Microtremors	R.E.M.I.	2
Sismica a rifrazione	SR	34

Tabella 3 – record indagini lineari suddivise per tipologia e numero.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

5. METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI

Le metodologie di elaborazione dei dati sono suddivise in funzione del tipo di indagine in sito eseguita.

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

La prova è stata condotta utilizzando di un sismometro a stazione singola (tromografo digitale) in grado di registrare i microtremori lungo le due direzioni orizzontali (X, Y) e lungo quella verticale (Z), di un ampio intervallo di frequenze (0.1-100 Hz) e per una durata sufficientemente lunga (mediamente 20 minuti).

Il moto indotto nel terreno è stato misurato dallo strumento in termini di velocità attraverso tre velocimetri, uno per ogni direzione di misura (X, Y e Z). Le misure registrate sono state poi elaborate e restituite graficamente in forma di spettri H/V (rapporto H/V in funzione della frequenza) e spettri delle singole componenti (componente del moto in funzione della frequenza per ognuna delle tre direzioni).

I risultati ottenuti sono:

1. La curva H/V sperimentale vs. la curva H/V sintetica;
2. La velocità media delle onde di taglio Vs.

Per determinare la velocità delle onde di taglio Vs è stata utilizzata l'inversione vincolata dello spettro H/V ricavato attraverso il rilievo tromografico. La relazione seguente lega la frequenza di risonanza del terreno (f) alla velocità delle onde S (Vs) e alla profondità della base dello strato (H):

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

Nota la profondità di un singolo livello stratigrafico, ottenuta attraverso l'elaborazione dei dati ricavati generalmente da prove penetrometriche è possibile procedere all'inversione dello spettro H/V, modellando la curva sintetica in modo da ottenere la sovrapposizione con quella misurata, per poi ricavare la Vs media per ogni singolo strato. Sulla base di tali elaborazioni è stata ottenuta la curva della Vs con la profondità.

Per quanto riguarda l'esecuzione di prove penetrometriche statiche con punta meccanica, esse sono state tutte spinte fino a raggiungere entrambe la condizione di "rifiuto tecnico".

Questo tipo di prove consiste nella misurazione della resistenza alla punta e dell'attrito laterale (ogni 20 cm), durante l'infissione nel terreno (a velocità costante pari a 2 cm/s) di una punta conica di dimensioni standardizzate tramite una serie di aste collegate fra loro; l'avanzamento è applicato staticamente mediante dispositivi idraulici.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Entrambe le prove sono state eseguite dallo Scrivente Tecnico in qualità di proprietario del penetrometro SP 100 SM Deep Drill. I dati ricavati da questo tipo di prova sono utilizzati per determinare la litologia dei terreni attraversati, mediante le correlazioni tra la resistenza in punta e laterale, fornite da A.G.I. 1977.

Per quanto riguarda l'analisi di risposta sismica locale lo Scrivente ha fatto riferimento agli abachi contenuti nella delibera n. 122/2007 della Regione Emilia Romagna, per la valutazione del F.A. P.G.A., F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_0 < 0.5s$, F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_0 < 1.0s$

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

6. ELABORATI CARTOGRAFICI

6.1 CASE RICÒ (tavola 1/22)

6.1.1 Carta delle indagini

Le indagini eseguite in località Case Ricò sono state eseguite *ex novo* dallo Scrivente tecnico poiché sfogliando l'archivio comunale non è stata reperita alcuna indagini specifica in sito.

Lo Scrivente ha eseguito in quest'area, classificata secondo il PRG vigente come urbanizzabile, n° 01 prova penetrometrica statica (CPT) e n° 01 acquisizione sismica a stazione singola (HVSR).

La CPT non ha fornito dati giudicabili poiché non è stato possibile effettuare l'ancoraggio in quanto il tetto delle ghiaie costituenti il deposito alluvionale che interessa l'area di competenza è sub-affiorante.

L'indagine sismica passiva è stata pertanto determinante per stimare gli spessori dei depositi presenti nell'area, in particolare è emerso che lungo la verticale d'indagine vi è una coltre di origine alluvionale di spessore stimato pari a circa 6,80 m da piano campagna. Tale coltre è costituita prevalentemente da ciottoli di origine calcareo marnosa, poco arrotondati, in scarsa matrice argilloso limosa e poggia su un substrato marino costituito da $V_s > 800$ m/s.

6.1.2 Carta geologico tecnica

Il sottosuolo dell'area in oggetto è costituito da un substrato roccioso costituito da un'alternanza di litotipi stratificati appartenenti all'Unità Arenarie di Ranzano, su cui poggia in discordanza una copertura alluvionale appartenente ai depositi continentali dell'Unità di Modena. Questa copertura è incisa dal torrente Spettine a Nord e dal rio Pagani, che scorre da Sud a Nord immettendosi nel torrente Spettine proprio nei pressi di Case Ricò. Il rio Pagani incide fortemente sia il substrato roccioso costituito da arenarie di Ranzano alternate a marne di Monte Piano, formando una valle stretta a V e ripide scarpate di altezza superiore a 20 m e acclività $> 15^\circ$, che la coltre detritica portando a luce i depositi grossolani continentali.

6.1.3 Carta delle frequenze naturali

Il risultato dell'elaborazione dell'indagine HVSR denominata nella CdI_tabelle "033004P134HVSR" ha fornito i seguenti risultati:

Vs30	585 m/s
Fo (frequenza del picco H/V)	8,38 Hz
Ao (Ampiezza della curva H/V alla frequenza fo)	4,29 Hz
Contrasto di impedenza	ALTO

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Spessore atteso	< 10 m
-----------------	--------

6.1.4 Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica

L'area in richiede tre differenti tipi di approfondimento: i depositi alluvionali, che si trovano a nord e che costituiscono la piana pedemontana, richiedono il II livello di approfondimento (di cui al paragrafo successivo) poiché suscettibili di amplificazioni locali; a sud il substrato geologico, costituito da alternanza di litotipi e avente $V_s > 800$ m/s, è considerato stabile; la zona ad est è rappresentata da un substrato geologico non rigido e da spessori non rilevati a causa delle difficili condizioni di accessibilità all'area, pertanto lo Scrivente ritiene che la suddetta zona sia meritevole del III livello di approfondimento.

6.1.5 Carta di Microzonazione sismica – livello II

La porzione di territorio che richiede il II livello di approfondimento è stata analizzata mediante l'interpolazione tra l'acquisizione sismica e l'indagine CPT. Le analisi di risposta sismica locale, ritenendo che il substrato abbia $V_s > 800$ m/s, hanno fornito i seguenti risultati:

F.A. P.G.A. = 1.6

F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_0 < 0.5s = 1.2$

F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_0 < 1.0s = 1.0$

6.1.6 Interpretazioni e incertezze

Lo spessore della coltre è risultato inferiore a 3 m, al netto dell'acquisizione sismica HVSR.

In quest'area lo Scrivente ritiene che il livello d'indagine non sia sufficientemente coperto dalle indagini in sito, pertanto consiglia l'esecuzione n° 01 carotaggio continuo entro i limiti dell'area edificabile, spinto fino alla profondità del bedrock o, se non raggiunto, almeno fino a – 30 m da piano campagna.

6.2 LUGHERZANO (tavola 2/22)

6.2.1 Carta delle indagini

L'area denominata "Lugherzano" è stata indagata da numerose indagini in sito negli anni addietro, in particolare da n° 03 CPT, n° 06 DP, n° 5 trincee esplorative, n° 2 stendimenti sismici a rifrazione. Lo Scrivente ha provveduto a realizzare n° 01 acquisizione sismica HVSR. Il numero delle indagini nuove e pregresse è stato ritenuto sufficiente a definire il quadro geolitologico dell'area in esame.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

In particolare la porzione di terreno che si estende verso Nord Ovest è costituita da depositi alluvionali costituiti prevalentemente da ghiaie grossolane e miscele di ghiaie e sabbie per uno spessore medio di 5 m.

L'area nei pressi del toponimo "Lughersano" è interessata da una coltre limoso argillosa di spessore pari a 6 m circa, profondità a cui le indagini CPT eseguite hanno dato "rifiuto tecnico".

6.2.2 Carta geologico tecnica

L'area in esame è costituita da un'estesa fascia di depositi alluvionali terrazzati, la cui continuità è interrotta da depositi di conoide alluvionale originate dai rii che scendono dalle aree calanchive ad Ovest dell'abitato di Lughersano.

I valori di acclività del centro abitato sono abbastanza bassi e comunque sempre inferiori a 15°. Il bedrock è affiorante solo nella porzione Sud Ovest della carta.

Il torrente Nure è il principale elemento idrografico e ad esso sono dovuti i depositi alluvionali terrazzati su cui poggia l'abitato di Lughersano.

6.2.3 Carta delle frequenze naturali

Il risultato dell'elaborazione dell'indagine HVSR denominata nella CdI_tabelle "033004P135HVSR" ha fornito i seguenti risultati:

Vs30	489 m/s
Fo (frequenza del picco H/V)	16,69 Hz
Ao (Ampiezza della curva H/V alla frequenza fo)	2,61 Hz
Contrasto di impedenza	BASSO
Spessore atteso	< 10 m

6.2.4 Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica

Nell'area sono presenti diffusamente zone suscettibili di amplificazioni sismiche, i cui fattori di amplificazione sono esposti nel successivo capitolo, e una piccola porzione di territorio che ricade su substrato rigido affiorante.

6.2.5 Carta di Microzonazione sismica – II livello

Esistono due zone distinte, di cui la prima, ovvero la zona 3, è costituita da depositi alluvionali terrazzati a grana grossa, e la seconda da substrato rigido affiorante (ALS), in cui i fattori di amplificazione, ritenendo ragionevolmente che il substrato rigido abbia $V_s > 800$ m/s, che hanno i seguenti fattori di amplificazione:

$$F.A. P.G.A. = 1.0$$

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_0 < 0.5s = 1.0$

F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_0 < 1.0s = 1.0$

In corrispondenza dell'abitato di Lugherzano, ovvero zona 6 e 9, invece i fattori di amplificazione, ottenuti mediante l'interpolazione tra l'acquisizione sismica e l'indagine CPT pregressa, sono:

F.A. P.G.A. = 1.2

F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_0 < 0.5s = 1.0$

F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_0 < 1.0s = 1.0$

6.2.6 Interpretazioni e incertezze

Lo Scrivente considera sufficiente il grado di approfondimento raggiunto dalle indagini reperite ed eseguite in sito.

6.3 CASA BARDARELLI (tavola 3/22)

6.3.1 Carta delle indagini

Le indagini eseguite in località Casa Bardarelli sono state eseguite *ex novo* dallo Scrivente tecnico, poiché nell'archivio comunale è stata reperita soltanto n° 01 DL, prova penetrometrica dinamica leggera, non ritenuta sufficiente alla definizione del modello di sottosuolo in questione.

Lo Scrivente ha eseguito in quest'area, classificata secondo il PRG vigente come urbanizzabile, n° 01 prova penetrometrica statica (CPT) e n° 01 acquisizione sismica a stazione singola (HVSr).

La CPT è stata spinta fino a raggiungere la condizione di rifiuto tecnico alla penetrazione alla profondità di - 2, 2 m da piano campagna.

L'indagine sismica passiva HVSr, eseguita lungo la medesima verticale, ha confermato lo spessore individuato mediante la CPT eseguita *ex novo*, e in particolare è emerso che vi è una coltre di origine alluvionale di spessore stimato pari a circa 5,70 m da piano campagna, costituente il deposito terrazzato del torrente Nure, che poggia su un substrato marino costituito da $V_s = 460$ m/s, fino a circa 20 m da p.c. e poi $V_s > 800$ m/s in poi.

6.3.2 Carta geologico tecnica

L'area urbanizzabile, ubicata nel settore Nord della carta, si trova lungo il confine comunale con il comune di Pontedellolio e poggia su un deposito di conoide alluvionale poco evoluto, sovrastante il substrato flyschoidale marino VLU2, formazione della Val Luretta, membro di Monteventano. I

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

fenomeni di erosione selettiva hanno modellato questa porzione di versante, soprattutto in corrispondenza delle litologie più tenere.

6.3.3 Carta delle frequenze naturali

Il risultato dell'elaborazione dell'indagine HVSR denominata nella CdI_tabelle "033004P137HVSR" ha fornito i seguenti risultati:

Vs30	516 m/s
Fo (frequenza del picco H/V)	25,31 Hz
Ao (Ampiezza della curva H/V alla frequenza fo)	2,84 Hz
Contrasto di impedenza	BASSO
Spessore atteso	< 10 m

6.3.4 Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica

L'area in oggetto ricade in Zona Stabile che non prevede un ulteriore grado di approfondimento. Altresì sono state individuate porzioni di territorio ricadenti in Zona 7 e 9 le quali prevedono un livello di approfondimento di 2° livello. L'area ad est della carta ricade in una Zona suscettibile di instabilità che richiede un livello d'approfondimento di 3° livello.

6.3.5 Carta di Microzonazione sismica – II livello

L'area è principalmente interessata da depositi di conoide inattiva di spessore pari a 5 m poggianti su substrato rigido abbia $V_s > 800$ m/s, che ha i seguenti valori dei fattori di amplificazione:

$$F.A. P.G.A. = 1.6$$

$$F.A. \text{ Intensità spettrale } 0.1s < T_o < 0.5s = 1.2$$

$$F.A. \text{ Intensità spettrale } 0.5s < T_o < 1.0s = 1.0$$

Le restanti porzioni di territorio entro i limiti urbanizzabili sono da considerarsi stabili.

6.3.6 Interpretazioni e incertezze

Lo spessore indagato della coltre è risultato inferiore a 3 m, al netto dell'acquisizione sismica HVSR.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

6.4 RECESIO (tavola 4/22)

6.4.1 Carta delle indagini

Le indagini eseguite in località Recesio sono state eseguite *ex novo* dallo Scrivente tecnico, poiché nell'archivio comunale sono state reperite n° 04 DL, prova penetrometrica dinamica leggera, ubicate però in località "Case Forelli", risultando poco significative in termini di identificazione degli spessori delle coperture del sito.

Lo Scrivente ha quindi provveduto ad eseguire nell'area di Recesio, classificata secondo il PRG vigente come urbanizzabile, n° 01 prova penetrometrica statica (CPT) e n° 01 acquisizione sismica a stazione singola (HVSUR).

La CPT ha raggiunto immediatamente la condizione di rifiuto tecnico alla penetrazione non consentendo quindi di ottenere valori indicativi sullo spessore del deposito alluvionale.

L'indagine sismica passiva HVSUR, eseguita lungo la medesima verticale, ha individuato uno spessore stimabile di 12,30 m da piano campagna.

6.4.2 Carta geologico tecnica

All'intorno dell'abitato di Recesio il versante è intersecato da una depressione valliva solcata dal rio Cassino che a valle si distende in un'ampia conoide detritica. Il sovrastante rilievo collinare si eleva con acclività non trascurabile ed è localmente coinvolto da movimenti franosi della coltre più superficiale, testimoniati da nicchie erosive, da dissesti a muri di contenimento e a murature di fabbricati.

Il substrato marino è sub affiorante nella parte Est dell'abitato ed è costituito da un'alternanza di litotipi appartenenti alla formazione della Val Luretta, Membro di Monteventano VLU2.

6.4.3 Carta delle frequenze naturali

Il risultato dell'elaborazione dell'indagine HVSUR denominata nella CdI_tabelle "033004P139HVSUR" ha fornito i seguenti risultati:

Vs30	455 m/s
Fo (frequenza del picco H/V)	9,63 Hz
Ao (Ampiezza della curva H/V alla frequenza fo)	2,20 Hz
Contrasto di impedenza	BASSO
Spessore atteso	< 10 m

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

6.4.4 Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica

L'area in oggetto ricade parimenti in zona stabile e in zona 6 o 7, in cui per la prima non è previsto un ulteriore grado di approfondimento, mentre per la seconda è opportuno eseguire un'analisi di 2° livello (di cui al paragrafo successivo).

Solo una piccola porzione a nord della carta richiede il 3° livello di approfondimento.

6.4.5 Carta di Microzonazione sismica – II livello

L'area è principalmente interessata da depositi fluviali terrazzati poggianti su substrato rigido abbia $V_s > 800$ m/s, che hanno i seguenti valori dei fattori di amplificazione:

F.A. P.G.A. = 1.7

F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_0 < 0.5s = 1.4$

F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_0 < 1.0s = 1.0$

Le restanti porzioni di territorio entro i limiti urbanizzabili o sono da considerarsi stabili o necessitano il 3° livello di approfondimento.

6.4.6 Interpretazioni e incertezze

Lo spessore della coltre è risultato inferiore a 3 m, al netto dell'acquisizione sismica HVSR.

Lo Scrittore ritiene opportuno che vadano eseguite almeno un carotaggio fino al raggiungimento del bedrock o almeno a 30 m di profondità da piano campagna per una stima complessiva dello spessore del deposito alluvionale.

6.5 SPONGIOLA (tavola 5/22)

6.5.1 Carta delle indagini

L'area denominata "Spongiola" è stata indagata da numerose indagini in sito negli anni addietro, in particolare da n° 03 DL, n° 13 DP, n° 7 trincee esplorative, n° 04 stendimenti sismici a rifrazione SR, n° 01 MASW. Lo Scrittore pertanto non ha eseguito ulteriori indagini in sito, poiché il numero delle indagini pregresse è stato ritenuto sufficiente a definire il quadro geolitologico dell'area in esame.

Lo spessore massimo individuato da codeste indagini è risultato essere – 5,40 m da piano campagna, oltre al quale è stato intercettato il substrato roccioso.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

6.5.2 Carta geologico tecnica

L'area su cui poggia l'abitato di Spongiola è interessata da un deposito di frana quiescente complesso che scende lungo il versante con valori di acclività inferiori a 15° nella porzione dell'abitato stesso. L'accumulo è delimitato a monte dal più ripido versante collinare boscato, ove il substrato roccioso resta ricoperta da una coltre eluvio-colluviale; più a settentrione è confinato da un'ampia concavità la cui morfologia risulta irregolarmente ondulata per movimenti superficiali del suolo. Il piede dell'accumulo franoso termina in corrispondenza dell'arteria stradale principale di fondovalle.

Il substrato geologico di riferimento è costituito dal membro di Poviago (VLU1a), che corrisponde alla litofacies arenaceo pelitica della Formazione della Val Luretta.

6.5.3 Carta delle frequenze naturali

Il grado di definizione del quadro sismico nei primi 30 metri di sottosuolo è stato sufficientemente approfondito dalle indagini in sito pregresse.

6.5.4 Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica

L'area in oggetto è costituita per la maggior parte da zone suscettibili di instabilità che prevedono un livello di approfondimento di 3° livello. Secondariamente sono presenti zone stabili, per cui non è previsto un ulteriore grado di approfondimento.

6.5.5 Interpretazioni e incertezze

Lo Scrivente ritiene che il grado di approfondimento raggiunto sia stato sufficiente per la definizione del modello di sottosuolo in questione.

6.6 CASTELLO DI RONCOVERO (tavola 6/22)

6.6.1 Carta delle indagini

L'area denominata "Castello di Roncovero" è stata indagata da numerose indagini in sito negli anni addietro, in particolare da n° 04 DL, n° 07 DP, n° 08 trincee esplorative, n° 01 stendimenti sismici a rifrazione SR, n° 05 MASW, n° 01 Re.Mi., n° 01 CPT. Lo Scrivente pertanto non ha eseguito ulteriori indagini in sito, poiché il numero delle indagini pregresse è stato ritenuto sufficiente a definire il quadro geolitologico dell'area in esame.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Lo spessore massimo individuato da codeste indagini è risultato essere – 5,40 m da piano campagna, oltre al quale è stato intercettato il substrato roccioso.

La zona individuata dal toponimo “Seminario di San Luigi” è stata indagata da n° 03 trincee esplorative, n° 03 stendimenti sismici a rifrazione SR, n° 02 DP, n° 01 Re.Mi.

6.6.2 Carta geologico tecnica

L’area edificata ed edificabile in esame denominata “Castello di Roncovero” si estende per più di 500 m in destra idrografica del torrente Nure, occupando la parte finale di numerosi fenomeni franosi quiescenti, che scendono dai versanti fino ad intersecare i depositi alluvionali del torrente Nure in corrispondenza della strada Val Nure.

Il livello di antropizzazione dell’area in questione stato particolarmente significativo negli ultimi anni, determinando numerosi modificazioni morfologiche nei pressi della strada di fondovalle.

Il modello geologico di sottosuolo stimato è costituito da 4,80 m di argille e limi mediamente consistenti, che poggiano su un deposito alluvionale prevalente ghiaioso fino a -11 da p.c., oltre substrato flyschoidi dei calcari di Bettola (BET).

L’abitato corrispondente al toponimo “Seminario di San Luigi” è quasi completamente compreso entro i limiti di un deposito di frana quiescente, dallo spessore medio di 4 m poggiante sulla Formazione della Val Luretta, VLU1a membro di Poviago. Dall’indagine sismica a rifrazione si nota che lo spessore massimo del deposito franoso è di circa 10 m e poggia sul substrato arenaceo-pelitico.

6.6.3 Carta delle frequenze naturali

Il grado di definizione del quadro sismico nei primi 30 metri di sottosuolo è stato sufficientemente approfondito dalle indagini in sito pregresse.

6.6.4 Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica

L’area ricade in Zona Stabile che non prevede un ulteriore grado di approfondimento.

E’ altresì presente una porzione che ricade in zona suscettibile di instabilità che prevede un livello di approfondimento di 3° livello.

6.6.5 Interpretazioni e incertezze

Lo Scrivente ritiene che il grado di approfondimento raggiunto non sia stato sufficiente per la definizione del modello di sottosuolo in questione, soprattutto in corrispondenza dei fenomeni franosi, sia a Castello di Roncovero che a Seminario di San Luigi.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

6.7 BETTOLA NW IL LOGHETTO (tavola 7/22)

6.7.1 Carta delle indagini

L'area denominata "Il Loghetto San Giovanni" è stata indagata dalle seguenti indagini in sito: n° 05 DP, n° 03 MASW, n° 08 trincee esplorative, n° 01 stendimenti sismici a rifrazione SR, n° 05 sondaggi a carotaggio continuo, n° 01 Re.Mi., n° 01 CPT. Lo Scrittore ha ritenuto integrare le succitate indagini con l'esecuzione di n° 01 prova penetrometrica statica (CPT) e n° 01 acquisizione sismica a stazione singola (HVSr).

Lo spessore massimo della coltre superficiale individuato dai carotaggi eseguiti, ritenuti i più significativi tra le prove archiviate, è di 8,1 m (carotaggio Sb2).

6.7.2 Carta geologico tecnica

La zona considerata la porzione occidentale del capoluogo comunale ed il piede delle sovrastanti pendici collinari. La fascia di più antica edificazione è compresa entro il fondovalle del Nure in fregio al cui ampio alveo cottioloso essa si estende per quasi 600 m di lunghezza con una ampiezza di un centinaio di metri: il piano di campagna giace a quote prossime a quelle di massima piena del Nure ma è preservata del rischio di tracimazione grazie all'argine che si eleva lungo la strada parallela all'alveo, il cui fianco di valle è protetto dall'erosione torrentizia da difese spondali.

E' stata redatta da parte dello Scrittore tecnico una **sezione geologica rappresentativa**, che meglio chiarisce i rapporti e gli spessori dei terreni su cui insiste l'abitato di Bettola. In particolare la sezione geologica, di cui all'**allegato A**, attraversa tutte le formazioni e le forme morfologiche presenti nell'intorno dell'abitato di Bettola capoluogo, dove sono possibili e prevedibili espansioni a carattere residenziale.

Sui sovrastanti pendii collinari il substrato roccioso, costituito da calcari di Bettola sovrascorsi sulle arenarie di Scabiazza poco più a Nord rispetto al rio San Giovanni, è celato da una spessa coltre colluviale diffusamente coinvolta da movimenti franosi; in particolare un corpo di frana, attivo in tempo recenti, interseca il pendio tra il cimitero ed il convento della Madonna della Quercia, lambendo con un fronte di un centinaio di metri l'estremità settentrionale dell'abitato di San Giovanni.

Un antico accumulo di frana evidenziato dalla marcata convessità del piano campagna si protende verso il Nure anche all'estremità meridionale dell'area considerata, in sinistra idrografica del rio San Giovanni.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

6.7.3 Carta delle frequenze naturali

In questa carta sono state eseguite tre indagini sismiche, due delle quali ubicate in zona “il Loghetto” (V.si Carta delle indagini), mentre la terza si trova ubicata nei pressi della località “il Castellaccio” e verrà ripresa anche nella descrizione della tavola relativa a “Bettola SE Torricelle di Sopra”. I risultati dell’elaborazione delle indagini HVSR hanno fornito i seguenti risultati:

Il risultato dell’elaborazione dell’indagine “IL LOGHETTO” denominata nella CdI_tabelle “033004P148HVSR” ha fornito i seguenti risultati:

Vs30	422 m/s
Fo (frequenza del picco H/V)	0,25 Hz
Ao (Ampiezza della curva H/V alla frequenza fo)	2,52 Hz
Contrasto di impedenza	BASSO
Spessore atteso	> 100 m

Il risultato dell’elaborazione dell’indagine “IL LOGHETTO 2” denominata nella CdI_tabelle “033004P174HVSR” ha fornito i seguenti risultati:

Vs30	350 m/s
Fo (frequenza del picco H/V)	7,09 Hz
Ao (Ampiezza della curva H/V alla frequenza fo)	3,37 Hz
Contrasto di impedenza	ALTO
Spessore atteso	TRA 10 E 30 m

Il risultato dell’elaborazione dell’indagine “TORRICELLE” denominata nella CdI_tabelle “033004P175HVSR” ha fornito i seguenti risultati:

Vs30	403 m/s
Fo (frequenza del picco H/V)	2,97 Hz
Ao (Ampiezza della curva H/V alla frequenza fo)	2,01 Hz
Contrasto di impedenza	BASSO
Spessore atteso	TRA 10 E 30 m

6.7.4 Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica

In prossimità dell’abitato di Case Filagni l’area è classificata come stabile che non implica un ulteriore livello di approfondimento.

Presso il toponimo Il Loghetto a nord dell’area è classificata come stabile che non implica un ulteriore livello di approfondimento.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Presso il Convento San Giovanni l'area ricade in una zona suscettibile di instabilità che prevede un approfondimento di 3° Livello.

Il nucleo storico di Bettola ricade in Zona 7 che prevede un 2° livello di approfondimento.

Nei pressi de Il Loghetto sono presenti aree in Zone suscettibili di instabilità che prevedono un 3° livello di approfondimento. E' inoltre presente presso il Castellaccio una Zona 14 che prevede un grado di approfondimento di 2° livello.

6.7.5 Carta di Microzonazione sismica – II livello

L'area classificata come 7, nucleo storico di Bettola, secondo la classificazione geologico tecnica, è principalmente interessata da depositi fluviali terrazzati, di spessore stimato in 20 m, poggianti su substrato rigido abbia $V_s > 800$ m/s, che hanno in località IL LOGHETTO i seguenti valori dei fattori di amplificazione:

F.A. P.G.A. = 1.6

F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_0 < 0.5s = 1.4$

F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_0 < 1.0s = 1.0$

L'area nei presso del toponimo "CASTELLACCIO" a sud ovest della tavola, è rappresentata da una zona di tipo 14 e i cui valori dei fattori di amplificazione sono:

F.A. P.G.A. = 2.0

F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_0 < 0.5s = 1.6$

F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_0 < 1.0s = 1.0$

6.7.6 Interpretazioni e incertezze

Lo Scrivente ritiene che il grado di approfondimento raggiunto non sia stato sufficiente per la definizione del modello di sottosuolo in questione, soprattutto in corrispondenza dei fenomeni franosi nell'abitato di San Giovanni.

6.8 BETTOLA NE SAN BERNARDINO (tavola 8/22)

6.8.1 Carta delle indagini

Le indagini geognostiche e geofisiche a disposizione sono collocate nella parte inferiore del corpo di frana e sono rappresentate da n° 08 DP, n° 01 HVSr, n° 02 stendimenti sismici a rifrazione SR, n° 01 MASW.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Lo Scrivente non ha eseguito ulteriori indagini poiché ha ritenuto sufficienti quelle reperite in archivio comunale. Lo spessore massimo del deposito alluvionale individuato dall'indagine DP è stato di 9,8 m.

6.8.2 Carta geologico tecnica

L'area interessata dall'abitato di San Bernardino corrisponde alla porzione comunale del capoluogo; essa si estende per quasi 1 km parallelamente alla sponda destra del torrente Nure, tra le incisioni torrentizie del rio dei Pozzoli a Sud e del rio Barbarone a Nord.

La fascia di valle si trova sempre al di sopra delle quote di massima piena del torrente Nure; il tratto inferiore del pendio, già intensamente edificato, si presenta stabile e di assai modesta acclività. Il substrato roccioso costituito dalla Formazione dei calcari di Bettola (BET) localmente affiora sul fondo dell'incisione del rio San Bernardino, e più diffusamente lungo le scarpate morfologiche che intersecano il versante a quota 360 m s.l.m.

6.8.3 Carta delle frequenze naturali

Il risultato dell'elaborazione dell'indagine HVSR denominata nella CdI_tabelle "033004P146HVSR" ha fornito i seguenti risultati:

Vs30	495 m/s
Fo (frequenza del picco H/V)	5,22 Hz
Ao (Ampiezza della curva H/V alla frequenza fo)	2,53 Hz
Contrasto di impedenza	BASSO
Spessore atteso	TRA 10 E 30 m

6.8.4 Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica

In loc. San Bernardino a nord sono state individuate aree suscettibili di amplificazioni locali (Zona 7) che prevedono un grado di approfondimento di 2° Livello.

Nei pressi delle località Fra i Luoghi e San Bernardino sud vi sono zone stabili per le quali non è previsto nessun altro livello di approfondimento.

Infine è presente una zona suscettibile di instabilità, località M.o Barbarone, che prevede un livello di approfondimento di 3° livello.

6.8.5 Carta di Microzonazione sismica – II livello

L'area classificata come 7, che dalla località San Bernardino arriva fino a M.o Barbarone, secondo la classificazione geologico tecnica, è principalmente interessata da depositi fluviali

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

terrazzati, di spessore stimato in 20 m, poggianti su substrato rigido abbia $V_s > 800$ m/s, che hanno i seguenti valori dei fattori di amplificazione:

F.A. P.G.A. = 1.6

F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_0 < 0.5s = 1.4$

F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_0 < 1.0s = 1.0$

6.8.6 Interpretazioni e incertezze

Lo Scrivente ritiene che non siano sufficienti le indagini eseguite e ne consiglia l'esecuzione di nuove propedeutiche al 3° livello di approfondimento.

6.9 BETTOLA SE TORRICELLE DI SOPRA (tavola 9/22)

6.9.1 Carta delle indagini

Le indagini eseguite sia in località Torricelle che in località I Perani sono catalogate come n° 03 DL, n° 08 sondaggi a carotaggio continuo, n° 01 CPT, n° 1 DP, n° 1 trincea esplorativa, n° 01 MASW, n° 06 stesa sismica a rifrazione. Lo Scrivente ha ritenuto sufficientemente approfondito il livello di indagine in sito.

Lo spessore della copertura superficiale in località I Perani è di 5 m, invece in località Torricelle di Sopra è mediamente di 6 m (da sismica a rifrazione SR).

6.9.2 Carta geologico tecnica

L'abitato individuato dal toponimo "Torricelle di Sopra" si trova nel settore basale del versante che discende con direzione Est verso la valle del torrente Nure a partire dalla quota di 395 m, interessando la S.P. di Val Nure. Il corpo franoso, cartografato a partire dal nucleo di Perani a nord sino ad Abbandonata a sud, deve intendersi come la coalescenza di corpi detritici di varia origine, favoriti dal disturbo tettonico subito dall'ammasso roccioso, trovandosi in prossimità della linea di sovrascorrimento dell'Unità delle Arenarie di Scabiazza sull'Unità del Flysch di Bettola.

Dal punto di vista morfologico si individua un costone a morfologia centrifuga, a pendenza media, disposto in direzione OSO-ENE, su cui sorge il nucleo antico di Torricelle di sopra.

Procedendo verso nord si osserva un impluvio conchiforme che tende a diventare subpianeggiante a valle della S.P. della Val Nure, delimitato verso est da una ripida scarpata di erosione fluviale, che passa da un'altezza massima di oltre 20 m. in corrispondenza dell'edificio esistente prossimo al ciglio della scarpata stessa, per scendere sino a circa 5 m. a nord di Perani.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

In corrispondenza dell'edificio di cui sopra la scarpata è interessata da fenomeni di scoscendimento recenti; a protezione di potenziali scalzamenti in caso di erosione da parte del Torrente Nure è stata realizzata una difesa fluviale mediante gabbionate e pennello

Nell'abitato de "I Perani" si notano tipiche ondulazioni della superficie topografica indicative del movimento franoso, individuabili nel settore a monte di Perani, mentre il settore a valle della S.P. della Val Nure presenta blanda pendenza anche a seguito delle sistemazioni agricole dei terreni.

Il dissesto si colloca immediatamente a valle di una vasta frana attiva (classificata tra le "Aree a rischio idrogeologico molto elevato" di cui al PS 267), interessante il settore di testata e mediano del bacino del Rio San Giovanni.

6.9.3 Carta delle frequenze naturali

Il risultato dell'elaborazione dell'indagine "TORRICELLE" denominata nella CdI_tabelle "033004P175HVSR" ha fornito i seguenti risultati:

Vs30	403 m/s
Fo (frequenza del picco H/V)	2,97 Hz
Ao (Ampiezza della curva H/V alla frequenza fo)	2,01 Hz
Contrasto di impedenza	BASSO
Spessore atteso	TRA 10 E 30 m

6.9.4 Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica

I toponimi I Perani, Torricelle di Sopra e Torricelle di sotto ricadono in una zona suscettibile di instabilità che prevede quindi un grado di approfondimento di 3° livello, mentre l'abitato a ovest di Torricelle di sopra ricade in un'area interessata dal 2° livello di approfondimento.

6.9.5 Carta di Microzonazione sismica – II livello

L'area classificata come substrato marino non rigido (NR), è stata oggetto di numerose indagini negli anni scorsi. Sebbene i dati derivanti dalle indagini sismiche riportino nella totalità dei casi i valori delle onde V_p , lo Scrivente ha ritenuto opportuno identificare codesta area costituita da un substrato geologico marino non rigido con $V_s < 800$ m/s, da cui ne consegue che i valori dei fattori di amplificazione, derivanti dalla DAL 112/2007, sono:

F.A. P.G.A. = 1.1

F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_0 < 0.5s = 1.1$

F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_0 < 1.0s = 1.3$

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

6.9.6 Interpretazioni e incertezze

Lo Scrivente ritiene sufficiente il grado di approfondimento raggiunto nella località I Perani e Torricelle di Sopra, anche per un eventuale terzo livello di approfondimento.

6.10 BETTOLA SW PIANAZZO (tavola 10/22)

6.10.1 Carta delle indagini

Le indagini geognostiche e geofisiche a disposizione sono collocate nella parte inferiore del corpo di frana e sono rappresentate da n° 05 DP, n° 02 trincee esplorative, n° 07 stendimenti sismico a rifrazione SR, n° 02 MASW, n° 01 DL.

Lo Scrivente non ha eseguito ulteriori indagini poiché ha ritenuto sufficienti quelle reperite in archivio comunale.

6.10.2 Carta geologico tecnica

I depositi dell'area di località Pianazzo sono riferibili alla Formazione del Flysch di Bettola, formazione che risulta essere tempo-equivalente e sedimentata nel medesimo bacino del Flysch di Monte Caio. Tale substrato non affiora direttamente nell'area di indagine ma è celato da una discreta coltre di spessore metrico di detriti in stato di Dissesto quiescente di natura detritica argilloso-limosi e argilloso-detritica.

Da un punto di vista morfologico, l'area in esame giace entro il versante a pendenza abbastanza irregolare che discende ovest-nord-ovest; esso risulta essere modellato da forme definite dalla presenza di litologie a diversa resistenza e giacitura (Flysch di Bettola e Argille a Palombini) derivanti, con ogni probabilità, dal substrato celato più in profondità e ricoperto da una modesta coltre detritica di spessore variabile da pochi decimetri a qualche metro. Dal rilievo morfologico eseguito si rileva che il versante in oggetto non risulta ad oggi essere in stato di dissesto attivo.

6.10.3 Carta delle frequenze naturali

Il grado di definizione del quadro sismico nei primi 30 metri di sottosuolo è stato sufficientemente approfondito dalle indagini in sito pregresse.

6.10.4 Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica

In loc. Pianazzo e loc. l'Abbandonata le aree ricadono in una zona suscettibile di instabilità che prevede in grado di approfondimento di 3° Livello, mentre le restanti aree sono classificate stabili e

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

non necessitano di ulteriori livelli di studio. Nella porzione nord della tavola si trovano aree suscettibili di amplificazione sismica che sono già state indagate nel capitolo 6.8.5.

6.10.5 Interpretazioni e incertezze

Lo Scrivente ritiene che non siano sufficienti le indagini eseguite e ne consiglia l'esecuzione di nuove propedeutiche al 3° livello di approfondimento, per tutte le aree da esso interessate.

6.11 EBBIO (tavola 11/22)

6.11.1 Carta delle indagini

Le indagini eseguite in località Ebbio sono state eseguite *ex novo* dallo Scrivente tecnico poiché sfogliando l'archivio comunale non è stata reperita alcuna indagini specifica in sito, al netto di n° 02 trincee esplorative in corrispondenza del cimitero.

Lo Scrivente ha eseguito in quest'area, classificata secondo il PRG vigente come urbanizzata, n° 01 prova penetrometrica statica (CPT) e n° 01 acquisizione sismica a stazione singola (HVSr).

La CPT ha raggiunto la profondità di 4,0 m da piano campagna.

Mediante l'indagine sismica passiva sono stati individuati gli spessori degli depositi presenti nell'area, in particolare è emerso che lungo la verticale d'indagine vi è la coltre di detrito di versante di spessore stimato pari a circa 4,75 m da piano campagna, in linea con la CPT succitata.

6.11.2 Carta geologico tecnica

L'abitato di Ebbio si trova per la maggior parte su un deposito di detrito di versante (a3) che insiste lungo la parte mediana del versante del Monte Barbieri e poggia su un substrato roccioso costituito da alternanza di arenaria e peliti appartenenti al Membro di Monteventano (VLU2).

I valori di acclività nei pressi dell'abitato sono inferiori a 15°, mentre superano questa soglia nella zona a Sud Ovest del versante.

Nella parte Nord della carta è presente un deposito di frana quiescente dal movimento complesso lungo la cui direzione si trova il paesino di Ebbio.

La parte Ovest di Ebbio è incisa da un piccolo rio che incide fortemente sia la copertura quaternaria che il substrato roccioso.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

6.11.3 Carta delle frequenze naturali

Il risultato dell'elaborazione dell'indagine HVSR denominata "033004P140HVSR" ha fornito i seguenti risultati:

Vs30	416 m/s
Fo (frequenza del picco H/V)	2,06 Hz
Ao (Ampiezza della curva H/V alla frequenza fo)	2,52 Hz
Contrasto di impedenza	BASSO
Spessore atteso	TRA 10 m E 30 m

6.11.4 Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica

L'area ricade prevalentemente in Zona 10 ovvero zona suscettibile di amplificazione locale che implica un grado di approfondimento di 2° Livello. Le restanti porzioni di territorio o sono stabili o sono suscettibilità di instabilità di origine franosa.

6.11.5 Carta di Microzonazione sismica – II livello

L'area classificata come zona 10 secondo la carta delle MOPS liv. 1, è costituita da una coltre eluvio colluviale poggiante su substrato geologico rigido con $V_s > 800$ m/s, da cui ne consegue che i valori dei fattori di amplificazione, derivanti dalla DAL 112/2007, sono:

F.A. P.G.A. = 1.3

F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_o < 0.5s = 1.0$

F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_o < 1.0s = 1.0$

6.11.6 Interpretazioni e incertezze

Lo Scrivente ritiene che, sebbene il substrato rigido sia quasi subaffiorante, sono necessari ulteriori approfondimenti geotecnici con indagini in sito specifiche quali carotaggi, down hole ecc., per definire meglio il modello geologico di sottosuolo.

6.12 MISSANO (tavola 12/22)

6.12.1 Carta delle indagini

Le indagini eseguite in questa località sono state n° 05 DL, n° 01 HVSR, n° 02 stesa sismica a rifrazione SR. Viste le ridotte dimensioni dell'abitato, lo Scrivente ha ritenuto sufficienti le indagini di archivio.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

6.12.2 Carta geologico tecnica

La porzione di pendice sulla quale si colloca la frazione di Missano è contraddistinta da un'acclività, nell'insieme, relativamente moderata, circa il 18%, risultando caratterizzata da un cambio di pendenza all'isoipsa dei 500 m.

Malgrado un accurato rilievo geologico di superficie non abbia accertato la presenza di "significativi affioramenti rocciosi" è emerso che, con l'esclusione dell'estrema porzione Nord-orientale, il centro abitato di Missano si dispone lungo una pendice dotata di condizioni morfologiche e idrogeologiche "parzialmente" favorevoli.

Il substrato geologico rientra nell'ambito del Flysch della Val Luretta, in particolare nel Membro di Monteventano costituito prevalentemente da alternanze medio sottili arenacee argillose.

Tale substrato affiora in parte nell'area di indagine, la maggior parte è celato da una discreta coltre di spessore metrico di depositi in stato di frana quiescente di natura detritica eterogenea argilloso-ciottolosa e limo-argillosi.

Da un punto di vista morfologico, l'area in esame giace entro il versante a pendenza abbastanza regolare che discende verso ovest-nord-ovest; esso risulta essere modellato da forme definite dalla presenza di litologie (Flysch della Val Luretta) a diversa resistenza e giacitura derivanti, con ogni probabilità, dal substrato celato appena più in profondità e ricoperto da una modesta coltre detritica di spessore variabile da pochi metri a diversi metri.

6.12.3 Carta delle frequenze naturali

Il grado di definizione del quadro sismico nei primi 30 metri di sottosuolo è stato sufficientemente approfondito dalle indagini in sito pregresse.

6.12.4 Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica

L'area ricade in una Zona Stabile che non prevede un ulteriore livello di approfondimento, ad eccezione di due lembi della carta classificati come suscettibili di instabilità, che costituiscono la zona di corona della frana.

6.12.5 Interpretazioni e incertezze

Nessuna.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

6.13 RIGLIO (tavola 13/22)

6.13.1 Carta delle indagini

Nell'archivio del Comune di Bettola sono state reperite n° 2 trincee esplorative, lo Scrivente ha eseguito ex-novo n° 1 acquisizione sismica passiva HVSR e n° 1 prova penetrometrica statica CPT.

La CPT ha raggiunto la profondità di -3,20 m da p.c.. L'indagine sismica ha evidenziato che la coltre superficiale ha uno spessore di 3,00 m come da indagine penetrometrica eseguita.

Il bedrock sismico è stato stimato essere a -11,00 m da p.c..

6.13.2 Carta geologico tecnica

L'abitato di Riglio si è sviluppato lungo la valle stretta del rio Lubbie alla confluenza con il torrente Riglio. L'abitato ad ovest poggia sulle Argilliti di Guselli mentre ad est si ritrova una conoide torrentizia, del rio Lubbie, parzialmente erosa dal torrente Riglio. Risalendo il rio Lubbie, ad ovest dell'abitato, si ritrovano in sinistra idrografica una frana quiescente complessa mentre in destra orografica una frana attiva di scorrimento. A nord dell'abitato affiora il membro di Poviago, litofacies arenaceo-pelitica, mentre a sud affiora il membro di Monteventano, litofacies arenaceo-calcarenitica, entrambi afferenti alla Formazione della Val Luretta.

6.13.3 Carta delle frequenze naturali

Il risultato dell'elaborazione dell'indagine HVSR denominata "033004P153HVSR" ha fornito i seguenti risultati:

Vs30	382 m/s
Fo (frequenza del picco H/V)	12,97 Hz
Ao (Ampiezza della curva H/V alla frequenza fo)	3,60 Hz
Contrasto di impedenza	ALTO
Spessore atteso	< 10 m

6.13.4 Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica

L'area ricade in una Zona 9 e 12 che prevedono un grado di approfondimento di 2° livello, le altre zone o sono stabili o richiedono il 3° livello di approfondimento.

6.13.5 Carta di Microzonazione sismica – II livello

L'area costituita dalle zone 9 e 12, secondo la carta delle MOPS liv. 1, rappresenta una situazione complessa in cui una conoide torrentizia inattiva poggia su un substrato non rigido, che

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

sono le argilliti di Guselli (NR), da cui ne consegue che i valori dei fattori di amplificazione, derivanti dalla DAL 112/2007, sono:

F.A. P.G.A. = 2.0

F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_0 < 0.5s = 1.7$

F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_0 < 1.0s = 1.1$

6.13.6 Interpretazioni e incertezze

Lo Scrivente ritiene che in quest'area possano essere eseguite ulteriori indagini in sito quali almeno n° 3 DP al fine di poter identificare con più accuratezza lo spessore della conoide alluvionale su cui poggia l'abitato di Riglio.

6.14 VILLANOVA (tavola 14/22)

6.14.1 Carta delle indagini

Lo Scrivente ha eseguito ex-novo n° 1 acquisizione sismica passiva HVSR e n°1 prova penetrometrica statica CPT.

La prova penetrometrica statica ha raggiunto immediatamente la condizione di "rifiuto" pertanto l'individuazione del bedrock sismico è stata rilevata mediante l'indagine sismica.

In particolare essa ha evidenziato che il bedrock sismico si trova ad una profondità di -22,00 m da p.c.

6.14.2 Carta geologico tecnica

L'abitato di Villanova poggia interamente su un deposito di frana quiescente complessa che si estende lungo tutto il versante fino al Torrente Perino.

Lo spessore del deposito di frana è stato stimato in 22 metri e poggia su un substrato flyshoide costituito dalle calcareniti del Flysch di Farini (FAR2). I valori di acclività superano i 15° nella porzione ad ovest dell'abitato stesso, mentre nel paese sono mediamente inferiori.

Gli edifici non presentano significative lesioni dovute a movimenti in atto.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

6.14.3 Carta delle frequenze naturali

Il risultato dell'elaborazione dell'indagine HVSR denominata "033004P144HVSR" ha fornito i seguenti risultati:

Vs30	319 m/s
Fo (frequenza del picco H/V)	3,81 Hz
Ao (Ampiezza della curva H/V alla frequenza fo)	3,28 Hz
Contrasto di impedenza	ALTO
Spessore atteso	TRA 30 m e 10 m

6.14.4 Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica

L'area ricade, per la quasi totalità, in Zona suscettibile di instabilità che comporta un grado di approfondimento di 3° livello.

6.14.5 Interpretazioni e incertezze

Lo Scrittore ritiene che le indagini eseguite non siano sufficienti per affrontare lo studio di 3° Livello proposto.

6.15 VEROGNA (tavola 15/22)

6.15.1 Carta delle indagini

Le indagini, reperite nell'archivio comunale ed eseguite in località Verogna sono state n° 03 prove penetrometriche dinamiche, n° 02 stendimenti sismici a rifrazione.

Lo Scrittore ha sufficiente il grado di approfondimento delle indagini eseguite.

Secondo gli stendimenti a rifrazione il bedrock si trova ad una profondità media di circa - 12 m da piano campagna. Le prove penetrometriche hanno raggiunto il rifiuto tecnico alla penetrazione a tra - 2,5 e - 6 m da p.c.

6.15.2 Carta geologico tecnica

La porzione di pendice sulla quale si colloca la frazione di Verogna è contraddistinta da un'acclività, nell'insieme, relativamente moderata, circa il 18%, risultando caratterizzata da un pronunciato cambio di pendenza al contatto tra l'aggregato edilizio più antico di monte.

Malgrado un accurato rilievo geologico di superficie non abbia accertato la presenza di "significativi affioramenti rocciosi" è emerso che, con l'esclusione dell'estrema porzione Nord-orientale, il centro abitato di Verogna si dispone lungo una pendice dotata di condizioni morfologiche e idrogeologiche "parzialmente" favorevoli.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Gli edifici costituenti la suddetta frazione sono difatti impostati in un tratto di versante caratterizzato da una pendenza media complessiva inferiore ai 15°, dove non si segnalano condizioni di degrado derivanti dal mutamento dell'equilibrio geostatico dei luoghi, dato del resto confermato dall'integrità strutturale degli edifici in sasso, risalente alla fine dell'ottocento, ed ancora "perfettamente" integri.

6.15.3 Carta delle frequenze naturali

Il grado di definizione del quadro sismico nei primi 30 metri di sottosuolo è stato sufficientemente approfondito dalle indagini in sito pregresse.

6.15.4 Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica

L'area ricade, per la quasi totalità, in Zona suscettibile di instabilità che comporta un grado di approfondimento di 3° livello.

6.15.5 Interpretazioni e incertezze

Lo Scrittore ritiene che non siano sufficienti le indagini fino ad ora eseguite pertanto consiglia l'esecuzione di specifiche indagini mirate al 3° Livello di approfondimento.

6.16 LEGGIO (tavola 16/22)

6.16.1 Carta delle indagini

Nell'archivio del Comune di Bettola sono state reperite le seguenti indagini: n° 2 trincee esplorative, n° 3 DL, n°1 stendimento sismico a rifrazione (SR).

Lo Scrittore ha provveduto ad eseguire n° 1 prova penetrometrica statica spinta fino a raggiungimento della condizione di rifiuto tecnico alla penetrazione e a n° 1 acquisizione sismica passiva (HVSR).

L'indagine penetrometrica ha raggiunto la profondità pari a - 3,60 m da p.c., corrispondente alla coltre più superficiale del deposito di frana. L'indagine sismica ha confermato lo spessore precedentemente rilevato, mentre il bedrock sismico non è stato rilevato nei primi 30 metri di profondità.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

6.16.2 Carta geologico tecnica

Dal punto di vista geologico il locale substrato roccioso è costituito dalla successione litologica nota in letteratura con il nome di "Formazione dei Flysch di Farini d'Olmo - Membro di Rigolo" appartenente all'Unità Tettonica "Liguri".

Si tratta di calcari marnosi e marne chiare in strati da medi a molto spessi e locali banchi, sovente a base arenitica grigia, alternati a subordinate areniti e peliti grigie in strati sottili e medi.

Va osservato, in ogni caso, come nella porzione di versante interessata dal corpo di frana quiescente, il substrato roccioso sia ricoperto da una coltre detritica di natura eluvio-colluviale, la cui seppur "limitata" consistenza è da riconnettere all'elevato grado di tettonizzazione delle strutture sedimentarie locali, che si presentano intensamente fratturate per via delle sollecitazioni tettoniche subite in particolar modo durante il Terziario terminale.

Questa copertura detritica è stata soggetta ad una mobilizzazione generale che ha compromesso l'equilibrio geostatico della porzione di territorio in studio, con particolare riguardo alle pendici adiacenti la frazione di Verogna.

Il dissesto quiescente che lambisce a Nord-Est il centro abitato si protrae da quote prossime a 720 m., fino a raggiungere il fondovalle (quota 350 m) inciso dal Torrente Perino. Mentre quello che interessa la porzione meridionale della pendice si sviluppa dalle aree di crinale, prossime a quota 900 m, evolvendosi in un corpo di frana quiescente per colamento lento in prossimità e a valle della frazione di Verogna.

L'innesco di tale fenomeno (deformazione di tipo "plastico") è stata favorita, oltre che dall'azione erosiva di fondo del Rio Secco, dall'imbibizione della coltre limoso-argillosa che ricopre l'unità flysciode e che, localmente, manifesta un sensibile ispessimento.

Si distinguono chiaramente lungo l'intero versante gradini di frana su cui si sono formate ampie superfici sub-pianeggianti (taluni settori sono anche in debole contropendenza, con difficoltoso deflusso delle acque meteoriche) raccordate da brevi scarpate con elevata acclività. Dal punto di vista geomorfologico il pendio in studio, disposto con direzione prevalente SE-NO, è caratterizzato da geometrie variabili e dalle frequenti scarpate sopraccitate, comunque di modestà entità.

La presenza di un esteso dissesto idrogeologico appare evidente osservando i numerosi fenomeni di erosione diffusa o di aree soggette a ristagno di acque superficiali, che coinvolgono seppur con dimensioni ridotte le pendici prospicienti il centro abitato e che presentano, in alcuni tratti, significative deformazioni e pendii irregolari.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

6.16.3 Carta delle frequenze naturali

Il risultato dell'elaborazione dell'indagine HVSR denominata "033004P142HVSR" ha fornito i seguenti risultati:

Vs30	491 m/s
Fo (frequenza del picco H/V)	23,44 Hz
Ao (Ampiezza della curva H/V alla frequenza fo)	3,13 Hz
Contrasto di impedenza	ALTO
Spessore atteso	< 10 m

6.16.4 Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica

L'area ricade, per la quasi totalità, in Zona suscettibile di instabilità che comporta un grado di approfondimento di 3° livello.

6.16.5 Interpretazioni e incertezze

Lo Scrivente ritiene che non siano sufficienti le indagini fino ad ora eseguite pertanto consiglia l'esecuzione di specifiche indagini mirate al 3° Livello di approfondimento.

6.17 MONTOSERO (tavola 17/22)

6.17.1 Carta delle indagini

Lo Scrivente ha eseguito ex-novo n° 1 acquisizione sismica passiva (HVSR) poiché nell'archivio comunale non sono state ritrovate indagini geologiche riguardanti l'abitato di Montosero.

Dall'analisi dell'indagine sismica lo Scrivente stima che il bedrock sismico sia ubicato ad una profondità di circa -16,00 m da p.c.. Tuttavia ritiene opportuno approfondire con ulteriori indagini di dettaglio l'area di Montosero.

6.17.2 Carta geologico tecnica

La località di Montosero poggia per la maggior parte su un substrato calcareo arenaceo appartenente ai Calcari di Bettola (BET). In corrispondenza della porzione ovest del paese è stato rilevato il contatto tettonico discordante fra i Calcari di Bettola (BET) e le sottostanti Arenarie di Scabiazza (SCB). I valori di acclività del pendio sono mediamente inferiori ai 15° salvo locali scarpate morfologiche in corrispondenza dei movimenti franosi rilevati lungo l'intero pendio che dal Monte Osero scende in direzione del Torrente Nure.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

6.17.3 Carta delle frequenze naturali

Il risultato dell'elaborazione dell'indagine HVSR denominata "033004P150HVSR" ha fornito i seguenti risultati:

Vs30	360 m/s
Fo (frequenza del picco H/V)	12,56 Hz
Ao (Ampiezza della curva H/V alla frequenza fo)	3,82 Hz
Contrasto di impedenza	ALTO
Spessore atteso	< 10 m

6.17.4 Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica

L'abitato comprende un "nucleo" considerato stabile perimetrato Zona instabile e Zona stabile. Si consiglia, la prima zona di eseguire un grado di approfondimento di 3 livello.

6.17.5 Interpretazioni e incertezze

Lo Scrivente ritiene opportuno approfondire ulteriormente lo stato delle conoscenze dell'area in oggetto mediante specifiche indagini in sito al fine di poter affrontare il 3° livello di approfondimento di Microzonazione Sismica proposto in precedenza.

6.18 MUSA e APULO (tavola 18/22)

6.18.1 Carta delle indagini

Nell'archivio sono state reperite n° 05 stese sismiche a rifrazione SR, n° 01 trincea esplorativa, tutte ad Apulo, pertanto lo Scrivente ha ritenuto necessario eseguire un'indagine sismica in località Musa.

6.18.2 Carta geologico tecnica

L'area in esame ricade nell'ambito dell'Appennino piacentino, costituito da un complesso edificio di unità tettoniche, rappresentato dalla sovrapposizione di queste unità secondo un modello generale di thrust nord-est vergenti.

Le unità rappresentative della zona in esame sono: il Flysch di Farini d'Olmo (nella parte inferiore del corpo di frana), le Argille a Palombini e le Arenarie di Scabiazza (nella parte centrale e superiore del dissesto).

Dal punto di vista geologico, la caratteristica principale dell'area è sicuramente costituita dai sovrascorrimenti che hanno portato la formazione più antica, rappresentata dal Flysch di monte Cassio, nella parte sommatiale del locale edificio tettonico.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Il fattore che condiziona la stabilità dell'area che, è dato dalla sovrapposizione di formazioni rigide, intensamente tettonizzate, come le Arenarie di Scabiazza su formazioni prevalentemente argillose appartenenti alle Argille a Palombini. Quest'ultimo complesso pur essendo di natura eterogenea, presenta, dal punto di vista idrogeologico un comportamento impermeabile rispetto alle formazioni sovrastanti più permeabili.

Da rilevare che proprio la disposizione stratigrafica strutturale delle successioni è favorevole, come in tante altre parti dell'Appennino, alla genesi di fenomeni franosi in esame. La presenza di litologie "rigide", in posizione sovrastante, favorisce l'infiltrazione delle acque meteoriche all'interno della massa rocciosa attraverso le fratture e i giunti di stratificazione, facendole riemergere in corrispondenza di orizzonti impermeabili su cui queste rocce poggiano.

Si originano, pertanto una serie di sorgenti allineate secondo disposizioni strutturali e stratigrafiche, al passaggio tra le litologie a diverso grado di permeabilità. Spesso l'emergenza di tali sorgenti risulta mascherata dalla presenza di materiale detritico, attraverso il quale si infila l'acqua sotterranea.

La conseguenza di questa situazione è l'ammollimento e la plasticizzazione, oltre che della coltre detritica di copertura anche del substrato, fino alla fluidificazione dei materiali argillosi con la loro mobilitazione verso valle.

A monte e a Nord-est dell'area d' interesse affiorano le Arenarie di Scabiazza.

Alla base di questa formazione sono presenti le Argille a Palombini che risultano spesso mal distinguibile dal materiale detritico.

La paleofrana oggetto di studio non è costituita da un unico corpo, ma il risultato della coalescenza di più corpi detritici che tendono ad unirsi verso valle.

I versanti a monte dell'area d'interesse risultano a morfologia ondulata con presenza di alcune contropendenze. L'ondulazione dei versanti testimonia l'azione di processi di mobilitazione gravitativi che hanno interessato nel passato il materiale detritico di copertura.

Le aree potenzialmente più soggette a dissesti franosi sono quelle a drenaggio centripeto.

E' proprio in queste situazioni che la coltre detritica, prevalentemente argillosa pseudocoerente, in presenza d'acqua tende a mobilizzarsi, specie sui pendii più acclivi.

Viceversa, le aree più stabili sono quelle la cui conformazione (dossi e creste) favorisce un rapido allontanamento delle acque meteoriche

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

6.18.3 Carta delle frequenze naturali

Il risultato dell'elaborazione dell'indagine HVSR denominata "033004P176HVSR" ha fornito i seguenti risultati:

Vs30	420 m/s
Fo (frequenza del picco H/V)	2,94 Hz
Ao (Ampiezza della curva H/V alla frequenza fo)	2,29 Hz
Contrasto di impedenza	BASSO
Spessore atteso	TRA 10 m e 30 m

6.18.4 Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica

In località Musa l'area interessata dal secondo livello di approfondimento è costituita da zone 10 e 12, secondo la carta MOPS liv.1. L'abitato di Apulo ricade invece in una Zona instabile dove è necessario eseguire un approfondimento di 3 livello.

6.18.1 Carta di Microzonazione sismica – II livello

L'area costituita dalle zone 10 e 12, secondo la carta delle MOPS liv. 1, è rappresentata da una coltre eluvio colluviale diffusa in tutta l'area dell'abitato di Musa ed è stata indagata mediante un'acquisizione sismica eseguite ex novo, da cui ne consegue che i valori dei fattori di amplificazione, derivanti dalla DAL 112/2007, sono:

F.A. P.G.A. = 2.0

F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_0 < 0.5s = 2.0$

F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_0 < 1.0s = 1.2$

6.18.2 Interpretazioni e incertezze

Lo Scrivente consiglia l'esecuzione di penetrometrie o carotaggi al fine di definire gli spessori della coltre superficiale già indagata dall'indagine sismica.

6.19 BRAMAIANO (tavola 19/22)

6.19.1 Carta delle indagini

Lo Scrivente ha eseguito n° 1 indagine sismica passiva HVSR *ex novo*; nell'archivio comunale sono state rilevate n° 02 DL, non sufficienti alla definizione del modello di sottosuolo.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

6.19.2 Carta geologico tecnica

L'area su cui poggia l'abitato di Bramaiano è costituito da un substrato roccioso costituito da i calcari di Bettola. La caratteristica principale dell'area è sicuramente costituita dai sovrascorrimenti che hanno portato la formazione più antica, rappresentata dal Flysch di monte Cassio, nella parte sommatiale del locale edificio tettonico.

Da rilevare che proprio la disposizione stratigrafica strutturale delle successioni è favorevole, come in tante altre parti dell'Appennino, alla genesi di fenomeni franosi in esame. La presenza di litologie "rigide", in posizione sovrastante, favorisce l'infiltrazione delle acque meteoriche all'interno della massa rocciosa attraverso le fratture e i giunti di stratificazione, facendole riemergere in corrispondenza di orizzonti impermeabili su cui queste rocce poggiano.

6.19.3 Carta delle frequenze naturali

Il risultato dell'elaborazione dell'indagine HVSR denominata "033004P152HVSR" ha fornito i seguenti risultati:

Vs30	362 m/s
Fo (frequenza del picco H/V)	28,41 Hz
Ao (Ampiezza della curva H/V alla frequenza fo)	2,01 Hz
Contrasto di impedenza	BASSO
Spessore atteso	< 10 m

6.19.4 Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica

L'area urbanizzata è costituita da una zona stabile, che non richiede alcun ulteriore livello di approfondimento, e da porzioni di aree franose quindi suscettibili di instabilità che comporta un grado di approfondimento di 3° livello.

6.19.5 Interpretazioni e incertezze

La carta geologica RER riporta un deposito alluvionale AES8a unità di Modena risalente dal torrente Nure fin sopra all'abitato di Bettola. Lo Scrivente ritiene ragionevolmente che possa trattarsi di un errore cartografico, da verificare.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

6.20 COSTA (tavola 20/22)

6.20.1 Carta delle indagini

In località "Costa" sono state reperite presso l'archivio comunale n° 7 DL, n° 3 trincee esplorative. Lo Scrivente non ha proceduto ad eseguire ulteriori indagini.

6.20.2 Carta geologico tecnica

Dal punto di vista geologico il locale substrato roccioso è costituito dalla successione litologica nota in letteratura con il nome di "Formazione dei Flysch di Farini d'Olmo" appartenente all'Unità Tettonica Ligure.

Si tratta di una formazione sedimentaria marina, caratterizzata da stratificazioni flyschoidi calcareo-marnose ed arenaceo-argillose, con rari banchi di marne rosate.

Il materiale di questi affioramenti rocciosi è talora sfruttato industrialmente per il cemento e le calce aeree, a seconda dei litotipi nelle aree di cava; meno interessante lo sfruttamento agricolo, condizionato da suoli solitamente poco sviluppati o pressochè assenti, data la solitamente scarsa erodibilità delle stratificazioni più rigide.

La formazione si presenta generalmente stabile grazie alla sua permeabilità e compattezza dei litotipi.

Localmente affiorano la litofacies di Groppo Ducale ed il membro di Costa.

- FAR2a - Flysch di Farini d'Olmo - membro di Rigolo - litofacies di Groppo Ducale: Alternanze di arenarie fini grigio scure e peliti marnose e siltiti rosse e verdastre a stratificazione sottile, con intercalazione di banchi di marne rosate. Questa litozona é presente al tetto di FAR2. Potenza stimata variabile da 0 a 30 m.
- FAR3 - Flysch di Farini d'Olmo - membro di Costa: Torbiditi arenaceo-pelitiche di colore grigio-verde in strati gradati generalmente medi o spessi. Discontinuamente al tetto brecce ad elementi di calcari e marne in matrice argillosa. Potenza circa 25 m.

Un accurato rilievo geologico dell'intero versante ha evidenziato la presenza di estesi depositi superficiali che ricoprono diffusamente la formazione rocciosa, formati essenzialmente da:

- accumuli di frana quiescente (a2g), costituiti da mescolanze eterogenee di frammenti di roccia provenienti dalle unità litologiche circostanti, con assetto frequentemente caoticizzato; proprietà fisico meccaniche decisamente più scadenti di quelle proprie delle unità rocciose di provenienza; facile

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

impregnabilità da parte delle acque di infiltrazione, che esaltano la tendenza dei materiali a comportarsi come corpi pseudocoerenti. Masse frequentemente in equilibrio precario o instabile;

- spesse coltri eluvio-colluviali di elementi litoidi in abbondante matrice limo-argillo terrosa.

Va osservato, in ogni caso, come nella porzione di versante interessata dalla perimetrazione, il substrato roccioso sia parzialmente ricoperto da una coltre detritica di natura eluvio-colluviale o detritica di “limitata” consistenza.

Si distinguono chiaramente lungo l'intero versante gradini di frana su cui si sono formate ampie superfici sub-pianeggianti (taluni settori sono anche in debole contropendenza, con difficoltoso deflusso delle acque meteoriche) raccordate da brevi scarpate con elevata acclività.

Dal punto di vista geomorfologico il tratto di pendio in esame, disposto con direzione prevalente SO-NE, è caratterizzato da geometrie variabili e dalle frequenti scarpate sopraccitate, comunque di modesta entità.

6.20.3 Carta delle frequenze naturali

Il grado di definizione del quadro sismico nei primi 30 metri di sottosuolo è stato sufficientemente approfondito dalle indagini in sito pregresse.

6.20.4 Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica

L'abitato di Costa comprende un “nucleo” considerato stabile perimetrato a sud da Zona 10 per il quale è necessario eseguire il 2° livello di approfondimento e a nord da zona instabile, che richiede il grado di approfondimento di 3 livello.

6.20.5 Carta di Microzonazione sismica – II livello

L'area costituita dalla zona 10, secondo la carta delle MOPS liv. 1, è rappresentata da un substrato geologico non rigido, da cui ne consegue che i valori dei fattori di amplificazione, derivanti dalla DAL 112/2007, sono:

F.A. P.G.A. = 1.6

F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_0 < 0.5s = 1.2$

F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_0 < 1.0s = 1.0$

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

6.20.6 Interpretazioni e incertezze

Lo Scrivente ritiene opportuno far eseguire penetrometrie o carotaggi fino al raggiungimento del bedrock, al fine di aumentare il grado di conoscenza dell'area.

6.21 GROPPODUCALE, i FORLINI e i CORDANI (tavola 21/22)

6.21.1 Carta delle indagini

Le indagini eseguite in località Groppoducale e I Cordani sono state eseguite *ex novo* dallo Scrivente tecnico poiché sfogliando l'archivio comunale non è stata reperita alcuna indagini specifica in sito. Lo Scrivente ha eseguito in quest'area, classificata secondo il PRG vigente come urbanizzata, n° 01 prova penetrometrica statica (CPT) e n° 02 acquisizione sismica a stazione singola (HVSr), ciascuna per ogni centro abitato

La CPT ha raggiunto immediatamente la condizione di rifiuto tecnico alla penetrazione, pertanto tramite l'indagine sismica passiva sono stati individuati gli spessori degli depositi presenti nell'area, in particolare è emerso che lungo entrambe le verticali il bedrock sismico si trova ad una profondità compresa tra 64 e 73 m.

6.21.2 Carta geologico tecnica

Dal punto di vista geologico il locale substrato roccioso è costituito dalla successione litologica nota in letteratura con il nome di "Formazione dei Flysch di Farini d'Olmo" appartenente all'Unità Tettonica "Liguri.

Si tratta di una formazione sedimentaria marina, caratterizzata da stratificazioni flyschoidi calcareo-marnose ed arenaceo-argillose, con rari banchi di marne rosate.

La formazione si presenta generalmente stabile grazie alla sua permeabilità e compattezza dei litotipi. Localmente affiorano la litofacies di Groppo Ducale:

- FAR2 - Flysch di Farini d'Olmo - membro di Rigolo - litofacies di Groppo Ducale: Alternanze di arenarie fini grigio scure e peliti marnose e siltiti rosse e verdastre a stratificazione sottile, con intercalazione di banchi di marne rosate. Potenza stimata variabile da 0 a 30 m.

Sono presenti numerose frane quiescenti che tuttavia non interessano l'abitato di Groppo Ducale.

6.21.3 Carta delle frequenze naturali

In località "GROPPODUCALE" il risultato dell'elaborazione dell'indagine HVSr denominata "033004P155HVSr" ha fornito i seguenti risultati:

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Vs30	384 m/s
Fo (frequenza del picco H/V)	18,25 Hz
Ao (Ampiezza della curva H/V alla frequenza fo)	3,66 Hz
Contrasto di impedenza	ALTO
Spessore atteso	< 10 m

In località “I CORDANI” il risultato dell’elaborazione dell’indagine HVSR denominata “033004P175HVSR” ha fornito i seguenti risultati:

Vs30	309 m/s
Fo (frequenza del picco H/V)	1,50 Hz
Ao (Ampiezza della curva H/V alla frequenza fo)	2,76 Hz
Contrasto di impedenza	BASSO
Spessore atteso	DA 30 m A 100 m

6.21.4 Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica

I nuclei di Groppo Ducale e i Forlini ricadono in zone considerate stabili, delimitate da zone instabili. L’abitato de I Cordani comprende un “nucleo” considerato stabile perimetrato Zona instabile e Zona suscettibile di amplificazione locale a sud.

6.21.5 Carta di Microzonazione sismica – II livello

L’abitato de “i Cordani” ricadono in area suscettibili di amplificazioni dovuto principalmente a substrato geologico non rigido, secondo la carta delle MOPS liv. 1, da cui ne consegue che i valori dei fattori di amplificazione, derivanti dalla DAL 112/2007, sono:

F.A. P.G.A. = 1.4

F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_0 < 0.5s = 1.3$

F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_0 < 1.0s = 1.4$

6.21.6 Interpretazioni e incertezze

Lo Scrivente ritiene che, per tutti centri abitati, non siano sufficienti le indagini eseguite e reperite per poter affrontare il terzo livello di approfondimento. Pertanto ne consiglia l’esecuzione di nuove in prospettiva del livello di approfondimento prescritto.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

6.22 PRATO BARBIERI (tavola 22/22)

6.22.1 Carta delle indagini

Nell'archivio comunale di Bettola è stata reperita soltanto n°1 prova MASW; Lo Scrivente ha provveduto ad eseguire n°1 prova CPT, n°1 prova HVRS.

La prova penetrometrica statica ha raggiunto la profondità di -6,00 m da p.c.. L'indagine sismica passiva ha evidenziato uno spessore della coltre detritica superficiale pari allo spessore rilevato dalla CPT in precedenza citata.

6.22.2 Carta geologico tecnica

L'abitato di Prato Barbieri è posto sul limite comunale tra il comune di Bettola ed il comune di Morfasso. Si sviluppa su una cresta formata a Nord dalle Argilliti di Guselli ed a sud dal Flysch di Bettola; il contatto stratigrafico è obliterato da una copertura eluvio-colluviale di spessore variabile. Tale copertura si ritrova ad ovest della località Serbio, a nord della località Scuola e lambisce la provinciale di Prato Barbieri ad est. Ad ovest dell'abitato, lungo i pendii poco acclivi, si sviluppano una serie di frane quiescenti complesse che lambiscono alcuni fabbricati locali.

6.22.3 Carta delle frequenze naturali

Il risultato dell'elaborazione dell'indagine HVSR denominata "033004P154HVSR" ha fornito i seguenti risultati:

Vs30	398 m/s
Fo (frequenza del picco H/V)	20,88 Hz
Ao (Ampiezza della curva H/V alla frequenza fo)	2,91 Hz
Contrasto di impedenza	BASSO
Spessore atteso	< 10 m

6.22.4 Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica

L'abitato di Prato Barbieri comprende un "nucleo" considerato stabile perimetrato Zona 6 e 12. Si consiglia, per tale area un grado di approfondimento di 3 livello

6.22.1 Carta di Microzonazione sismica – II livello

L'abitato di Prato Barbieri ricade in area suscettibili di amplificazioni dovuto principalmente alla presenza di una coltre d'alterazione superficiale, secondo la carta delle MOPS liv. 1, da cui ne consegue che i valori dei fattori di amplificazione, derivanti dalla DAL 112/2007, sono:

$$F.A. P.G.A. = 1.6$$

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_0 < 0.5s = 1.2$

F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_0 < 1.0s = 1.1$

6.22.2 Interpretazioni e incertezze

Nessuna.



PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile



CONFERENZA DELLE REGIONI E
DELLE PROVINCE AUTONOME

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

MICROZONAZIONE SISMICA

Livello 1 e Livello 2

Allegato A

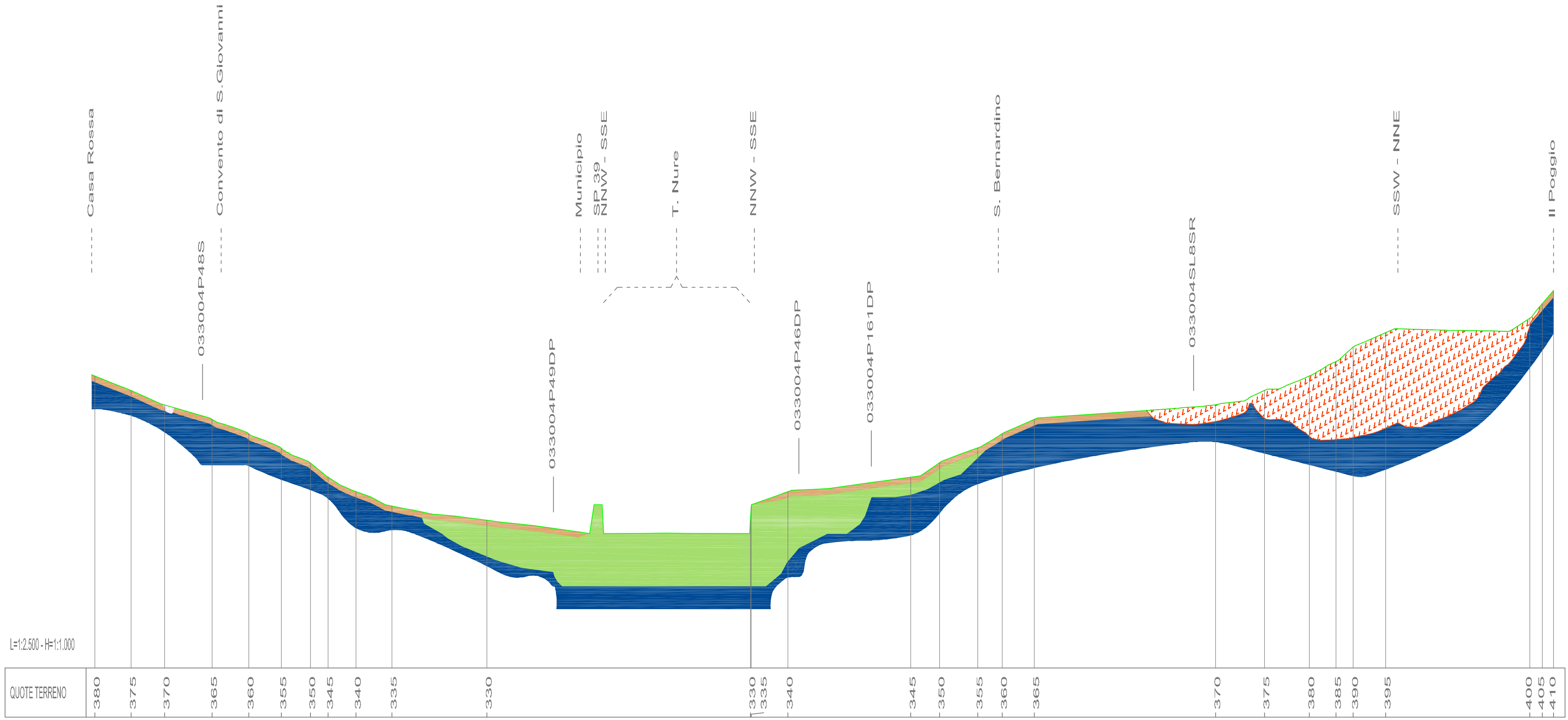
Sezione Geologica Rappresentativa

Regione Emilia-Romagna

Comune di Bettola



Regione	Soggetto realizzatore	Data
Emilia Romagna	Dr Geol. Roberto Ponzanibbio Dr Geol. Francesco Tagliavini	Dicembre 2013



L=1:2.500 - H=1:1.000

QUOTE TERRENO	-380	-375	-370	-365	-360	-355	-350	-345	-340	-335	-330	-335	-340	-345	-350	-355	-360	-365	-370	-375	-380	-385	-390	-395	-400	-405	-410
---------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

- Legenda**
- Activa - Scorrimento
 - Quiescente - Scorrimento
 - Argille inorganiche di media-alta plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille grasse
 - Ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbia
 - Alternanza di litotipi, stratificato

COMMENTO SEZIONE GEOLOGICA RAPPRESENTATIVA

La carta geologico tecnica ha consentito di mettere in luce alcuni aspetti nel loro dettaglio, con particolare riguardo al capoluogo di Bettola.

Oltre alla Carta Geologico-Tecnica nel presente studio viene proposta una Sezione Geologica Rappresentativa lungo la direzione NNW-SSE, SSW-NNE allo scopo di illustrare il rapporti esistenti fra le varie formazioni.

Sulla base di un rilievo di campagna e di varie indagini geognostiche effettuate nell'areale è stato possibile individuare i "tetti" delle varie formazioni interessanti i versanti.

La traccia della sezione è stata scelta in quanto attraversa tutte le formazioni e le forme morfologiche presenti nell'intorno dell'abitato di Bettola capoluogo, dove sono possibili e prevedibili espansioni a carattere residenziale.

Nella sezione non sono state messe in luce le strutture ma solamente i rapporti che esistono fra le coperture, le superfici terrazzate e la geologia sottostante.

Il versante in sponda sinistra del T. Nure è caratterizzato da una base continua di litotipi prevalentemente stratificati, ricoperti nella porzione di monte da litologie fini ascrivibili ad argille inorganiche che ricoprono tutto il versante. Nella porzione di valle i sedimenti grossolani del Nure formano ordini terrazzati di diverso ordine.

La porzione di monte in sponda destra del T. Nure è caratterizzata dalla presenza di una frana quiescente caratterizzata da più sormonti e da fianchi che presentano caratteristiche legate a fenomeni avvenuti in tempi differenti.

Ai piedi della frana proseguono litotipi quali argille e limi fino all'argine del T. Nure che ricoprono con continuità l'intero versante.

In corrispondenza del Nure vi sono differenti ordini di terrazzamento che trovano sede all'interno di formazioni stratificate e alternanze di litotipi.

L'alveo attivo del T. Nure risulta essere fissato grazie alla presenza di una briglia in CLS e ricompreso fra due tratti arginati artificialmente. L'alveo è costituito da materiale litoide trasportato dai vari fenomeni di piena ed origina l'ordine dei terrazzamenti dedotti e riportati in sezione. I sedimenti poggiano su di un substrato litoide stratificato.