



PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile



CONFERENZA DELLE REGIONI E
DELLE PROVINCE AUTONOME

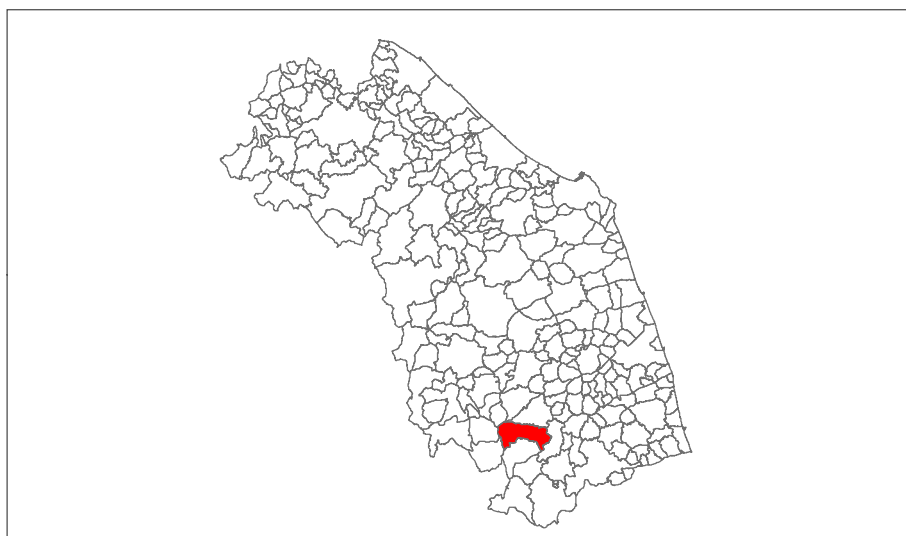
Attuazione dell'Art.11 della Legge 24 Giugno 2009, n.77 OCDPC n.171/2014


PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E INDAGINI DI MICROZONAZIONE SISMICA ANNUALITA' 2013

MICROZONAZIONE SISMICA

Relazione illustrativa

Regione Marche Comune di Montefortino



Regione 	Soggetto realizzatore Geol. Sara Prati Collaboratore: Geol.Fabio Ciabattoni	Data Agosto 2015 <i><u>Elaborato 1</u></i>
---	--	---

1 - INTRODUZIONE.....	2
2 – DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO	3
3 – ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA	7
4 - DATI GEOTECNICI E GEOFISICI.....	9
5 – MODELLO DEL SOTTOSUOLO	12
6 – INTERPRETAZIONI ED INCERTEZZE	13
7 – METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI.....	14
8 – ELABORATI CARTOGRAFICI	16
8.1 – Carta delle indagini.....	16
8.2 – Carta Geologico-Tecnica per la microzonazione sismica	17
8.3 – Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (Liv. 1) ...	20
9 – BIBLIOGRAFIA	25

1 - INTRODUZIONE

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Montefortino, d'intesa con la Regione Marche ed il Dipartimento per le Politiche Integrate di Sicurezza e per la Protezione Civile, è stato eseguito uno studio di Microzonazione Sismica sul territorio comunale, con approfondimento equivalente al livello 1 degli "Indirizzi e criteri per la Microzonazione Sismica" (2008), in attuazione di quanto stabilito dall'OCDPC n. 171 del 19/06/2014 (*Contributi per gli interventi di prevenzione del rischio sismico per l'annualità 2013*).

Il Comune di Montefortino è già stato oggetto di studi per la valutazione del rischio sismico con la redazione del cosiddetto "Progetto Valdaso" che ha preso in considerazione il solo Capoluogo; i finanziamenti stanziati dalla Regione Marche e dal Dipartimento della Protezione Civile Nazionale nell'annualità 2013 sono finalizzati all'aggiornamento di tale studio alle nuove disposizioni normative approvate in epoca successiva. Tuttavia, al fine di estendere la microzonazione sismica anche ad alcune aree di progetto contemplate nel P.R.G., lo studio è stato esteso anche ad alcune frazioni di particolare interesse per l'Amministrazione Comunale. Pertanto, lo studio di microzonazione ha riguardato:

- l'area già individuata dal "*Progetto sperimentale per la valutazione del rischio sismico della Valdaso*", inglobante il Capoluogo e le aree progetto contigue all'abitato;
- la Frazione di Bussonico;
- la Frazione di Madonna dell'Ambro;
- le Frazioni di Baldoni, Reame e S. Lucia.

Lo studio di Microzonazione sismica di livello 1 rappresenta un livello propedeutico ai veri e propri studi di MS e consiste in una raccolta organica e ragionata dei dati pregressi di natura geologica, geofisica e geotecnica al fine di suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee dal punto di vista del comportamento sismico. I dati esistenti sono stati implementati mediante l'esecuzione di n. 4 prove HVSR

(Sismica passiva a stazione singola – misura del microtremore).

Come base topografica sono state utilizzate le sezioni n. 326050 (Montefortino) e n. 325040 (Capovalle) della Carta Tecnica Regionale (C.T.R.) in scala 1: 10.000.

La sintesi dei dati raccolti, delle indagini eseguite e delle cartografie disponibili, illustrata nella presente relazione, ha consentito di realizzare i seguenti elaborati:

- *Carta delle indagini in scala 1: 5.000;*
- *Carta geologico-tecnica per la Microzonazione Sismica (CGT_MS) in scala 1: 5.000;*
- *Sezioni Geologiche (n. 6) in scala 1: 2.000;*
- *Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) in scala 1: 5.000.*

Lo studio di microzonazione è stato eseguito, come contemplato dall'O.C.D.P.C. n. 171/2014, nel rispetto delle indicazioni contenute negli “Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (ICMS)”, redatti dal Dipartimento di Protezione Civile Nazionale e approvati il 13 novembre 2008 dalla conferenza delle Regioni e delle Provincie Autonome.

Per la redazione degli elaborati cartografici e l'organizzazione delle informazioni, il documento di riferimento è lo “Standard di rappresentazione e archiviazione informatica” (Versione 3.0) elaborato dalla Commissione Tecnica per il monitoraggio degli studi di Microzonazione Sismica.

2 – DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO

Fino al D.M. LL.PP. del 16/01/1996, il Comune di Montefortino era, dal punto di vista sismico, classificato di II categoria (S=9).

Con l'O.P.C.M. n. 3274/2003, vengono emanati i criteri per la nuova classificazione sismica del territorio nazionale, basati sull'analisi della probabilità che il territorio

venga interessato, in un certo intervallo di tempo (generalmente 50 anni), da un evento che superi una determinata soglia di intensità o magnitudo. Secondo tali criteri, nel territorio nazionale vengono individuate quattro zone sismiche.

L'aggiornamento della Classificazione sismica della Regione Marche è stato approvato con la D.G.R. n. 1046 del 29 luglio 2003 (Individuazione e formazione dell'elenco delle zone sismiche nella Regione Marche), in applicazione dell'O.P.C.M. n. 3274/2003. Secondo tale elenco, il territorio comunale di Montefortino ricade in

Zona sismica	Zona con pericolosità sismica media dove possono verificarsi terremoti abbastanza forti.
2	

I criteri per l'aggiornamento della mappa di **pericolosità sismica** vengono meglio definiti nell'O.P.C.M. n. 3519/2006, che introduce degli intervalli di accelerazione (a_g) da attribuire alle quattro zone sismiche con probabilità del 10% di essere superate in 50 anni:

Zona sismica	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [a_g/g]	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [a_g/g]
1	> 0.25	0.35
→ 2	0.15 - 0.25	0.25
3	0.05 – 0.15	0.15
4	< 0.05	0.05

Tali valori di pericolosità di base non influiscono però nella progettazione. Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 infatti, **la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio “sito dipendente”** e non più tramite un criterio “zona dipendente”. L'azione sismica di progetto, in base alla quale valutare

il rispetto dei diversi stati limite presi in considerazione, viene definita partendo dalla “pericolosità base” del sito di costruzione, utilizzando un’accelerazione di riferimento propria, individuata sulla base delle coordinate geografiche dell’area di progetto ed in funzione della “vita nominale” dell’opera.

La classificazione sismica (zona sismica di appartenenza del comune) rimane utile pertanto solo ai fini della pianificazione e per il controllo del territorio da parte degli Enti preposti.

Il primo passo per la definizione della pericolosità è la conoscenza dei dati macrosismici presenti nel Database Macrosismico Italiano la cui ultima versione è il DBMI 2011 (a cura di Locati, R. Camassi e M. Stucchi, 2011.; <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11>), messo a disposizione dall’INGV; all’interno del catalogo possono essere selezionati gli eventi di maggiore rilevanza che hanno interessato una data località. Nel caso di Montefortino vengono evidenziati n. 24 eventi di riferimento tra i più importanti a partire dal 1873, con relativa Magnitudo di Momento (Mw) dell’epicentro della scossa:

Storia sismica di Montefortino

[42.942, 13.342]

Numero di eventi: 24

Effetti	In occasione del terremoto del:			
I[MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
5	1873 03 12 20:04	Marche meridionali	196	8 5.95 ±0.10
3-4	1903 11 02 21:52	Valnerina	33	6 4.89 ±0.26
6	1943 10 03 08:28	Marche meridionali-Abruzzo	131	8-9 5.83 ±0.14
8	1972 11 26 16:03	MONTEFORTINO	73	8 5.38 ±0.18
5-6	1979 09 19 21:35	Valnerina	694	8-9 5.86 ±0.09
5-6	1986 10 13 05:10	Appennino umbro-marchigiano	322	5-6 4.65 ±0.09
3	1993 06 05 19:16	GUALDO TADINO	326	6 4.74 ±0.09
4-5	1997 09 03 22:07	Appennino umbro-marchigiano	171	5-6 4.56 ±0.09
5-6	1997 09 26 00:33	Appennino umbro-marchigiano	760	5.70 ±0.09
5-6	1997 09 26 09:40	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9 6.01 ±0.09

Effetti	In occasione del terremoto del:			
I[MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
5-6	1997 10 03 08:55	Appennino umbro-marchigiano	490	5.25 ±0.09
5	1997 10 06 23:24	Appennino umbro-marchigiano	437	5.46 ±0.09
5-6	1997 10 14 15:23	Appennino umbro-marchigiano	786	7-8 5.65 ±0.09
4	1997 10 23 08:58	Appennino umbro-marchigiano	56	4.31 ±0.25
5	1997 11 09 19:07	Appennino umbro-marchigiano	180	5-6 4.90 ±0.09
4	1998 02 07 00:59	Appennino umbro-marchigiano	62	5-6 4.43 ±0.09
4-5	1998 03 21 16:45	Appennino umbro-marchigiano	141	6 5.03 ±0.09
4-5	1998 04 05 15:52	Appennino umbro-marchigiano	395	6 4.81 ±0.09
4-5	1999 11 29 03:20	APPENNINO CENTRALE	62	5-6 4.38 ±0.13
4	2003 05 25 17:15	Zona Ascoli Piceno	92	5 4.15 ±0.18
4-5	2004 12 09 02:44	Zona Teramo	224	5-6 4.18 ±0.09
4	2005 04 12 00:31	Maceratese	137	4-5 4.16 ±0.14
2-3	2005 12 15 13:28	Valle del Topino	361	5-6 4.66 ±0.09
4	2006 04 10 19:03	Maceratese	211	5 4.51 ±0.10
Località vicine (within 10km)				
Località		Stato	NMO	Distanza
Amandola		IT	39	4km
Comunanza		IT	22	6km
Montemonaco		IT	30	5km

Si evidenzia che **la massima intensità registrata risulta pari a 8 gradi su MCS, è riferita all'evento del 26 Novembre 1972 con epicentro proprio nel Comune di Montefortino; tale terremoto fece tremare l'intera provincia di Ascoli Piceno e parte dell'Umbria, una scossa di una quindicina di secondi che causò molti danni, ma per fortuna nessun ferito.**

3 – ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA

Il territorio comunale di Montefortino presenta un'estensione pari a 78,62 kmq, si sviluppa prevalentemente all'interno della dorsale dei Monti Sibillini e risulta scarsamente popolato tanto da avere una densità di circa 15 ab/kmq (dati ISTAT, 1/1/2015). Si tratta di un centro montano con quote comprese tra i 450 m s.l.m. (valle del Tenna a nord-est del Capoluogo) e i 2.332 m s.l.m. (Monte Priora).

I Monti Sibillini costituiscono la parte meridionale dell'Appennino Umbro-Marchigiano, nella quale affiorano i sedimenti mesozoici e terziari della “*Successione umbro-marchigiana*”; tale successione si rinviene al di sopra del Calcere Massiccio e viene suddivisa in tre gruppi formazionali: GIURASSICO (Calcere Massiccio, Corniola, Marne M. Serrone, Marne a Posidonia, Calcari diasprini), CRETACICO-PALEOGENICO (Maiolica, Marne a fucoidi, Scaglia), MIOCENICO (Bisciaro, Marne con Cerrognà, Formazione della Laga).

Strutturalmente i Monti Sibillini costituiscono un sistema di pieghe e sovrascorrimenti a vergenza orientale che è il prodotto di vicissitudini tettoniche succedutesi dal Trias superiore al Quaternario, caratterizzate da fasi tettoniche associate a processi compressivi (Tortoniano-Pliocene medio) e distensivi (Pliocene sup. – Pleistocene), responsabili anche del “**Sovrascorrimento dei M. Sibillini**” che rappresenta il fronte di scorrimento più esterno. All'interno del territorio comunale gli effetti della tettonica compressiva, oltre che dall'andamento variamente piegato delle formazioni, risulta ben visibile dal sovrascorrimento che corre lungo l'allineamento Gola dell'Infernaccio-Balzo Rosso, che non coinvolge le aree esaminate.

Litologicamente quasi tutto il territorio comunale risulta caratterizzato da substrato affiorante, di natura sedimentaria, appartenente alla serie calcareo-silico-marnoso-arenacea dell'Appennino Umbro-Marchigiano, tranne alcune aree di fondovalle caratterizzate dalla presenza di depositi eluvio-colluviali e/o alluvionali ed alcuni tratti dei versanti montani ricoperti da materiali sciolti quali detriti di falda.

Nello specifico, in corrispondenza dell'abitato del Capoluogo si rinvennero in affioramento le formazioni costituite da Bisciaro, Marne con Cerrognà e Marne a

Pteropodi (Mioceniche inf. – medio), costituite da calcari e calcari marnoso-argillosi generalmente di colore grigio chiaro, in strati sottili. Spostandosi ad est rispetto al centro storico, affiorano i litotipi arenacei del membro pre-evaporitico della Formazione della Laga (Miocene superiore); i medesimi litotipi arenacei si rinvencono nelle frazioni di Bussonico e S. Lucia – Baldoni.

Nella Frazione di Madonna dell'Ambro si osserva invece in affioramento il membro intermedio della Scaglia Rossa (Eocene medio: Turoniano inf. p.p. – Luteziano p.p.).

Per quanto riguarda invece i depositi di copertura, ai piedi dei versanti e nelle vallecole si rinvencono le coltri eluvio-colluviali di natura prevalentemente sabbioso-limosa e/o limoso-argillosa, derivanti dall'alterazione e disfacimento dei termini del substrato; le coltri risultano talora interessate da movimenti di massa antichi o recenti. Nell'area a nord-ovest del centro abitato del capoluogo, si rinvencono per lo più i depositi alluvionali del Fiume Tenna (Età: Olocene – Pleistocene sup.), costituiti prevalentemente da ghiaie eterometriche in matrice sabbiosa a percentuale variabile, con intercalate lenti o livelli discontinui di limi argillosi, limi sabbiosi e sabbie. Nella Frazione di Madonna dell'Ambro, nel fondovalle, si rinvencono i depositi sciolti del detrito di falda, frammisto alle alluvioni attuali nei pressi del corso d'acqua.

La morfologia dell'area è condizionata dalla diversa erodibilità dei litotipi da parte degli agenti esogeni: si rilevano dolci pendenze in corrispondenza delle coltri eluvio-colluviali, più facilmente erodibili; laddove invece affiorano i depositi del substrato, più resistenti, le pendenze divengono elevate. L'area di fondovalle a cavallo del Fiume Tenna è dominata da zone alluvionali a morfologia sub-pianeggiante e da orli di terrazzo fluviale con scarpate che talora superano i 10 m di altezza.

Per quanto riguarda i fenomeni d'instabilità dei versanti, sono stati evidenziati n. 4 dissesti, i cui limiti vengono riportati in maniera fedele rispetto alle cartografie del PAI (Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Marche).

4 - DATI GEOTECNICI E GEOFISICI

La caratterizzazione geotecnica e geofisica deriva dall'analisi di n. 52 indagini pregresse e di n. 4 registrazioni di sismica passiva a stazione singola, realizzate ex-novo per il presente studio.

I dati geotecnici derivano dall'analisi dei certificati di prove geotecniche di laboratorio e di prove penetrometriche reperite presso l'Ufficio Urbanistica e LL.PP. del Comune di Montefortino. Da tali prove sono stati desunti i seguenti parametri fisico-meccanici medi:

- Sabbie limose (Depositi Colluviali): si tratta di sabbie di colore giallastro, sciolte o debolmente limose, mediamente addensate, con rari inclusi arenacei:

γ	=	peso di volume	= 1,7 – 1,8 g/cmq;
φ'	=	angolo d'attrito	= 30° - 33°;
c'	=	coesione	= 0 kg/cmq.

- Limi sabbioso-argillosi (Depositi Colluviali): si tratta di limi sabbiosi e/o limi argillosi di colore avana-grigiastro, di consistenza da bassa a media, con rari inclusi calcarei:

γ	=	peso di volume	= 1,9 g/cmq;
φ'	=	angolo d'attrito	= 20° - 29°;
c'	=	coesione	= 0,1 – 0,2 kg/cmq;
D_r	=	densità relativa	= 18% - 38%;
E	=	modulo di Young	= 40 - 96 kg/cmq;
$N_{SPT\ eq.}$	=	num. di colpi dello SPT equivalenti	= 3 – 12;
C_u	=	coesione non drenata ($\varphi = 0$)	= 0,3 - 1,0 kg/cmq.

- Ghiaie in matrice sabbiosa (Depositi Alluvionali): si tratta di ghiaie eterometriche a spigoli vivi o leggermente arrotondati, ben addensate, in matrice sabbiosa a percentuale variabile:

γ	=	peso di volume	= 1,7 – 1,8 g/cmq;
----------	---	----------------	--------------------

φ'	=	angolo d'attrito	= $32^\circ - 36^\circ$;
c'	=	coesione	= 0 kg/cmq.

- Ghiaie (Detrito di falda): si tratta di ghiaie eterometriche a spigoli vivi, molto addensate, in matrice sabbiosa scarsa o assente:

γ	=	peso di volume	= 1,7 – 1,8 g/cmc;
φ'	=	angolo d'attrito	= $> 34^\circ$;
c'	=	coesione	= 0 kg/cmq.

- Arenarie debolmente cementate (Substrato alterato): si tratta della porzione più alterata e superficiale del substrato miocenico

γ	=	peso di volume	= 2,3 – 2,4 g/cmc;
σ_r	=	resistenza a compressione monoassiale	> 25 kg/cmq;
φ'	=	angolo d'attrito	= $> 30^\circ$;
c'	=	coesione	= 0 kg/cmq;
D_r	=	densità relativa	= $> 50\%$;
E	=	modulo di Young	= > 150 kg/cmq;
$N_{SPT\ eq.}$	=	num. di colpi dello SPT equivalenti	= > 30 .

- Marne calcaree (Substrato alterato): si tratta della porzione più alterata e superficiale del Bisciaro, delle Marne con Cerroghna o delle Marne a Pteropodi:

γ	=	peso di volume	= 2,3 – 2,4 g/cmc;
σ_r	=	resistenza a compressione monoassiale	> 15 kg/cmq.

I dati geofisici derivano invece dall'interpretazione di una prova geofisica MASW reperita, da due prove di sismica a rifrazione reperite (utilizzate esclusivamente per la stima della profondità di rinvenimento del substrato geologico) e di n. 9 prove HVSr (Sismica passiva a stazione singola – misura del microtremore), 5 reperite presso l'Ufficio Urbanistica e LL.PP. del Comune di Montefortino, 4 fatte eseguire dalla

sottoscritta ai fini del presente studio. Le elaborazioni in termini di curve H/V di tali prove hanno fornito grafici caratterizzati da:

- un picco ben evidente e relativo al contatto colluvioni/substrato arenaceo, con valori di frequenze di risonanza mediamente compresi tra: $3,75 \text{ Hz} < f_0 < 5,63 \text{ Hz}$ (Loc. Teglia-Baldoni e Loc. Capoluogo);
- un picco con valori di frequenze di risonanza pari a 19,38 Hz nella zona caratterizzata dal contatto tra i depositi detritici addensati ed il sottostante substrato lapideo in Loc. Madonna dell'Ambro;
- nessun picco significativo nei siti con substrato sub-affiorante (Area sud-est del Capoluogo e Strada Circonvallazione);
- presenza di due picchi significativi, alla frequenza di circa 26 Hz e di 6,81 Hz, nelle aree caratterizzate dalla sequenza stratigrafica coltre/alluvioni/substrato (Capoluogo, Loc. Tesino);
- presenza di un picco significativo alla frequenza di circa 20,09 Hz, nelle aree caratterizzate dalla sequenza stratigrafica alluvioni/substrato (Capoluogo, Loc. Tesino);

Non esistendo ad oggi indagini sismiche volte alla determinazione delle $V_{s,30}$, vengono di seguito forniti dei valori medi di riferimento, reperiti dalla bibliografia esistente:

- Depositi colluviali sabbioso-limosi e/o limoso argillosi..... $V_{s,30} = 200 \text{ m/s}$
- Depositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi $V_{s,30} = 300 - 400 \text{ m/s}$
- Depositi detritici ghiaiosi $V_{s,30} = 400 \text{ m/s}$
- Substrato arenaceo $V_{s,30} = >400 \text{ m/s}$
- Substrato marnoso-calcareo..... $V_{s,30} = >400 \text{ m/s}$
- Substrato lapideo..... $V_{s,30} = >700 \text{ m/s}$

5 – MODELLO DEL SOTTOSUOLO

Come si osserva dalla Carta Geologico Tecnica e dalle Sezioni Geologiche allegate, tutte le aree studiate risultano caratterizzate da substrato affiorante, di natura sedimentaria, appartenente alla serie calcareo-silico-marnoso-arenacea dell'Appennino Umbro-Marchigiano, tranne alcune aree di fondovalle caratterizzate dalla presenza di depositi eluvio-colluviali sabbioso e/o alluvionali ed alcuni tratti dei versanti montani ricoperti da materiali sciolti quali detriti di falda.

Nello specifico, in corrispondenza dell'abitato del **Capoluogo** si rinvencono in affioramento le formazioni costituite da Bisciaro, Marne con Cerrognia e Marne a Pteropodi (Mioceniche inf. – medio), costituite da calcari e calcari marnoso-argillosi generalmente di colore grigio chiaro, in strati sottili; nella carta geologico-tecnica, tali formazioni sono state accorpate e rappresentate come “*substrato geologico costituito da alternanze di litotipi, stratificato (ALS)*”. Spostandosi ad est rispetto al centro storico di Montefortino, affiorano i litotipi arenacei del membro pre-evaporitico della Formazione della Laga (Miocene superiore), cartografato come “*substrato geologico, granulare cementato, stratificato (GRS)*”; tali unità del substrato risultano talora ricoperte da spessori variabili di coltre colluviale di natura limoso-argillosa (ML). A nord-ovest rispetto all'abitato di Montefortino, a cavallo del Fiume Tenna, si rinvencono invece i depositi alluvionali costituiti da ghiaie eterometriche, ben classate, immerse in matrice sabbioso-limosa a percentuale variabile, con intercalate lenti o livelli discontinui di limi argillosi, limi sabbiosi e sabbie.

Le arenarie del membro pre-evaporitico della Formazione della Laga (GRS), si rinvencono estesamente anche nelle frazioni di **Bussonico** e **S. Lucia – Baldoni**, unitamente alle coltri colluviali limoso-argillose (ML) o sabbioso-limose (SM).

Nella Frazione di **Madonna dell'Ambro**, in corrispondenza del Santuario e a monte dello stesso, si osserva in affioramento il membro intermedio della Scaglia Rossa (Eocene medio: Turoniano inf. p.p. – Luteziano p.p.), cartografato come *substrato lapideo, stratificato (LPS)*; nella restante porzione della Frazione e nel fondovalle, si rinvencono i depositi sciolti del detrito di falda, frammisto alle alluvioni attuali nei

pressi del corso d'acqua, costituiti da ghiaie eterometriche a spigoli vivi, in matrice sabbiosa scarsa o assente.

6 – INTERPRETAZIONI ED INCERTEZZE

Data la scarsa disponibilità d'indagini geognostiche che intercettano il substrato, le principali incertezze riguardano la determinazione degli spessori delle coperture; a ciò va aggiunta la pressoché totale assenza d'indagini geofisiche dirette, volte alla determinazione delle Vs30. In ogni caso, dato il livello di approfondimento dello studio (livello 1) e il contesto geologico-geomorfologico, la carenza di indagini geognostiche in questa prima fase non costituisce un problema rilevante.

E' auspicabile tuttavia che, nei successivi livelli di Microzonazione Sismica, vengano previste ulteriori indagini geognostiche, geotecniche e sismiche, almeno nelle aree progetto. A tal fine, si evidenzia che:

- nelle Loc. Baldoni, Reame e S. Lucia, il substrato arenaceo è in affioramento lungo tutto il crinale; lungo i versanti (rif.: sez. A-A' e B-B') sono presenti i depositi colluviali che, soprattutto in corrispondenza della sez. A-A', raggiungono spessori che superano i 10 m. Si evidenzia che nessuno dei sondaggi presenti nell'area intercettano il substrato e che la stima dello spessore delle coperture riportato nelle sezioni è approssimativo e fa riferimento alle due registrazioni di sismica passiva che, oltre a fornire indicazioni sulla frequenza di risonanza dei terreni, permettono di estrapolare, con la necessaria cautela interpretativa, informazioni di carattere stratigrafico;
- in Loc. Capoluogo e con particolare riferimento alla sez. D-D', si segnala la totale assenza di dati stratigrafici che permettano di determinare gli spessori della coltre nel versante nord del centro storico e dell'alluvionale. Anche in tal caso, per la stima degli spessori riportati in sezione, si è fatto riferimento alle due registrazioni di sismica passiva reperite.

7 – METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI

Il presente studio di Microzonazione Sismica di livello 1 segue le indicazioni contenute negli “Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (ICMS)”, redatti dal Dipartimento di Protezione Civile Nazionale e approvati il 13 novembre 2008 dalla conferenza delle Regioni e delle Provincie Autonome; tali indirizzi sono finalizzati all’analisi della pericolosità sismica, necessaria per la valutazione del rischio sismico ed applicabile ai settori della programmazione territoriale, della pianificazione urbanistica, della pianificazione dell’emergenza e della normativa tecnica per la progettazione.

Per Microzonazione Sismica s’intende la “valutazione della pericolosità sismica locale attraverso l’individuazione di zone del territorio caratterizzate da comportamento sismico omogeneo”. Per la MS di primo livello, il documento di sintesi finale è rappresentato da una carta del territorio nella quale vengono indicate:

1. le **zone stabili**: sono zone in cui il moto sismico non subisce modifiche rispetto a quello atteso in condizioni ideali di roccia rigida affiorante e topografia pianeggiante, per cui gli scuotimenti attesi possono essere equiparati a quelli forniti dagli studi di pericolosità sismica di base;
2. le **zone stabili suscettibili di amplificazioni locali**: sono quelle zone il cui moto sismico subisce modifiche rispetto a quello atteso in condizioni ideali di roccia rigida affiorante e topografia pianeggiante, a causa delle caratteristiche litostratigrafiche del terreno e/o geomorfologiche del territorio;
3. le **zone suscettibili di instabilità**: sono quelle zone in cui sono presenti o sono suscettibili di attivazione fenomeni di deformazione permanente del territorio indotti o innescati dal sisma (instabilità di versante, liquefazioni, cedimenti differenziali, ecc).

Lo studio di MS fornisce quindi una base conoscitiva della pericolosità sismica locale delle diverse zone del territorio e consente di stabilire gerarchie di pericolosità utili per la programmazione di interventi di riduzione del rischio sismico. Come già

detto, il livello 1 è un livello propedeutico ai veri e propri studi di MS, in quanto consiste in una raccolta di dati preesistenti, elaborati per suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee rispetto alle fenomenologie sopra descritte.

Nel caso di Montefortino, i dati pregressi sono disponibili in numero limitato e non ricoprono per intero l'area in esame; per tale motivo si è reso necessario procedere all'esecuzione di nuove indagini. Considerata la scarsa disponibilità economica e di tempo, sono state effettuate n. 4 registrazioni di sismica passiva a stazione singola che, oltre a fornire indicazioni sulle frequenze di risonanza dei terreni, permettono di estrapolare, anche se con la necessaria cautela interpretativa, informazioni di carattere stratigrafico.

Per la caratterizzazione geologica, unitamente al rilevamento geologico e geomorfologico effettuato in campagna, sono stati utilizzati i seguenti dati di base:

- Carta Geologica Regionale in scala 1: 10.000 (CARG);
- Carta Geologica d'Italia in scala 1: 100.000 (Fg. N. 132 - Norcia)
- Progetto IFFI: Inventario fenomeni franosi d'Italia (Dipartimento Difesa del suolo - Servizio Geologico d'Italia dell'ISPRA, Regioni e Provincie Autonome d'Italia; 2005)
- Piano di Assetto Idrogeologico – P.A.I. (Autorità di Bacino della Regione Marche)
- Indagine geologica per il P.R.G. in adeguamento al P.P.A.R. (Geol. Luigi Caraffa)
- Logs litostratigrafici dedotti da dati di sondaggi, scavi, ecc.
- Registrazioni di sismica passiva a stazione singola (microtremori) reperite e realizzate ex-novo.

Le carte, redatte in scala 1: 5000, consentono di visualizzare:

- la distribuzione areale e la caratterizzazione del substrato geologico;
- la distribuzione areale e la caratterizzazione dei terreni di copertura;
- la distribuzione delle aree potenzialmente interessate da deformazioni permanenti in caso di evento sismico;
- la distribuzione e la definizione delle forme geomorfologiche di superficie e sepolte, particolarmente importanti per problematiche sismiche.

L'elaborato di sintesi della MS di livello 1 è rappresentato dalla Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS), nella quale per il Comune di Montefortino, vengono distinte tre tipologie di zone:

- **zone stabili;**
- **zone stabili suscettibili di amplificazioni locali;**
- **zone suscettibili di instabilità** (con simboli indicanti le forme di superficie).

Si specifica che, nella definizione delle zone suscettibili d'instabilità, sono state inserite esclusivamente le aree interessate da fenomeni di instabilità di versante.

8 – ELABORATI CARTOGRAFICI

Sono state prodotte le seguenti carte, redatte su base cartografica in scala 1: 5.000:

8.1 – CARTA DELLE INDAGINI

Nella carta delle indagini sono riportate la tipologia e l'ubicazione delle indagini geognostiche e geofisiche utilizzate per le successive elaborazioni. Le simbologie utilizzate sono quelle indicate nelle linee guida nazionali. Sono state inserite n. 52 indagini pregresse e n. 4 registrazioni di sismica passiva a stazione singola, realizzate ex-novo per il presente studio. In particolare abbiamo:

Indagini pregresse:

- n. 8 sondaggi geognostici (di cui 6 intercettanti il substrato)
- n. 18 scavi meccanici
- n. 1 prove penetrometriche dinamiche leggere
- n. 13 prove penetrometriche dinamiche medie
- n. 2 prove penetrometriche dinamiche super-pesanti
- n. 2 prove penetrometriche statiche
- n. 5 registrazioni di sismica passiva (prove HVSR)
- n. 2 prove sismiche a rifrazione (utilizzate esclusivamente per una stima di massima della profondità di rinvenimento del substrato geologico)
- n. 1 indagine geofisica MASW

Indagini eseguite ex-novo:

- n. 4 registrazioni di sismica passiva (prove HVSR)

8.2 – CARTA GEOLOGICO-TECNICA PER LA MICROZONAZIONE SISMICA

Per la realizzazione della Carta Geologico-Tecnica per la Microzonazione Sismica (CGT_MS) e delle relative n. 6 sezioni geologiche in scala 1: 2.000 che schematizzano i principali rapporti geologici-stratigrafici, è stato effettuato un rilevamento geologico di dettaglio unitamente alla consultazione delle cartografie disponibili (Carta Geologica Regionale in scala 1: 10.000, Carta Geologica d'Italia in scala 1: 100.000, PRG, PAI, IFFI, etc) e delle indagini geognostiche reperite. In tale elaborato, necessario per la definizione del modello del sottosuolo e funzionale alla realizzazione della Carta delle MOPS di livello 1, vengono riportati:

- in verde i sondaggi e gli scavi che hanno raggiunto il substrato e relativa profondità del substrato in metri dal p.c.;
- in rosso i sondaggi e gli scavi che non hanno raggiunto il substrato e relativa profondità in metri dal p.c.

Sono state inoltre evidenziate e distinte le unità della copertura da quelle del substrato e le principali forme e processi morfologici (aree in frana e relativo stato di attività, scarpate morfologiche, etc), al fine di identificare le zone suscettibili di amplificazioni locali. Le coperture, come indicato nello “Standard di rappresentazione e archiviazione informatica”, vengono cartografate solo quando il loro spessore supera i 3,0 m.

Per quanto riguarda i fenomeni d’instabilità dei versanti, sono stati evidenziati n. 4 dissesti, i cui limiti vengono riportati in maniera fedele rispetto alle cartografie del PAI (Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Marche). A riguardo invece dello stato di attività si è fatto riferimento al Progetto IFFI (Inventario Fenomeni Franosi d’Italia).

Si specifica che, per quelle frane in cui sono stati effettuati degli interventi di consolidamento ma di cui non sono disponibili i dati di monitoraggio post-intervento, il grado di attività viene riportato in carta come “non definito”. Una nota particolare va fatta per il dissesto evidenziato a nord del centro abitato del Capoluogo e che intercetta i due tornanti della strada comunale: tale area è stata interessata da un importante intervento di consolidamento con paratia intirantata, microdreni sub-orizzontali e trincea drenante; anche in questo caso, non essendo disponibili i dati del monitoraggio, il grado di attività nella Carta Geologico-Tecnica viene riportato come “non definito” e nelle Sezioni Geologiche (Elab. 4) viene indicato il livello della falda rilevata nel corso dei sondaggi eseguiti prima dell’intervento di consolidamento (falda prossima al p.c.).

Nello specifico si evidenziano le seguenti unità geologico-tecniche:

Unità della copertura:

- RIPORETO - **RI**: comprende tutti i terreni, di qualsiasi natura, contenenti resti di attività antropica. Tale terreno è stato rinvenuto a margine della strada

provinciale, nell'area immediatamente a nord dell'abitato di Montefortino con spessore massimo di circa 6,0 m (stima effettuata in sito).

- COLTRI ELUVIO-COLLUVIALI - **ec** (Età: Olocene – Pleistocene sup.): derivano dal disfacimento, erosione e successivo trasporto dei depositi del substrato da parte degli agenti esogeni:

Sabbie limose e miscele di sabbie e limo (**SM**): tale terreno, costituito prevalentemente da sabbie giallastre, debolmente limose, talora inglobanti frammenti arenacei, si rinviene lungo i versanti e come riempimento delle vallecicole.

Limi inorganici, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità (**ML**): anche tale terreno, costituito prevalentemente da limi argillosi, si rinviene lungo i versanti e come riempimento delle vallecicole con spessori che a volte superano i 10 m.

- FALDE DETRITICHE - **fd** (Età: Olocene – Pleistocene sup.): si tratta di depositi detritici costituiti da:

Ghiaie a spigoli vivi (**GW**): si tratta di ghiaie eterometriche a spigoli vivi, ben addensate, in matrice sabbiosa scarsa o assente.

- DEPOSITI ALLUVIONALI - **tf** (Età: Olocene – Pleistocene sup.): Sono costituiti dai depositi alluvionali terrazzati e recenti del Fiume Tenna; da quanto osservato in affioramento, tale terreno è costituito prevalentemente da:

Ghiaie in matrice sabbiosa (**GW**): si tratta di ghiaie eterometriche e leggermente arrotondate, ben addensate, immerse in matrice sabbiosa a percentuale variabile.


Unità del substrato:

- ALTERNANZE DI LITOTIPI, STRATIFICATO (ALS) - Età: Miocene inf. – medio: tale substrato stratificato accorpa le formazioni costituite da Bisciario, Marne con Cerroghna e Marne a Pteropodi, costituite da calcari e calcari marnoso-argillosi generalmente di colore grigio chiaro, disposti in strati sottili;
- GRANULARE CEMENTATO, STRATIFICATO (GRS) - Età: Miocene sup.: si tratta di un substrato stratificato, costituito da strati arenacei giallastri da spessi a massicci e a granulometria medio-grossolana, appartenenti al membro pre-evaporitico della Formazione della Laga.
- LAPIDEO, STRATIFICATO (LPS) – Età: Eocene medio: Turoniano inf. p.p. – Luteziano p.p.: si tratta del membro intermedio della Scaglia Rossa, costituito da calcari rosati, talora con toni biancastri diffusi, passanti lateralmente alle litofacies rossastre, con intercalazioni calcarenitiche.

8.3 – CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (LIV. 1)




La Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) è l'elaborato di sintesi dello studio di Microzonazione Sismica di livello 1; essa individua zone del territorio a comportamento sismico omogeneo per caratteristiche stratigrafiche e topografiche. In essa sono state cartografate:

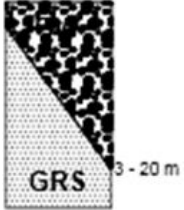

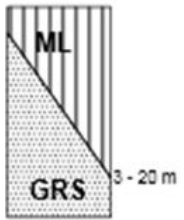
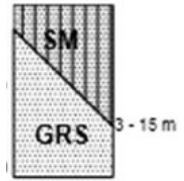
- ZONE STABILI: E' stata inserita una sola zona stabile:.

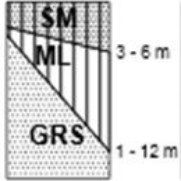
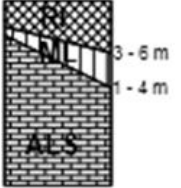
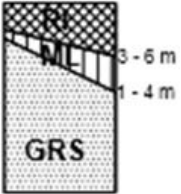
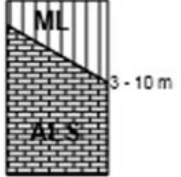
<p>(1011)</p> 	<p>Zone con substrato lapideo stratificato (membro intermedio della Scaglia Rossa; Età: Eocene medio: Turoniano inf. p.p. – Luteziano p.p.). Si tratta di substrato sub-affiorante, costituito da calcari rosati, talora con toni biancastri diffusi, passanti lateralmente alle litofacies rossastre, con intercalazioni calcarenitiche.</p>
---	---

• **ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI**

Sono state inserite n. 11 zone suscettibili di amplificazioni locali delle quali 2 relative a substrato geologico sub-affiorante o con copertura $h < 3,0$ m e n.9 relative alle coperture con $h > 3,0$ m poggianti su substrato geologico. Le 9 zone relative agli schemi stratigrafici con copertura (colluviale e/o alluvionale) con $h > 3,0$ m su substrato geologico, sono state distinte sulla base della granulometria e tessitura dei depositi della copertura e della tipologia del substrato geologico, come di seguito schematizzato:

<p>Zona 1 (2001)</p>  <p>ALS</p>	<p>Zone con substrato geologico stratificato, costituito da alternanze di litotipi calcarei e calcarei/marnoso/argillosi (Bisciaro, Marne con Cerroghna e Marne a Pteropodi; Età: Miocene inf. – medio). Si tratta di substrato sub-affiorante o con copertura di spessore $h < 3,0$ m.</p>
<p>Zona 2 (2002)</p>  <p>GRS</p>	<p>Zone con substrato geologico granulare stratificato, costituito da arenarie mediamente cementate disposte in strati spessi o massicci (Litofacies arenacea; membro pre-evaporitico della Formazione della Laga; Età: Miocene sup.). Substrato sub-affiorante o con copertura di spessore $h < 3,0$ m.</p>
<p>Zona 3 (2003)</p>  <p>LPS</p>	<p>Zone nelle quali si rinvencono depositi ghiaiosi di falda detritica caratterizzati da spessore compreso tra 3-20 m, poggianti su substrato geologico lapideo stratificato, costituito dal membro intermedio della Scaglia Rossa.</p>

<p>Zona 4 (2004)</p> 	<p>Zone nelle quali si rinvencono depositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi di cui non sono noti gli spessori (assenza di dati stratigrafici), poggianti su substrato geologico stratificato granulare, costituito da arenarie mediamente cementate. Viene comunque ipotizzato uno spessore della copertura alluvionale compreso tra 3-20 m (lo spessore è stato determinato da considerazioni geologico-stratigrafiche unitamente all'analisi di prove HVSR)</p>
<p>Zona 5 (2005)</p> 	<p>Zone nelle quali si rinvencono depositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi dei quali, a causa dell'assenza di dati stratigrafici, non sono noti gli spessori; l'alluvionale poggia su un substrato geologico stratificato, costituito da alternanze di litotipi calcarei e calcareo /marnoso/argillosi. A seguito di considerazioni geologico-stratigrafiche, viene comunque ipotizzato uno spessore dell'alluvionale compreso tra 3-40 m.</p>
<p>Zona 6 (2006)</p> 	<p>Zone nelle quali si rinvencono depositi colluviali limoso-argillosi, caratterizzati da spessore compreso tra 3-20 m, sovrastanti substrato granulare cementato stratificato, costituito arenarie mediamente cementate.</p>
<p>Zona 7 (2007)</p> 	<p>Zone nelle quali si rinvencono depositi colluviali sabbioso-limosi con spessore compreso tra 3-15 m, poggianti su substrato geologico stratificato granulare, costituito da arenarie mediamente cementate.</p>

<p>Zona 8 (2008)</p> 	<p>Zone nelle quali si rinvencono depositi colluviali sabbioso-limosi, caratterizzati da spessore compreso tra 3-6 m, poggianti su depositi colluviali limoso-argillosi, di spessore compreso tra 1-12 m, sovrastanti un substrato geologico stratificato granulare, costituito da arenarie mediamente cementate.</p>
<p>Zona 9 (2009)</p> 	<p>Zona nella quale si rinviene terreno di riporto di spessore compreso tra 3-6 m, sovrastante depositi colluviali limoso-argillosi dei quali non si conosce lo spessore (mancanza di dati stratigrafici), poggianti su substrato geologico stratificato, costituito da alternanze di litotipi calcarei e calcareo /marnoso/argillosi. Si ipotizza uno spessore della coltre colluviale compreso tra 1-4 m.</p>
<p>Zona 10 (2010)</p> 	<p>Zona nella quale si rinviene terreno di riporto di spessore compreso tra 3-6 m, sovrastante depositi colluviali limoso-argillosi dei quali non si conosce lo spessore (mancanza di dati stratigrafici), poggianti su substrato granulare cementato e stratificato. Viene comunque ipotizzato uno spessore della copertura colluviale compreso tra 1-4 m.</p>
<p>Zona 11 (2011)</p> 	<p>Zona nella quale si rinvencono depositi colluviali limoso-argillosi di spessore compreso tra 3-10 m, poggianti su substrato geologico stratificato, costituito da alternanze di litotipi calcarei e calcareo /marnoso/argillosi.</p>

- ZONE SUSCETTIBILI DI INSTABILITA'

Tali zone sono legate esclusivamente all'instabilità di versante connessa a fenomeni gravitativi attivi e con stato di attività non definito. Tali aree coincidono con le zone individuate come aree in frana nella carta geologico-tecnica.

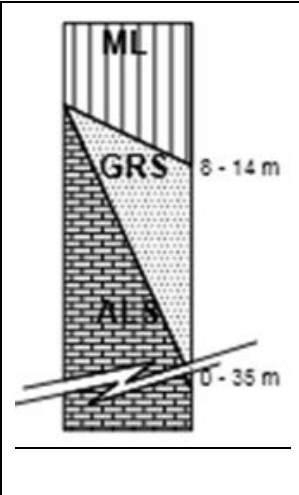
- PUNTI DI MISURA DEL RUMORE AMBIENTALE

con relativo valore della f_0

- FORME DI SUPERFICIE E SEPOLTE

Orlo di terrazzo fluviale con $10 \text{ m} < h < 20 \text{ m}$ (inserire nella carta delle MOPS e in legenda)

Si evidenzia infine che in Loc. Capoluogo e con particolare riferimento alla Sez. C-C', il rilevamento effettuato evidenzia la presenza di un passaggio stratigrafico laterale da substrato ALS (Marne con Cerrognà) a substrato GRS (Arenarie); di tale passaggio, mascherato dalla coltre colluviale, non è nota né la posizione, né l'inclinazione. Pertanto, pur evidenziando in tale zona la presenza di un'ulteriore MOPS, costituita da:

	<p>Zona nella quale si rinvennero depositi colluviali limoso-argillosi, poggianti su substrato granulare cementato e stratificato, sovrastante a sua volta un substrato stratificato costituito da alternanze di litotipi</p>
---	---

data la mancanza di dati stratigrafici adeguati, i limiti su carta di tale MOPS risulterebbero troppo incerti, e pertanto non viene riportata nell'Elab. 3. Questo, a

nostro avviso, non costituisce comunque un problema rilevante in quanto i due substrati GRS e ALS sono caratterizzati da una risposta sismica simile.

9 – BIBLIOGRAFIA

Per lo studio di Microzonazione Sismica del Comune di Comunanza sono stati consultati i seguenti documenti:

- Carta Geologica d'Italia in scala 1: 100.000 (Fig. N. 132 - Norcia)
- Carta Geologica Regionale in scala 1: 10.000 (CARG);
- L'ambiente Fisico delle Marche – Geologia-Geomorfologia-Idrologia (Regione Marche – Assessorato Urbanistica ed Ambiente, 1991)
- Le emergenze geologiche e geomorfologiche delle Marche (Regione Marche – Assessorato Urbanistica ed Ambiente, 1991)
- Progetto IFFI: Inventario fenomeni franosi d'Italia (Dipartimento Difesa del suolo - Servizio Geologico d'Italia dell'ISPRA, Regioni e Provincie Autonome d'Italia; 2005)
- Piano di Assetto Idrogeologico – P.A.I. (Autorità di Bacino della Regione Marche)
- Indagine geologica per il P.R.G. in adeguamento al P.P.A.R. (Geol. Luigi Caraffa)
- Progetto sperimentale per la valutazione del rischio sismico della Valdaso (Coordinamento tecnico-scientifico della Protezione Civile della Regione Marche e del Dipartimento Nazionale)
- Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica - ICMS (Dipartimento di

Protezione Civile Nazionale)

- Standard di rappresentazione e archiviazione informatica - Versione 3.0
(Commissione Tecnica per il monitoraggio degli studi di Microzonazione Sismica).

Tali studi hanno fornito utili indicazioni per inquadrare il territorio comunale in un contesto più ampio, relativamente soprattutto alle condizioni geologiche e geomorfologiche. Sono state infine consultate ed utilizzate svariate indagini geologico-tecniche, di committenza pubblica e privata, reperite presso l'Ufficio Tecnico del Comune di Montefortino.

Comunanza, 28 agosto 2015

Il Geologo