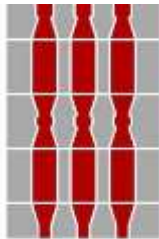




PROTEZIONE CIVILE  
Presidenza del Consiglio dei Ministri  
Dipartimento della Protezione Civile



Regione Umbria



CONFERENZA DELLE REGIONI  
E DELLE PROVINCE AUTONOME

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

# MICROZONAZIONE SISMICA

## LIVELLO 2

### Relazione Illustrativa

#### Regione Umbria

Comune di Scheggino – Sito: “Casa Pozzano”



Data	Soggetto realizzatore	Firma
Aprile 2013	Comune di Scheggino <b>Progettisti:</b> Società Geologica S.r.l. Geologo Dott. Luca Latella Via G. di Vitalone n.18 05100 Terni Tel.& Fax.0744 402427 – 293784; 347 – 6355500	

## INDICE

1. Introduzione.....	pag. 3
2. Definizione della pericolosità di base e degli eventi di riferimento.....	pag. 4
3. Assetto geologico e geomorfologico dell'area.....	pag. 8
4. Dati geotecnici e geofisici.....	pag. 9
5. Modello del sottosuolo.....	pag. 19
6. Interpretazioni ed incertezze.....	pag. 21
7. Metodologie di elaborazione e risultati.....	pag. 22
8. Elaborati cartografici.....	pag. 26
9. Allegati.....	pag. 29

## 1. INTRODUZIONE

Su commissione del Comune di Scheggino, è stato eseguito uno studio geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico, finalizzato ad un'indagine di microzonazione sismica di 2° livello.

Il sito in oggetto, avente un'estensione di 3,919 Ha e denominato "Casa Pozzano" si trova nel comune di Scheggino nella località omonima.

Lo studio, partito dall'analisi delle cartografie geologiche e di pericolosità sismica in scala 1:10.000 della Regione Umbria e delle cartografie inventario dei fenomeni franosi (I.F.F.I. e P.A.I.), è stato poi completato con un rilevamento geologico e geomorfologico e con l'esecuzione delle seguenti indagini in sito:

- n°1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo della profondità di 30 metri, attrezzato per prova sismica Down-Hole per l'analisi di velocità delle onde sismiche Vs e Vp dei primi 25 metri dal piano di campagna;
- n° 3 prove penetrometriche dinamiche superpesanti (SCPT-DPSH), con strumento PAGANI TG 73-100;
- n. 3 indagini MASW;
- n. 2 indagini di sismica a rifrazione;
- n° 1 Indagine geofisica DOWN-HOLE in foro della profondità di 25 metri.

L'insieme di queste informazioni ha portato alla produzione di carte di dettaglio della microzonazione sismica di 2° livello, per il sito "Casa Pozzano" come previsto dalla normativa vigente.

Inoltre, partendo dall'analisi della cartografia geologica e di pericolosità sismica in scala 1:10.000 prodotte dalla Regione Umbria ed integrando i dati con il rilevamento geologico e geomorfologico e con i risultati delle indagini in sito, è stata realizzata, per un'area più estesa comprendente anche il centro abitato di Scheggino, la Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica.

Periodo delle indagini: Febbraio-Marzo **2013**

## 2. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO

Stando alla classificazione sismica della Regione Umbria (DGR 852/03, O.P.C.M. 3274/03), il Comune di Scheggino rientra in **zona sismica 1** come mostra l'estratto della carta di pericolosità sismica della Regione Umbria in scala 1:250.000 (fig. 2), con un valore medio di **ag** pari a **0,25** (tempo di ritorno: 475 anni).

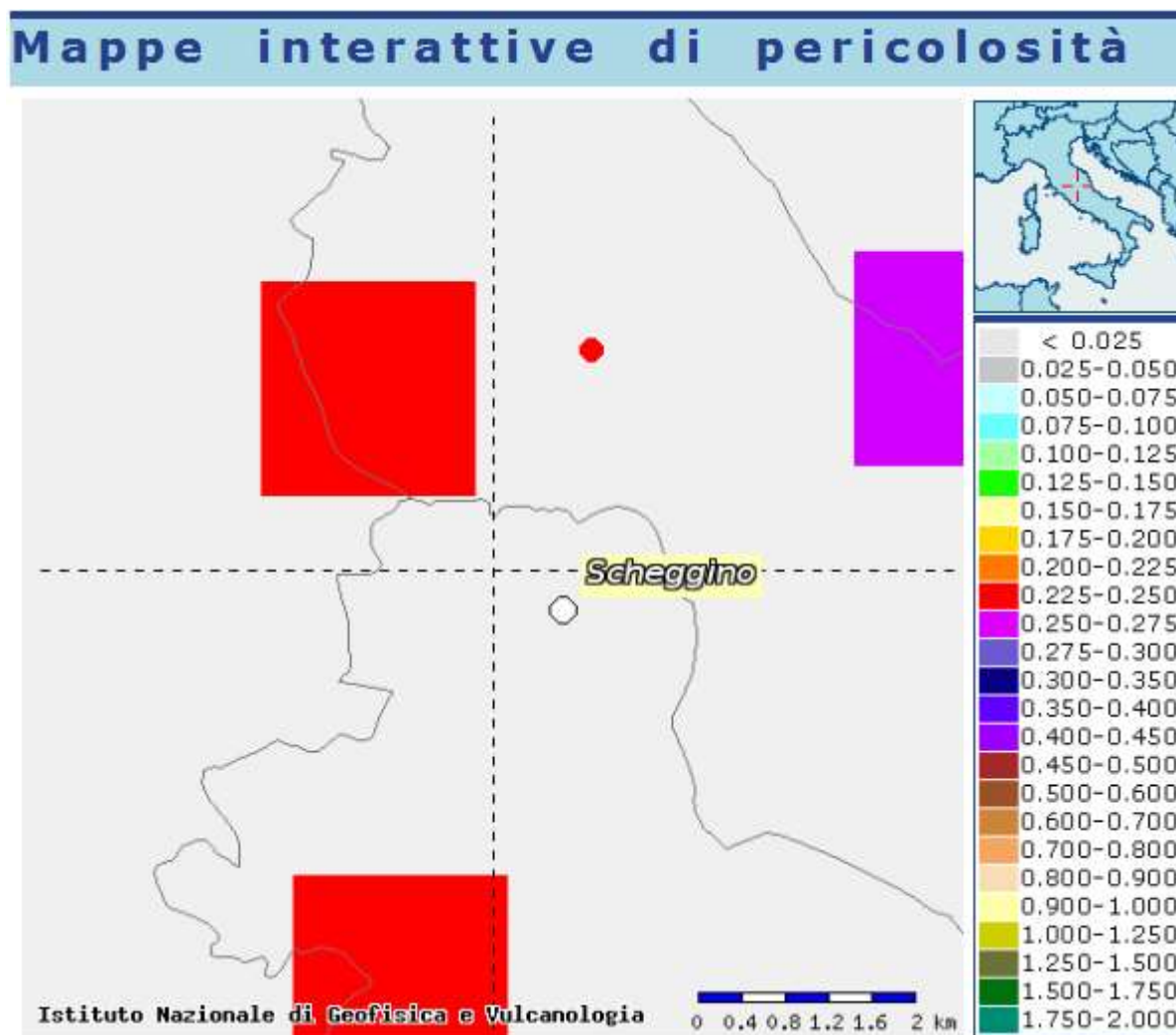


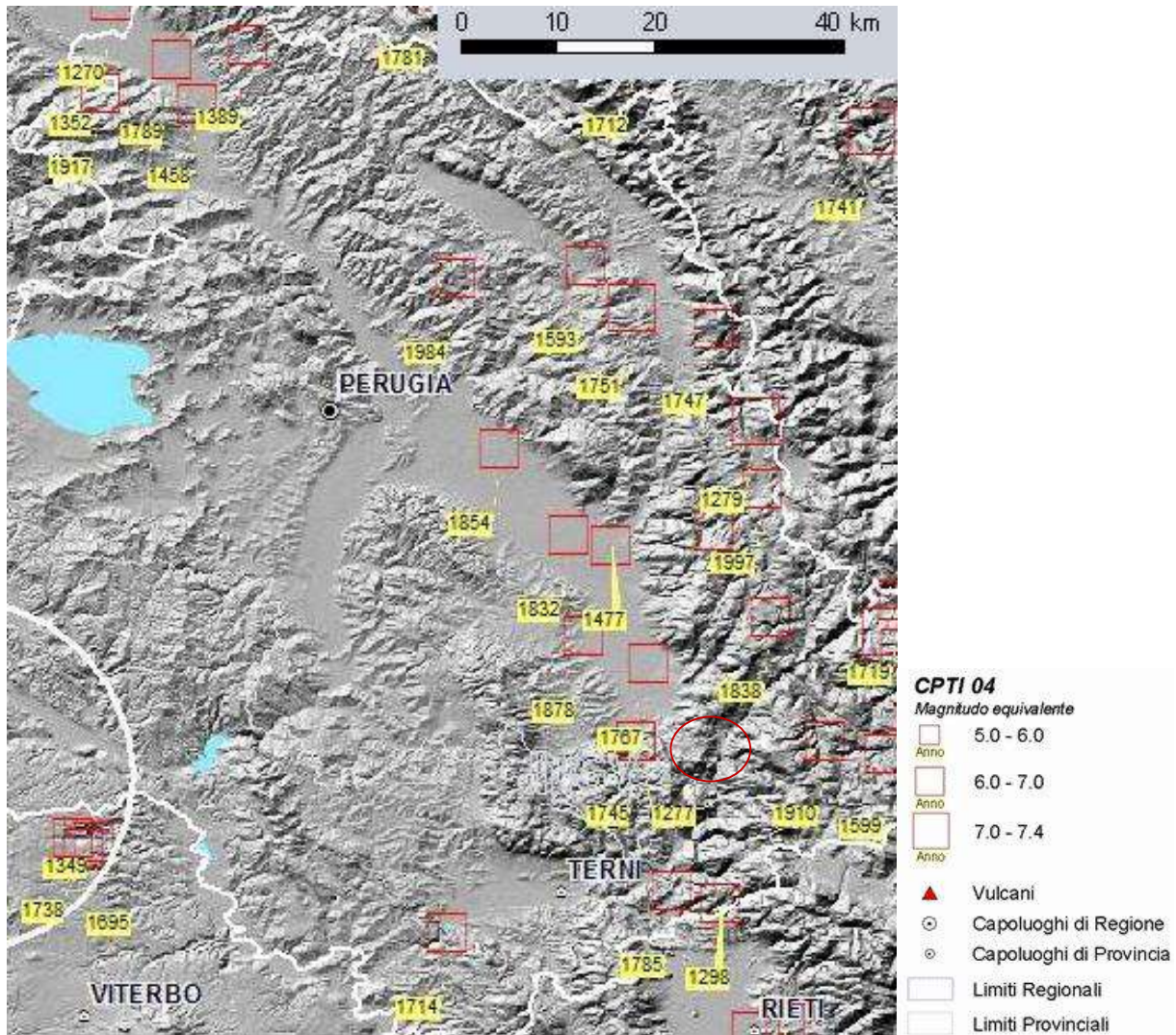
Fig. 1 Mappa di pericolosità sismica dal sito <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>

Dai dati relativi alla amplificazione massima al suolo per categorie di sottosuolo A l'area del comune di Scheggino rientra all'interno della categoria  $a_{\max}$  compresa tra 0.225 e 0.250.

## 2.1 Sismicità storica

Dall'analisi dei dati disponibili all'interno del Catalogo parametrico dei terremoti Italiani (fonte INGV), non sono stati individuati eventi sismici storici nel Comune di Scheggino a partire dall'anno 1000.

Di seguito si riportano i record degli eventi sismici dell'Umbria occidentale.



*Sismicità storica dall'anno 1000 all'anno 2002. La dimensione dei quadrati è proporzionale alla magnitudo. Per informazioni più approfondite consultare: Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione 2004 CPTI04, Gruppo di Lavoro CPTI, 2004.*

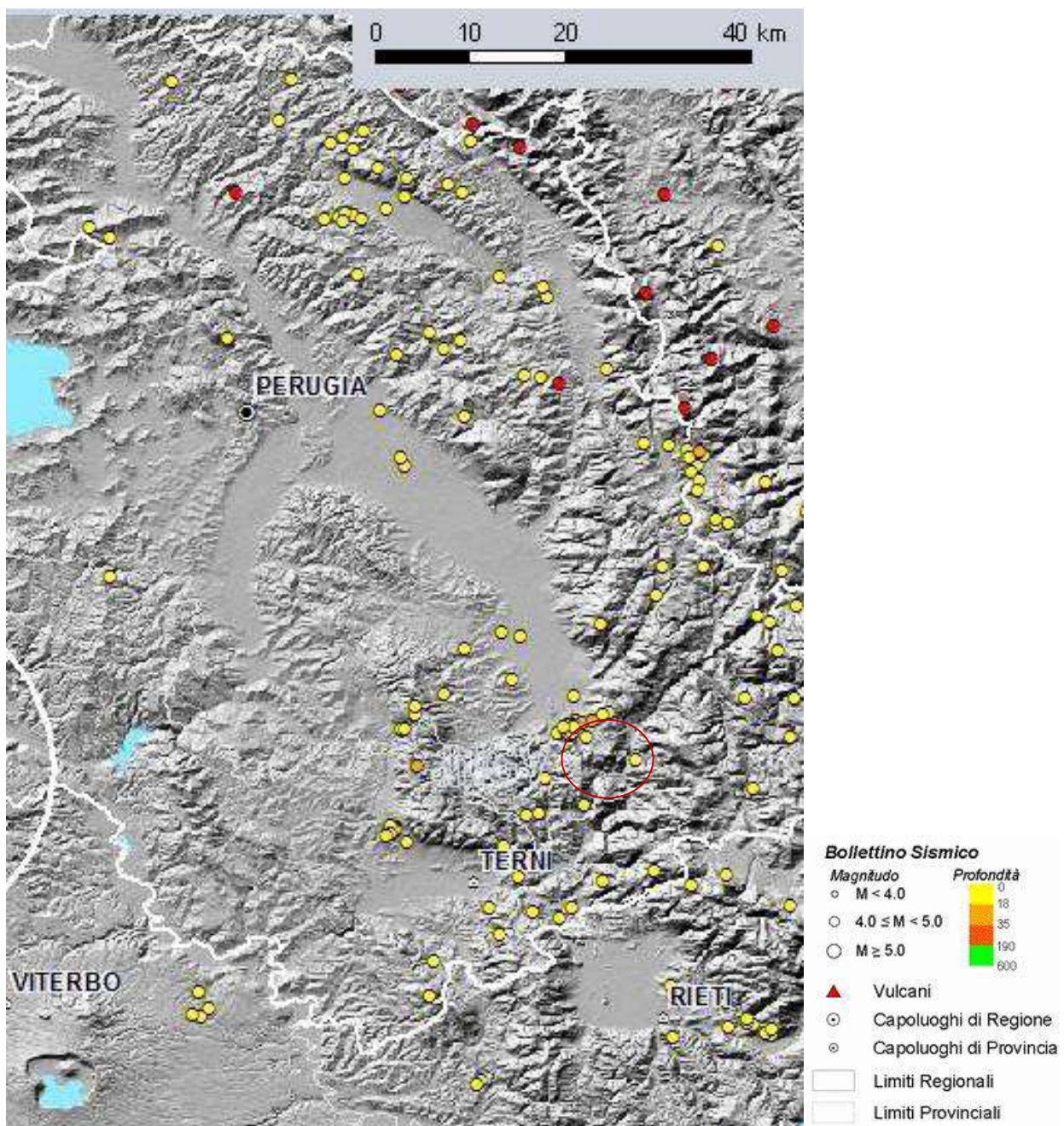


## 2.2 Sismicità recente

La sismicità recente è collegata alla fase estensionale della porzione centrale dell'Appennino Umbro-Marchigiano e attiva da almeno 3-4 Ma.

Di seguito si riportano i principali eventi sismici a partire dal 2003 fino alla fine del 2008.

Per quanto riguarda il comune di Scheggino, la maggior parte dell'attività sismica è concentrata a Nord di Scheggino in prossimità dell'abitato di Spoleto nell'area di raccordo tra le strutture appenniniche ed il fondovalle della piana di Spoleto. Questi eventi sismici sono caratterizzati da una magnitudo  $4 < M < 5$  e con ipocentri compresi tra 0 e 35 Km di profondità. (dati INGV)



*Sismicità dall'inizio del 2003 alla fine del 2008 (Magnitudo maggiore o uguale a 2.5).*

### **3. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA**

Il sito in esame, avente un'estensione di circa 3,9 Ha, è situato all'estremità NE dell'abitato di Scheggino, in sinistra idrografica del Fiume Nera, ad una quota topografica di circa 290 metri s.l.m.

L'abitato di Scheggino è ubicato lungo la Valnerina, valle scavata nel tempo dall'azione del Fiume Nera che, seguendo l'andamento di preesistenti fratture tettoniche, ha inciso le formazioni rocciose appartenenti alla successione umbro-marchigiana.

Dall'analisi della Carta Geologica in scala 1:10.000 (fogli 336060 e 336070), Scheggino si colloca prevalentemente nell'ambito dei sedimenti alluvionali recenti e terrazzati del Fiume Nera, che poggiano sul substrato calcareo formato prevalentemente dalle formazioni della Scaglia rossa e della Scaglia variegata. A Nord del nucleo principale di Scheggino sono inoltre presenti terrazzi fluviali più antichi.

Di seguito vengono riportate le descrizioni delle formazioni riportate dalla Carta Geologica affioranti nell'ambito dell'abitato di Scheggino:

#### **DETRITI DI FALDA:**

Depositi detritici recenti a granulometria variabile, da ben classati a fortemente eterometrici, in genere sciolti o scarsamente cementati. I clasti sono prevalentemente carbonatici, a spigoli vivi o moderatamente arrotondati. Per lo più massivi o grossolanamente stratificati

Età: Olocene.

#### **ALLUVIONI RECENTI E TERRAZZATE (a/af):**

Depositi alluvionali, ghiaiosi, sabbiosi o limo-argillosi. A Nord di Scheggino sono presenti anche depositi terrazzati più antichi.

Età: Olocene

#### **SCAGLIA CINEREA (Sc):**

Marne e marne argillose grigio verde o grigio cenere, alternate, alla base, con calcari marnosi grigi in strati con spessore da centimetrico a decimetrico. Localmente intercalazioni di calcareniti grigie in strati di 10-60 cm.

Età: Eocene superiore p.p. – Aquitaniano inferiore.

#### **SCAGLIA VARIEGATA (Sv):**

Marne e marne argillose rosse e grigio-verdi con intercalazioni di calcari marnosi e di calcareniti. Stratificazione sottile (2-20 cm).

Età: Eocene medio – Eocene superiore p.p.

#### SCAGLIA ROSSA (Sr):

Calcari e calcari marnosi da rosati a rosso scuri con noduli e liste di selce generalmente rosea o rossa. Sono presente inoltre calcareniti laminate di colore grigio o bianco.

Età: Turoniano p.p. – base Eocene medio.

Più in dettaglio in loc. Casa Pozzano il rilevamento geologico e le indagini eseguite hanno messo in evidenza l'affioramento di sedimenti recenti di conoide alluvionale, di sedimenti alluvionali terrazzati più antichi e di travertini litoidi. Gli affioramenti di travertini litoidi, non riportati nella cartografia geologica ufficiale, sono stati ubicati nell'allegata Cartografia delle zone omogenee in prospettiva sismica.

Dall'analisi delle cartografie inventario dei fenomeni franosi I.F.F.I. E P.A.I. e dai rilevamenti effettuati non risultano fenomeni franosi in atto o potenziali che interessano l'abitato di Scheggino ed in particolare la zona di "Casa Pozzano". Esternamente all'area di studio possono essere presenti, localmente, aree soggette a fenomeni di crollo in corrispondenza di scarpate rocciose ad alta acclività.



#### 4. INDAGINI ESEGUITE E DATI GEOTECNICI E GEOFISICI

All'interno dell'area sono state realizzate le seguenti indagini, la cui ubicazione è riportata nell'allegata carta delle indagini:

- n°1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo della profondità di 30 metri, attrezzato per prova sismica Down-Hole per l'analisi di velocità delle onde sismiche Vs e Vp dei primi 25 metri dal piano di campagna;
- n°3 prove penetrometriche dinamiche superpesanti (SCPT-DPSH), con lo strumento PAGANI TG 73-100;
- n° 1 Indagine geofisica DOWN-HOLE in foro della profondità di 30 metri.

- **SONDAGGIO GEOGNOSTICO**

E' stato eseguito un sondaggio geognostico a carotaggio continuo della profondità di 30 metri. Di seguito viene fornita una tabella riepilogativa della successione stratigrafica incontrata, della quale in allegato si fornisce la ricostruzione completa.

LITOLOGIA	QUOTA RILEVATA DAL P.C. (m)	SPESSORE (m)
Ghiaie sciolte in matrice sabbioso limosa marrone chiaro	Tetto 0,00 m Letto 6,50 m	6,50
Limi sabbiosi marroni poco consistenti con ghiaia	Tetto 6,50 m Letto 11,00 m	4,50
Ghiaie in matrice sabbiosa con a luoghi livelli limosi marrone scuro e clasti calcarei (diam>10cm)	Tetto 11,00 m Letto 20,00 m	9,00
Travertino litoide con a luoghi sabbie travertinose rossastre	Tetto 20,00 m Letto 24,70 m	4,70
Roccia calcarea (Scaglia Rossa)	Tetto 24,70 m Letto 30,00 m	5,30

Durante l'esecuzione del sondaggio è stata riscontrata la presenza della falda alla profondità di circa 11,00 metri dal piano campagna.

- **PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE**

Sono state effettuate n° 3 prove penetrometriche dinamiche superpesanti (SCPT-DPSH), con lo strumento PAGANI TG 73-100. Di seguito viene fornita una tabella riepilogativa dei risultati ricavati, in allegato si fornisce la documentazione completa.

**RIEPILOGO RISULTATI PROVA Nr.1**

<b>LITOLOGIA</b>	<b>QUOTA DAL P.C. (m)</b>	<b>N<sub>SPT</sub></b>
<b>Livello 1</b>	<b>0 – 3,9</b>	<b>5</b>
<b>Livello 2</b>	<b>3,9 – 8,4</b>	<b>12</b>
<b>Livello 3</b>	<b>8,4 – 11,3</b>	<b>6</b>
<b>Livello 4</b>	<b>11,3 – 20,4</b>	<b>22</b>
<b>Livello 5</b>	<b>20,4 – 21,6</b>	<b>57</b>

**RIEPILOGO RISULTATI PROVA Nr.2**

<b>LITOLOGIA</b>	<b>QUOTA DAL P.C. (m)</b>	<b>N<sub>SPT</sub></b>
<b>Livello 1</b>	<b>0 – 5,10</b>	<b>12</b>
<b>Livello 2</b>	<b>5,10 – 12,60</b>	<b>7</b>
<b>Livello 3</b>	<b>12,60 – 19,30</b>	<b>29</b>
<b>Livello 4</b>	<b>19,30 – 20,40</b>	<b>55</b>

### RIEPILOGO RISULTATI PROVA Nr.3

LITOLOGIA	QUOTA DAL P.C. (m)	N <sub>SPT</sub>
Livello 1	0 – 2,10	6
Livello 2	6,60 – 8,70	4
Livello 3	8,70	41

- **INDAGINE DOWN-HOLE**

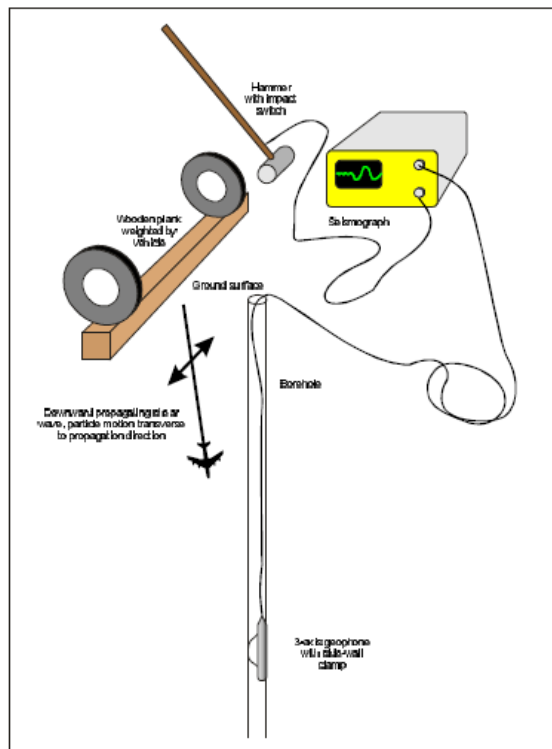
L'esecuzione della prova è stata preceduta dalla preparazione della piazzola per l'energizzazione in onde P ed in onde SH. Viene adoperato il mezzo Fuoristrada per applicare un adeguato contrappeso alla trave (appoggiata e non ancorata al terreno), posta ortogonalmente rispetto ai raggi di uscita dal centro foro e ad una distanza di 1 m dalla bocca del foro stesso.

Per l'energizzazione in onde P, viene posizionata una piastra metallica al suolo, naturalmente con lo stesso offset delle due battute orizzontali. Tale piastra viene percossa, con impatto verticale, utilizzando un martello pesante.

Per la generazione di onde S (SH), viene battuto con energizzatore sismico sul lato verticale all'estremità della trave appoggiata al suolo e posta sotto il fuoristrada.

Viene calato il geofono all'interno del foro, ad intervalli di profondità noti e, ad ogni profondità, sono state registrate le onde sismiche prodotte dalle energizzazioni in onde P ed SH (queste ultime effettuate in due direzioni ortogonali tra loro).

Con la determinazione dei tempi di arrivo delle onde P ed S, e conoscendo la distanza tra i sistemi di energizzazione ed il foro e della profondità del geofono triassiale, è stato possibile ricavare le velocità delle onde sismiche P ed SH entro i primi 30 m dal p.c. ed è stata quindi valutato il parametro Vs30 ed individuata una classe di suolo (come prescritto dalle N.T.C. 14/01/2008).



*Schema dell'acquisizione in onde S*

E' stata eseguita una prova sismica Down-Hole per l'analisi di velocità delle onde sismiche Vs e Vp dei primi 30 metri dal piano di campagna. Di seguito viene fornita una tabella riepilogativa delle caratteristiche sismiche degli strati incontrati. In allegato si fornisce la documentazione completa della prova.

Sismostrato	Spessore (m)	Vp (m/s)	Vs (m/s)
1	6.0	520	302
2	14.0	1261	530
3	4.0	2326	1014
4	>1.0	3500	1270

**La velocità  $V_{S25}$  (m/s) = 500 m/s**

L'indagine geofisica in foro DH è stata realizzata nei primi 25 m del sondaggio geognostico attrezzato S1, a causa dell'ostruzione dello stesso.

- **INDAGINI MASW**

All'interno dell'area in studio sono state realizzate n° 3 indagini geofisiche MASW per indagare le velocità delle onde di taglio nei primi 30 metri di profondità.

Le indagini sono state eseguite mantenendo un tempo di campionamento pari a 1 ms ed una finestra temporale pari a 1024 ms.

Le indagini sono state eseguite a partire dalle aree più depresse a valle e più vicine al Fiume Nera.

Nell'indagine MASW n° 1, in particolare, eseguita in corrispondenza del sondaggio S1, vengono confermati gli stessi spessori e le velocità delle onde di taglio  $V_s$  individuate dall'indagine Down Hole in foro.

Dall'analisi dei risultati delle indagini MASW 2 e 3 appare evidente come gli spessori dei depositi ghiaiosi si vada assottigliando verso monte.

#### **MASW N° 1**

E' stata realizzata a valle con una lunghezza complessiva pari a 72 m e battute con offset 2 e 5 m dall'ultimo geofono. (vedi documentazione fotografica allegata)

<b>Sismostrato</b>	<b><math>V_s</math> (m/s)</b>	<b>Spessore (m)</b>
<b>1</b>	250	3.1
<b>2</b>	364	8.6
<b>3</b>	440	8.7
<b>4</b>	795	4.9
<b>5</b>	1008	4.6



### MASW N° 2

E' stata realizzata a valle con una lunghezza complessiva pari a 72 m e battute con offset 2 e 5 m dall'ultimo geofono. (vedi documentazione fotografica allegata)

Sismostrato	Vs (m/s)	Spessore (m)
1	266	1.9
2	368	6.0
3	513	5.3
4	989	17

### MASW N° 3

E' stata realizzata a valle con una lunghezza complessiva pari a 72 m e battute con offset 2 e 5 m dall'ultimo geofono. (vedi documentazione fotografica allegata)

Sismostrato	Vs (m/s)	Spessore (m)
1	217	1.5
2	360	3.5
3	538	2.1
4	777	4.9
5	982	18

- **INDAGINI DI SISMICA A RIFRAZIONE**

Le indagini di sismica a rifrazione sono state realizzate con uno stendimento di 72 m di lunghezza pari a 72 m.

**PROFILO RIFRAZIONE N° 1 (SR 1)**

Lunghezza stendimento: 72.0 m;

Distanza intergeofonica: 3.0 m.

L'acquisizione dei risultati è avvenuta effettuando n. 2 tiri estremi, n. 2 tiri intermedi (metà distanza tra tiro centrale ed estremi) e n. 1 tiro centrale ed utilizzando come sorgente di energia una mazza di battuta.

L'interpretazione dei dati mediante l'esame delle dromocrone ha permesso di individuare la seguente successione di strati.

**SISMOSTRATO 1:**

E' presente a partire dal piano campagna fino ad una profondità variabile da circa -6,0 m con una Velocità delle onde P  $V_p = 465$  m/s.

Tale strato può essere associato con i depositi ghiaioso-sabbiosi ritrovati nel sondaggio S1

**SISMOSTRATO 2:**

E' presente a partire dalla base del primo strato fino a circa -20.0 metri di profondità ed è caratterizzato da una  $V_p = 1789$  m/s. Esso può essere associato alla presenza di ghiaie addensate.

SISMOSTRATO 3:

E' presente a partire dalla base del secondo strato fino a circa -23.0 metri ed oltre di profondità ed è caratterizzato da una  $V_p = 3137$  m/s. Esso può essere associato alla presenza di Travertino litoide poggiante sul substrato geologico di riferimento (Roccia calcarea Scaglia Rossa).

N. Strato	Velocità [m/s]
1	465.1
2	1789.6
3	3137.8

## **PROFILO RIFRAZIONE N° 2 (SR 2)**

Lunghezza stendimento: 72.0 m;

Distanza intergeofonica: 3.0 m.

L'acquisizione dei risultati è avvenuta effettuando n. 2 tiri estremi, n. 2 tiri intermedi (metà distanza tra tiro centrale ed estremi) e n. 1 tiro centrale ed utilizzando come sorgente di energia una mazza di battuta.

L'interpretazione dei dati mediante l'esame delle dromocrone ha permesso di individuare la seguente successione di strati.

L'interpretazione dei dati mediante l'esame delle dromocrone ha permesso di individuare la seguente successione di strati.

### **SISMOSTRATO 1:**

E' presente a partire dal piano campagna fino ad una profondità variabile di circa -2,0 m e con una Velocità delle onde P  $V_p = 376$  m/s.

Tale strato può essere associato con i depositi ghiaioso-sabbiosi sciolti superficiali.

### **SISMOSTRATO 2:**

E' presente a partire dalla base del primo strato fino ad una profondità variabile da -17.0 metri (nell'area più occidentale a valle, posto al metro 0 dello stendimento) fino a 10.0 metri circa (nell'area più orientale a monte, posto al metro 72 dello stendimento ed è caratterizzato da una  $V_p = 971$  m/s. Esso può essere associato alla presenza di ghiaie addensate.

### SISMOSTRATO 3:

E' presente a partire dalla base del secondo strato fino a circa -23.0 metri ed oltre di profondità ed è caratterizzato da una  $V_p = 3050$  m/s. Esso può essere associato alla presenza di Travertino litoide poggiante sul substrato geologico di riferimento (Roccia calcarea).

N. Strato	Velocità [m/s]
1	376.1
2	971.6
3	3050.8



## 5. MODELLO DEL SOTTOSUOLO

- Nella tabella seguente vengono riassunti la successione stratigrafica e i parametri geofisici dei terreni presenti nell'area in studio, utili per la ricostruzione del modello geologico.

I dati provengono dall'analisi delle indagini eseguite in campagna all'interno dell'area in studio.

LITOLOGIA	SPESSORE (m)	V <sub>p</sub> (m/s)	V <sub>s</sub> (m/s)
Ghiaie sciolte in matrice sabbiosa e limi sabbiosi con ghiaie	Fino a 11,00	400	303
Ghiaie in matrice sabbiosa addensate	Fino a 9,00	1261	505
Travertino litoide	Da 5,00 a 10,00	2326	862
Roccia calcarea (Scaglia Rossa)	Oltre 50,00	3500	1062

- Al fine di una più completa comprensione del modello geologico-sismico è stata realizzata una sezione geologica A-A' (vedi allegati) dalla quale è possibile identificare la posizione del substrato geologico e i rapporti stratigrafici dei depositi di copertura (depositi prevalentemente ghiaiosi).

Appare evidente come tali depositi alluvionali (recenti ed antichi) siano sovrapposti al substrato geologico di riferimento (Scaglia Rossa) e presentino un grado di addensamento che aumenta con la profondità.

E' stata ipotizzata, sempre sulla base delle indagini eseguite e sull'analisi delle sezioni geologiche, una profondità del bedrock pari a circa 30 m all'interno della valle del Nera.

Per quanto riguarda i travertini litoidi è stato possibile cartografarli grazie ad un rilievo geologico di superficie, il loro spessore è variabile (da 5 a 10 m) così come il loro grado di alterazione che varia lateralmente (vedi doc. fotografica).

Tali depositi si trovano sia in superficie che a circa 20 m di profondità all'interno della vallecola dove sono state realizzate le indagini.

- L'area risulta stabile da un punto di vista morfologico, il livello piezometrico della falda principale è stato rilevato nel corso del sondaggio ad una profondità di circa - 11,0 metri dal piano attuale di campagna.
- L'indagine Down – Hole e le indagini geofisiche MASW hanno permesso di ricavare le velocità delle onde Vs dei terreni fino ad una profondità di -30,0 metri, dall'analisi dei risultati è stato possibile identificare come bedrock sismico il livello dei travertini, ove presenti ed in assenza dei travertini del substrato roccioso calcareo stratificato.

## **6. INTERPRETAZIONI ED INCERTEZZE**

La profondità dei depositi alluvionali della Zona 1, corrispondente alla valle alluvionale del Fiume Nera, è stata stimata, in circa 30 m, sulla base delle indagini eseguite a monte (loc. Casa Pozzano) e del profilo topografico (vedi sezione geologica allegata A-A'), in quanto non sono state reperite indagini pregresse che potessero definire con certezza tale profondità.

## 7. METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI

### 7.1 Microzone omogenee in prospettiva sismica (Livello1)

Dagli studi delle cartografie esistenti (carta geologica scala 1:10.000, carta della pericolosità sismica scala 1:10.000), dall'analisi delle indagini pregresse, è stato possibile suddividere il territorio in esame in n° 5 microzone omogenee, le cui caratteristiche vengono descritte dettagliatamente nel capitolo n. 8.

### 7.2 Microzonazione sismica (Livello2)

La microzonazione sismica di livello 2 è stata elaborata, partendo dall'analisi dei risultati delle indagini condotte, sulla base del testo “Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica”, tenendo conto degli abachi di riferimento descritti nel paragrafo 3.2 (Vol.2). Le litologie, gli spessori e le velocità delle onde sismiche ( $V_s$ ), sono stati uniformati alle tabelle degli abachi di riferimento che prevedono dei gradini di velocità crescenti di 50 m/s e dei gradini di spessore crescente 5 m per le tre tipologie standard di terreno previste (argilla, sabbia e ghiaia);

Sono state individuate n° 2 aree con fattori di amplificazione sismica diversi, perché caratterizzati da uno spessore diverso dei depositi poggianti sul substrato sismico ( $V_s > 800$  m/s).

#### 7.2.1 Area 1

Il bedrock sismico ( $V_s = 800$  m/s), coincidente con il livello descritto come “ghiaie e conglomerati”, è posto ad una profondità media di 20 m dal piano attuale di campagna.

Nel dettaglio, sono stati presi in considerazione i seguenti parametri per l'utilizzo degli abachi di riferimento:

- $A_g(g) = 0,26$ ;
- la presenza di un litotipo identificabile come “ghiaie”;
- un profilo di velocità lineare con pendenza intermedia;
- una profondità del bedrock sismico di 20,0 metri dal piano attuale di campagna.
- $V_{sh}$  S nei primi 20 m di terreno pari a 350 m/s

$$V_{Sh} = \frac{H}{\sum_{i=1,3} \frac{h_i}{v_i}} = \frac{20}{\frac{11}{303} + \frac{9}{505}} = 371 \text{ m/s}$$

Fattore di amplificazione  
FA

Tipo di terreno  
Ghiaia

$a_g (g)$   
0.26g

Profilo di velocità  
Lineare pendenza intermedia

		$V_{ss} (m/s)$									
		150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
H	5	-	1.80	1.74	1.68	1.30	1.21	1.10	1.05	1.01	1.01
	10	-	-	2.02	1.70	1.47	1.33	1.25	1.17	1.06	1.02
	15	-	-	-	1.93	1.49	1.51	1.37	1.25	1.12	1.04
	20	-	-	-	1.97	1.79	1.62	1.47	1.35	1.18	1.06
	25	-	-	-	1.87	1.79	1.64	1.51	1.39	1.21	1.08
	30	-	-	-	1.74	1.69	1.62	1.50	1.40	1.22	1.09
	35	-	-	-	1.59	1.60	1.54	1.48	1.39	1.22	1.09
	40	-	-	-	1.50	1.52	1.48	1.41	1.36	1.21	1.09
	50	-	-	-	1.42	1.39	1.37	1.31	1.27	1.17	1.07
	60	-	-	-	1.33	1.33	1.30	1.22	1.18	1.12	1.04
	70	-	-	-	-	1.27	1.26	1.22	1.15	1.06	1.00
	80	-	-	-	-	1.21	1.20	1.19	1.15	1.04	0.98
	90	-	-	-	-	1.14	1.15	1.15	1.12	1.04	0.96
	100	-	-	-	-	1.00	1.10	1.11	1.09	1.03	0.95
	110	-	-	-	-	1.02	1.06	1.06	1.05	1.01	0.95
	120	-	-	-	-	0.97	1.01	1.03	1.03	0.99	0.93
	130	-	-	-	-	0.91	0.97	0.99	0.99	0.97	0.92
	140	-	-	-	-	0.91	0.94	0.96	0.97	0.94	0.91
	150	-	-	-	-	0.87	0.91	0.93	0.94	0.93	0.89

Fattore di amplificazione  
FV

Tipo di terreno  
Ghiaia

$a_g (g)$   
0.26g

Profilo di velocità  
Lineare pendenza intermedia

		$V_{ss} (m/s)$									
		150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
H	5	-	1.05	1.04	1.02	1.02	1.01	1.01	1.00	1.00	1.00
	10	-	-	1.17	1.07	1.04	1.03	1.02	1.02	1.01	1.00
	15	-	-	-	1.24	1.14	1.09	1.05	1.03	1.02	1.01
	20	-	-	-	1.53	1.20	1.10	1.11	1.08	1.03	1.01
	25	-	-	-	1.81	1.47	1.29	1.19	1.12	1.07	1.02
	30	-	-	-	2.06	1.65	1.42	1.28	1.19	1.09	1.03
	35	-	-	-	2.25	1.84	1.54	1.37	1.25	1.11	1.04
	40	-	-	-	2.29	1.96	1.66	1.46	1.32	1.14	1.07
	50	-	-	-	2.12	2.02	1.80	1.59	1.43	1.21	1.09
	60	-	-	-	2.10	1.86	1.79	1.65	1.49	1.26	1.11
	70	-	-	-	-	1.80	1.68	1.61	1.51	1.29	1.12
	80	-	-	-	-	1.88	1.69	1.53	1.46	1.29	1.13
	90	-	-	-	-	1.91	1.69	1.54	1.41	1.27	1.13
	100	-	-	-	-	1.80	1.69	1.53	1.43	1.24	1.09
	110	-	-	-	-	1.84	1.68	1.53	1.41	1.22	1.09
	120	-	-	-	-	1.77	1.68	1.53	1.40	1.23	1.10
	130	-	-	-	-	1.74	1.64	1.53	1.42	1.23	1.10
	140	-	-	-	-	1.73	1.60	1.51	1.42	1.22	1.10
	150	-	-	-	-	1.74	1.57	1.48	1.40	1.23	1.09

si ottengono i seguenti valori:

**Fattori di amplificazione di sito:**

**Fa = 1,79**

**Fv = 1,28**



### 7.2.2 Area 2

Dall'analisi dei dati bibliografici, dall'analisi della carta geologica 1:10.000 foglio 335150 e dall'analisi di alcune sezioni geologiche di dettaglio è stato possibile definire i limiti dell'Area 2 posta immediatamente ad Ovest e a Sud dell'area 1 analizzata nel dettaglio precedentemente.

Il bedrock sismico ( $V_s = 800\text{m/s}$ ), coincidente con il livello descritto come “travertini litoidi”, è posto ad una profondità media di 10 m dal piano attuale di campagna.

Nel dettaglio, sono stati presi in considerazione i seguenti parametri per l'utilizzo degli abachi di riferimento:

- $A_g(g) = 0,26$ ;
- la presenza di un litotipo identificabile come “ghiaie”;
- un profilo di velocità lineare con pendenza intermedia;
- una profondità del bedrock sismico di 10,0 metri dal piano attuale di campagna.
- $V_{sh}$  S nei primi 10 m di terreno pari a 350 m/s

$$V_{Sh} = \frac{H}{\sum_{i=1,3} \frac{h_i}{v_i}} = \frac{20}{\frac{3}{360} + \frac{7}{510}} = 450 \text{ m/s}$$

Fattore di amplificazione  
FA

Tipo di terreno  
Ghiaia

$a_g (g)$   
0.26g

Profilo di velocità  
Lineare pendenza intermedia

		$V_{sp} (m/s)$									
		150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
H	5	-	1.80	1.74	1.68	1.30	1.21	1.10	1.05	1.01	1.01
	10	-	-	2.02	1.70	1.47	1.33	1.25	1.17	1.06	1.02
	15	-	-	-	1.93	1.69	1.51	1.37	1.25	1.12	1.04
	20	-	-	-	1.97	1.79	1.62	1.47	1.35	1.18	1.06
	25	-	-	-	1.87	1.79	1.64	1.51	1.39	1.21	1.08
	30	-	-	-	1.74	1.69	1.62	1.50	1.40	1.22	1.09
	35	-	-	-	1.59	1.60	1.54	1.48	1.39	1.22	1.09
	40	-	-	-	1.50	1.52	1.48	1.41	1.36	1.21	1.09
	50	-	-	-	1.42	1.39	1.32	1.31	1.27	1.17	1.07
	60	-	-	-	1.33	1.33	1.30	1.22	1.18	1.12	1.04
	70	-	-	-	-	1.27	1.26	1.22	1.15	1.06	1.00
	80	-	-	-	-	1.21	1.20	1.19	1.15	1.04	0.98
	90	-	-	-	-	1.14	1.15	1.15	1.12	1.04	0.96
	100	-	-	-	-	1.00	1.10	1.11	1.09	1.03	0.95
	110	-	-	-	-	1.02	1.06	1.06	1.05	1.01	0.95
	120	-	-	-	-	0.97	1.01	1.03	1.03	0.99	0.93
	130	-	-	-	-	0.91	0.97	0.99	0.99	0.97	0.92
	140	-	-	-	-	0.91	0.94	0.96	0.97	0.94	0.91
	150	-	-	-	-	0.87	0.91	0.93	0.94	0.93	0.89

Fattore di amplificazione  
FV

Tipo di terreno  
Ghiaia

$a_g (g)$   
0.26g

Profilo di velocità  
Lineare pendenza intermedia

		$V_{sp} (m/s)$									
		150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
H	5	-	1.05	1.04	1.02	1.02	1.01	1.01	1.00	1.00	1.00
	10	-	-	1.17	1.07	1.04	1.03	1.02	1.02	1.01	1.00
	15	-	-	-	1.24	1.14	1.09	1.05	1.03	1.02	1.01
	20	-	-	-	1.53	1.20	1.10	1.11	1.08	1.03	1.01
	25	-	-	-	1.81	1.47	1.29	1.19	1.12	1.07	1.02
	30	-	-	-	2.06	1.65	1.42	1.28	1.19	1.09	1.03
	35	-	-	-	2.25	1.84	1.54	1.37	1.25	1.11	1.04
	40	-	-	-	2.29	1.96	1.66	1.46	1.32	1.14	1.07
	50	-	-	-	2.12	2.02	1.80	1.59	1.43	1.21	1.09
	60	-	-	-	2.10	1.86	1.79	1.65	1.49	1.26	1.11
	70	-	-	-	-	1.80	1.68	1.61	1.51	1.29	1.12
	80	-	-	-	-	1.88	1.69	1.53	1.46	1.29	1.13
	90	-	-	-	-	1.91	1.69	1.54	1.41	1.27	1.13
	100	-	-	-	-	1.80	1.69	1.53	1.43	1.24	1.09
	110	-	-	-	-	1.84	1.68	1.53	1.41	1.22	1.09
	120	-	-	-	-	1.77	1.68	1.53	1.40	1.23	1.10
	130	-	-	-	-	1.74	1.64	1.53	1.42	1.23	1.10
	140	-	-	-	-	1.73	1.60	1.51	1.42	1.22	1.10
	150	-	-	-	-	1.74	1.57	1.48	1.40	1.23	1.09

si ottengono i seguenti valori:

**Fattori di amplificazione di sito:**

**Fa = 1,25**

**Fv = 1,02**

## **8. ELABORATI CARTOGRAFICI**

Sulla base dei dati raccolti sono state realizzate le seguenti cartografie:

- CARTA DELLE INDAGINI RECENTI (SCALA 1:2.500)
- CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA LIVELLO 1 (SCALA 1:5.000);
- CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA (LIVELLO 2) (SCALA 1:5.000);

### **8.1 Carta delle indagini pregresse**

Nel mese di Marzo 2013 sono stati consultati gli archivi sia del Comune di Scheggino sia della Regione Umbria alla ricerca di indagini geologiche pregresse nelle vicinanze del centro abitato di Scheggino. Tale ricerca non ha prodotto però risultati, non è stato perciò possibile realizzare la “carta delle indagini pregresse”.

### **8.2 Carta delle indagini recenti**

All'interno del sito oggetto di studio sono state realizzate n.3 prove penetrometriche dinamiche con penetrometro TG 73-100 PAGANI, n° 3 indagini geofisiche MASW, n° 2 sismiche a rifrazione, n° 1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo di 30 m ed un'indagine geofisica in foro di tipo DOWNHOLE; nella “Carta delle Indagini recenti” sarà possibile visionare l'esatta ubicazione dei punti di indagine.

Le indagini sopra citate sono state realizzate nei mesi di Febbraio – Marzo 2013, per i dettagli delle singole indagini si faccia riferimento agli allegati presenti in calce alla relazione.

### **8.3 Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (Livello1)**

Dagli studi delle cartografie esistenti realizzate dalla Regione Umbria (carta geologica scala 1:10.000 e carta della pericolosità sismica scala 1:10.000), dall'analisi delle indagini pregresse e dall'analisi delle nuove indagini geologiche realizzate per il presente studio, è stato possibile suddividere il territorio in esame in n° 5 microzone omogenee, delle quali si riportano di seguito le caratteristiche:

## ZONE STABILI

- SUBSTRATO LAPIDEO: E' rappresentato dalle formazioni della Scaglia Rossa e della Scaglia variegata caratterizzate entrambe da una Vs superiore agli 1062 m/s e pari circa a (media tra i valori riscontrati).
- SUBSTRATO GRANULARE CEMENTATO: E' rappresentata dai travertini litoidi, aventi uno spessore complessivo di circa 5-10 m, al di sopra del substrato lapideo. Tali depositi hanno velocità delle onde sismiche Vs pari circa a 862 m/s (media tra i valori riscontrati).

## ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONE LOCALE

- ZONA 1: E' rappresentata dai sedimenti alluvionali del fiume Nera, caratterizzati da granulometria eterogenea, ghiaiosi, sabbiosi o limo-argillosi, con stato di addensamento crescente con la profondità. Lo spessore può essere stimato in prima approssimazione in circa 30 m.
- ZONA 2: E' rappresentata dai sedimenti recenti di conoide alluvionale individuati dalle indagini effettuate in loc. Casa Pozzano, costituiti da ghiaie sciolte in matrice sabbiosa sovrapposte a ghiaie addensate più antiche ed a travertini litoidi. Lo spessore complessivo di tale successione, al di sopra del substrato lapideo è di circa 25 m.
- ZONA 3: E' rappresentata dai sedimenti alluvionali terrazzati più antichi, costituiti da ghiaie addensate, sovrapposti ai travertini litoidi. Lo spessore complessivo di tale successione, al di sopra del substrato lapideo è di circa 15-20 m.

## **8.4 Carta della microzonazione sismica (Livello2)**

Sulla base delle metodologie e criteri esposti nel capitolo 6 è stata elaborata la carta di microzonazione sismica di livello 2, nella quale viene individuate: 1 zona stabile e due zone stabili suscettibile di amplificazione sismica locale:

### **Area 1**

Fattori di amplificazione di sito:

$$F_a = 1,79$$

$$F_v = 1,28$$

### **Area 2**

Fattori di amplificazione di sito:

$$F_a = 1,25$$

$$F_v = 1,02$$

Le 2 aree sono state individuate sulla base delle Zone 2 e 3 della carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica. Le velocità dei depositi e gli spessori sono stati ricavati dalle indagini eseguite all'interno del sito in oggetto.

Le aree lasciate in bianco all'interno del limite della carta di MS2 sono aree stabili (travertini e roccia) che non sono soggette ad amplificazione sismica locale ed hanno perciò fattore di amplificazione pari a 1,00.

Sulla base di evidenti indizi morfologici, di un rilievo geologico e della cartografia geologica esistente, è stato possibile ampliare la zona di amplificazione sismica dell'area 2 che si estende entro i limiti indicati in cartografia.

L'area in esame non presenta dislivelli notevoli e rientra all'interno della categoria topografica T1 con angoli di pendenza dei versanti inferiori a 15°.

## **9.ALLEGATI**

- Elaborati indagine Down-hole in foro
- Elaborati indagini MASW
- Elaborati indagini di sismica a rifrazione
- Elaborati indagine prove penetrometriche dinamiche superpesanti
- Startigrafia sondaggio
- Sezione geologico-tecnica di dettaglio 1:2500
- Documentazione fotografica

**Il Geologo  
Luca Latella**

**Aprile 2013**

**Società Geologica  
S.r.l.**