Fr. Santo Chiodo, 4
06049 Spoleto (PG)
Tel. 0743.225568
Cell. 334.2517486
geofer@epap.sicurezzapostale.it
claudio.ferrari@hotmail.it
C.F. FRRCLD82A281921R
P.I. 03054160548



### Relazione Geologica & Sismica

Piano Attuativo Piazza Quartiere Valenza

Giugno 2010

IL GEOLOGO

Regione Umbria

Committenti

Sigg. Sacramati Giuseppe, Barcherini Giuseppa, Giansanti Laila & Lori, Sparamonti Enrica

Fr. Santo Chiodo, 4
06049 Spoleto (PG)
Tel. 0743.225568
Cell. 334.2517486
geofer@epap.sicurezzapostale.it
claudio.ferrari@hotmail.it
C.F. FRRCLD82A281921R
P.I. 03054160548

#### INDICE

- I. NORMATIVA DI RIFERIMENTO
- II. PREMESSA
- III. CARATTERI GEOLOGICI GENERALI
- IV. INDAGINI GEOGNOSTICHE
- V. SISMICITA'
- VI. RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA DEL SOTTOSUOLO E PARAMETRI FISICO-

MECCANICI DEI TERRENI

VII. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

#### NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- D.M. 14.01.2008 "Norme tecniche per le costruzioni".
- Circolare 2 febbraio 2009 n. 617 Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14.01.2008.
- Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007 Pericolosità sismica e criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale.
- Eurocode 8 (1998) "Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture Parte V: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici".
- Eurocode 7.1 (1997) "Progettazione geotecnica Parte I: Regole Generali" UNI.
- Eurocode 7.2 (2002) "Progettazione geotecnica Parte II: Progettazione assistita da prove di laboratorio" UNI.
- Eurocode 7.3 (2002) "Progettazione geotecnica Parte II: Progettazione assistita con prove in sito" UNI.
- D.L. 05/04/2006 n. 114 "P.A.I. Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico".
- D.Lgs. 03.04.2006 n. 152 "Norme in materia di ambiente".
- D.G.R. 27.07.2009 n. 1064 "Criteri per la gestione di terre e rocce da scavo".

Fr. Santo Chiodo, 4
06049 Spoleto (PG)
Tel. 0743.225568
Cell. 334.2517486
geofer@epap.sicurezzapostale.it
claudio.ferrari@hotmail.it
C.F. FRRCLD82A281921R
P.I. 03054160548

#### PREMESSA

Il Piano Attuativo di iniziativa privata prevede la costruzione di nuovi edifici nel centro abitato di Terni. Poiché trattasi di costruzioni a destinazione residenziale, sulla scorta del D.M. 14.01.2008 la Classe d'Uso è la Classe II. Questa relazione, pertanto, seguendo i dettami della norma vigente e dello stato dell'arte è finalizzata alla costruzione del modello geologico, che è imprescindibile per la redazione del successivo modello geotecnico, facente parte della relazione d'opera geotecnica.

#### CARATTERI GEOLOGICI GENERALI

L'area oggetto della presente relazione è ubicata nel Comune di Terni in Loc. Valenza; è distinta al NCT di detto Comune al Foglio 182 con le particelle n. 100-102-104-105-495-522-555-556-653-870-871-872-873-874 e dal punto di vista cartografico rappresentato dal Foglio n. 346 Sezione n. I "Terni" della Carta d'Italia (IGM), scala 1:25.000, dalla Carta Tecnica Regionale Sezione N. 346080 in scala 1:10.000.

In generale il sito studiato è inserito in una zona collinare con morfologie variabili; a nord i versanti degradano dolcemente verso l'ampia valle del Nera che in questo tratto scorre con un alveo ad andamento meandri forme; a sud la morfologia è più articolata con rilievi che presentano versanti mediamente acclivi ed incisi dai fossi.

In particolare l'area oggetto del presente lavoro si trova nel settore meridionale dell'abitato di Terni. Dal punto di vista topografico il complesso è posto ad una quota di ca. 225 m s.l.m. e si sviluppa sulla parte intermedia del versante occidentale dei Colli di Valenza.

Il versante non presentando pendenze piuttosto elevate, non sembra mostrare presenza o indizi di forme di dissesto superficiali che potrebbero mettere a rischio le condizioni di equilibrio del sito.

Nel settore affiorano largamente i depositi sedimentari del ciclo lacustre plio-pleistocenico del Lago Tiberino. Tali depositi sono costituiti da un complesso di sedimenti sciolti, di diverse granulometrie; si tratta per lo più di materiali sabbiosi, con intercalazioni di livelli brecciosi in abbondante matrice sabbiosa; tali depositi poggiano sui conglomerati, più antichi, e visibili nei tagli stradali lungo i fianchi della vallecola. Gli spessori della formazione sono variabili e possono raggiungere anche alcune centinaia di metri.

Fr. Santo Chiodo, 4 06049 Spoleto (PG)

Tel. 0743,225568

Cell. 334.2517486

geofer@epap.sicurezzapostale.it

claudio.ferrari@hotmail.it

C.F. FRRCLD82A28I921R

P.I. 03054160548

A nord invece, dove la morfologia subisce un brusco cambiamento, in quanto si passa alla piana

alluvionale del Nera, prevalgono i depositi alluvionali a granulometria medio-fine. Si tratta per lo più di

materiali limoso-sabbiosi, con intercalazioni di livelli ghiaiosi talvolta potenti.

Dal punto di vista idrogeologico, le formazioni sedimentarie rappresentate dalle porzioni più

sabbiose sono da considerarsi mediamente permeabili, mentre, i livelli argillosi presentano un basso

grado di permeabilità. La falda presenta una generale direzione di deflusso verso la valle del Nera e

localmente la superficie piezometrica, al momento della misurazione (Giugno 2010) presenta una quota

di 205.0 m s.l.m.

Dal punto di vista idrografico il versante alla base è drenato dal Fosso di Valenza, affluente di

sinistra del Nera.

Dall'esame della recente cartografia di perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico per il

reticolo secondario dell'autorità di Bacino del Fiume Tevere, si evince che l'area in questione e pertanto

l'opera da realizzare non è compresa ne nelle aree definite dal "Modello idraulico" di possibile

inondazione e ne in aree a maggiore rischio idrogeologico.

INDAGINI GEOGNOSTICHE

Le indagini geognostiche, volte alla ricostruzione lito-stratigrafica del sottosuolo ed alla

caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni individuati, sono consistite in:

• n. 3 prova penetrometriche D.P.M. della profondità variabile da 2.50 a 2.80 m;

n. 1 prospezione sismica con tecnica M.A.S.W.

Prove penetrometriche dinamiche D.P.M.

E' stato utilizzato un penetrometro dinamico Pagani TG 30-20 della serie D.P.M. (Dynamic

Penetrometer Medium).

In allegato sono riportati i tabulati e la relativa interpretazione delle prove penetrometriche

eseguite.

4

Fr. Santo Chiodo, 4 06049 Spoleto (PG)

Tel. 0743.225568

Cell. 334,2517486 geofer@epap.sicurezzapostale.it

slaudia farrari@hatmail it

claudio.ferrari@hotmail.it

C.F. FRRCLD82A28I921R

P.I. 03054160548

Indagini M.A.S.W.

L'acquisizione di n. 1 stendimento è stata effettuata mediante un sismografo a 24 canali 165G24

della P.A.S.I. S.r.I. di Torino, utilizzando 12 geofoni verticali da 4.5 Hz per l'acquisizione delle onde di

Rayleigh; 12 geofoni orizzontali da 10 Hz per l'acquisizione delle onde di Love; tutti con equidistanza di

2.0 m, per una lunghezza complessiva di 22,0 m.

Sono stati effettuati tre tiri per ciascun tipo di acquisizione, in "compressione" tramite battuta

con mazza su piastra, di "taglio" tramite battuta con mazza sulla faccia di un trave; gli offset posti a

distanze crescenti dal geofono n.1 sono stati i seguenti: 2,00 m, 5,0 m e 10,0 m per una distanza

complessiva di 32,00m; come sorgente di energia è stata utilizzata una mazza di battuta di 8.0 Kg.

La successiva elaborazione è avvenuta mediante il software WinMASW Professional, della

Eliosoft.

In allegato sono riportati i report sismici e la relativa interpretazione dell'indagine eseguita.

SISMICITA'

Ai fini dell'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni (di cui al D.M. 14.01.2008) 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 vari stati limite presi in

considerazioni viene definita partendo dalla "pericolosità di base" del sito di costruzione, che è

l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica.

Le misure con tecnica M.A.S.W. hanno consentito di ottenere i seguenti valori:

 $Vs_{30} = 385 \text{ m/s}$ 

Analisi del terreno

Poiché la velocità equivalente delle onde di taglio nei primi trenta metri è risultata pari a 385

m/s, il sito in esame ricade nella categoria di sottosuolo B secondo la tab. 3.2.II delle NTC 2008;

viene inoltre assunta categoria topografica  $T_1$ .

In allegato vengono riportati i parametri sismici.

5

Fr. Santo Chiodo, 4
06049 Spoleto (PG)
Tel. 0743.225568
Cell. 334.2517486
geofer@epap.sicurezzapostale.it
claudio.ferrari@hotmail.it
C.F. FRRCLD82A281921R
P.I. 03054160548

### RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA DEL SOTTOSUOLO E PARAMETRI FISICO-MECCANICI DEI TERRENI

La diretta osservazione dei terreni affioranti eseguita durante il rilevamento geologico dell'area di intervento e le ricostruzioni lito-stratigrafiche derivate dalle prove geognostiche hanno consentito il raggiungimento di una sufficiente definizione del quadro litologico e stratigrafico del sottosuolo in esame.

E' presente, in sintesi, un'area caratterizzata da depositi alluvionali di potenza variabile, poggianti su un substrato fluvio-lacustre alluvionale anch'esso.

I depositi alluvionali Pleisto-Olocenici sono costituiti prevalentemente da sabbie limose e brecce in matrice sabbiosa.

Il substrato è costituito dalle unità Plio-Pleistoceniche ghiaio-conglomeratiche appartenenti ai depositi del bacino Tiberino.

Sulla scorta delle indagini svolte e delle informazioni acquisite si riportano di seguito i principali parametri geotecnici attribuiti alle unità rilevate.

Il quadro dei parametri geotecnici attribuiti ai terreni individuati, desunti dalle prove in situ, è il seguente (i dati disaggregati sono forniti in allegato):

Unità Geotecniche	Spessore m	Y kN/m³	<b>Cu</b> kPa	<b>C'</b> kPa	φ	E MPa
TERRENO VEGERATLE Unità Sabbio-limosa	0.20-0.40	15.20	0.00	0,00	16,2	5.00
ALLUVIONI Unità Sabbio-Limosa	2.10-2.50	18.10	0.00	0.00	28.7	34.50
ALLUVIONI Unità Breccio-Sabbiosa	-	19.60	0,00	0.00	32.3	44.15

Fr. Santo Chiodo, 4
06049 Spoleto (PG)
Tel. 0743.225568
Cell. 334.2517486
geofer@epap.sicurezzapostale.it
claudio.ferrari@hotmail.it
C.F. FRRCLD82A281921R
P.I. 03054160548

#### CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Nella stesura delle interpretazioni tecnico-conclusive vengono presi in considerazione tutti i dati acquisiti sia in maniera diretta che indiretta sul sito in esame; ne emerge quindi che lo studio geologico e geotecnico si è basato sui rilievi di dettaglio e sulle indagini in sito.

I terreni di risulta delle perforazioni o provenienti da eventuali scavi dovranno essere caratterizzati chimicamente al fine di valutare eventuale presenza di contaminanti o definire la concentrazione degli stessi in riferimento alla soglia di rischio relativa all'utilizzo al quale sono destinati.

In conclusione quindi, considerata la stabilità d'insieme dell'assetto idromorfologico, geologicostratigrafico e geotecnico dell'area, sulla base delle verifiche svolte e delle raccomandazioni riportate nella presente relazione, non sussistono impedimenti alla realizzazione dell'opera in progetto.

Si rilascia per gli usi consentiti.

IL GEOLOGO

7

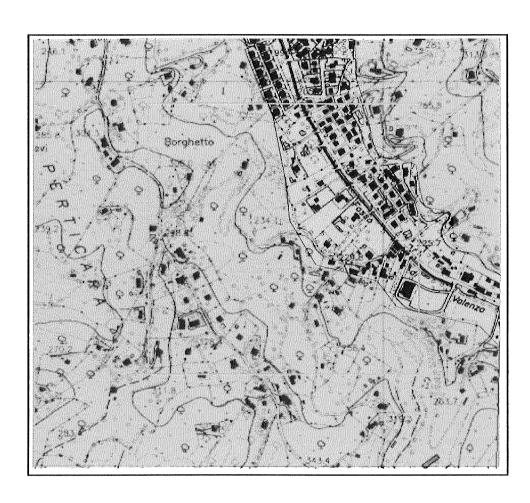
### CARTA TOPOGRAFICA IGM F. 346 Sez. I TERNI Rapporto 1:25.000



### <u>LEGENDA</u>

Area di Studio

### CARTA GEOLOGICA F. 346080 Rapporto 1:10.000



### <u>LEGENDA</u>

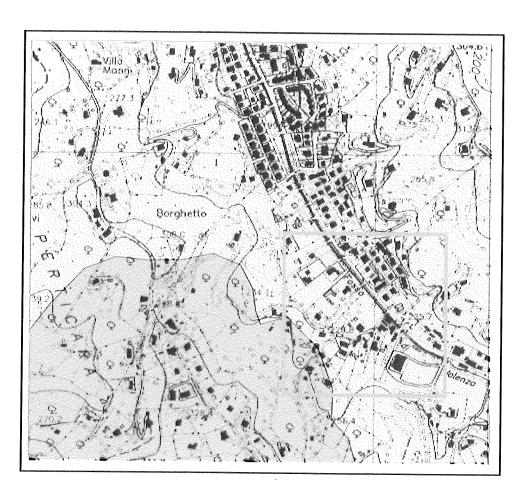
Area di Studio

Alluvioni

Depositi Fluvio-Lacustri del Bacino Tiberino

# F. 346080

Rapporto 1:10.000



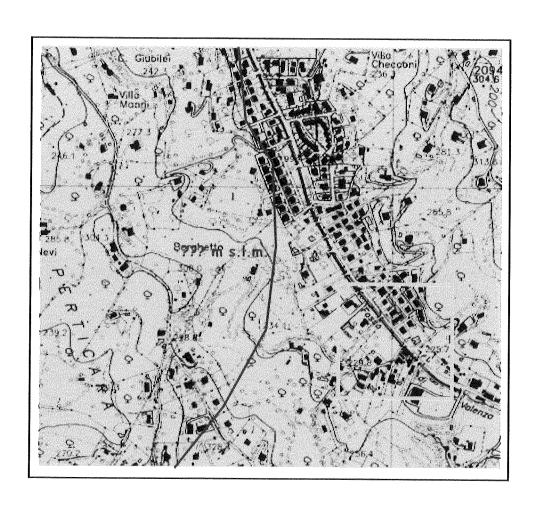
### <u>LEGENDA</u>

Area di Studio

Pendenza < 5%

Pendenza > 5%

### CARTA IDROGEOLOGICA F. 346080 Rapporto 1:10.000



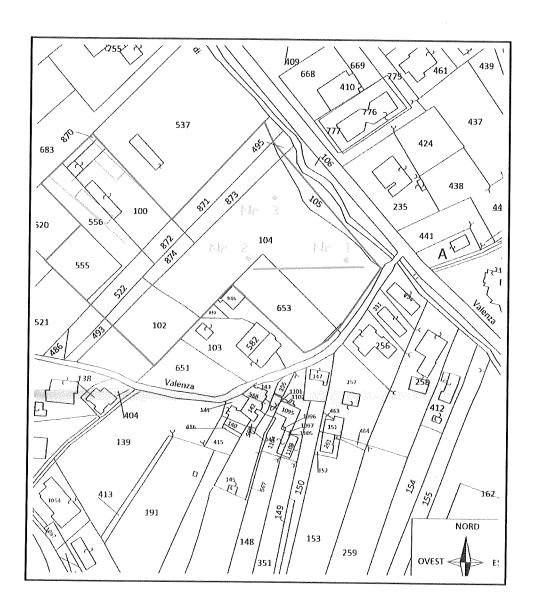
### LEGENDA

Area di Studio

Permeabilità media per porosità 10-1 < K < 1 cm/s

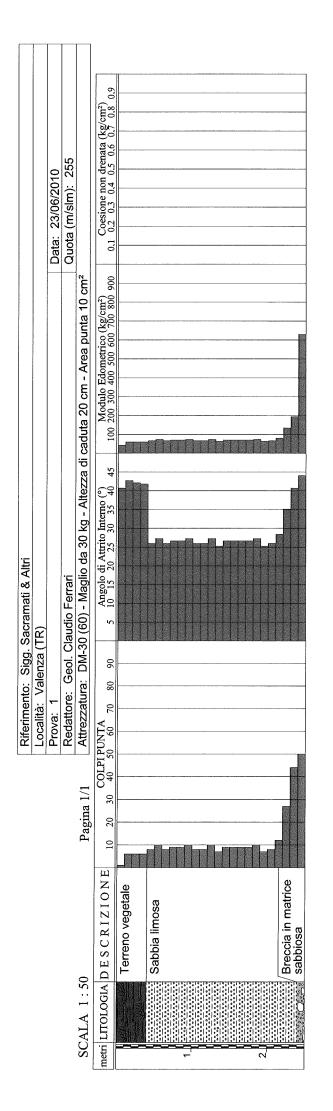
Isopiezometrica

### PLANIMETRIA CATASTALE F. 157 p.lle 100-102-104-105-495-522 555-556-653-870-871-872-873-874



#### **LEGENDA**

- Area di Studio/Limite di Piano Attuativo Area a rischio geologico nullo o trascurabile
  - / Indagini MASW
- Ubicazione D.P.M.



### PROVA PENETROMETRICA - 1

Riferimento: Sigg. Sacramati & Altri
Località: Valenza (TR)

Prova: 1 Data: 23/06/2010

Redattore: Geol. Claudio Ferrari Quota (m/slm): 255

Attrezzatura: DM-30 (60) - Maglio da 30 kg - Altezza di caduta 20 cm - Area punta 10 cm²

n°	Profondità m	Colpi punta	Resist. dinam. kg/cm²	Carico ammiss. kg/cm²	Colpi rivestimento	Angolo a.i.	Dens. relativa %	Modulo edom. kg/cm²	Coesione n.d. kg/cm²
1	0,10	1	3,913	3,913		40,7	33,45	42	
2	0,20	6	23,478	23,478		42,7	59,07	59	
3	0,30	6	23,478	23,478		42,1	51,67	59	
4	0,40	6	23,478	23,478		41,8	47,31	59	₩ ₩ W
5	0,50	8	31,304	31,304		26,0		66	
6	0,60	10	39,130	39,130		27,2		73	
7	0,70	8	31,304	31,304	pa, tu au	26,0		66	
8	0,80	9	35,217	35,217		26,6		70	
9	0,90	9	35,217	35,217		26,6	800 BM 804	70	
10	1,00	10	39,130	39,130		27,2		73	** ***
11	1,10	8	29,752	29,752		26,0		66	
12	1,20	8	29,752	29,752	Jos Sod end	26,0		66	
13	1,30	10	37,190	37,190		27,2		73	
14	1,40	7	26,033	26,033		25,2		63	
15	1,50	9	33,471	33,471		26,6		70	
16	1,60	9	33,471	33,471		26,6		70	
17	1,70	9	33,471	33,471	pa (m) (m)	26,6		70	
18	1,80	9	33,471	33,471		26,6		70	and best gas
19	1,90	10	37,190	37,190		27,2		73	
20	2,00	7	26,033	26,033		25,2		63	
21	2,10	8	28,346	28,346	100 Day 100	26,0		66	
22	2,20	12	42,520	42,520		28,4		80	
23	2,30	27	95,669	95,669	per bed bed	35,1		134	
24	2,40	44	155,906	155,906		40,7		194	
25	2,50	50	177,165	177,165		44,0	75,23	630	

	Data: 23/06/2010	Quota (m/slm): 255	m²	Coesione non drenata (kg/cm²) 0.0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9	
and the second s	and the state of t		Attrezzatura: DM-30 (60) - Maglio da 30 kg - Altezza di caduta 20 cm - Area punta 10 cm²	Modulo Edometrico (kg/cm²) 100 200 300 400 500 600 700 800 900	
sacramati & Altri R)	- Company	audio Ferrari	) (60) - Maglio da 30 kg - Altezza c	Angolo di Attrito Interno (°) 5 10 15 20 25 30 35 40 45	
Riferimento: Sigg. Sacramati & Altri I ocalità: Valenza (TR)	Prova: 2	Redattore: Geol. Claudi	Pagina 1/1 Attrezzatura: DM-30	20 30 40 50 60 70 80 90	
			SCALA 1:50 Pag	ESCRIZIONE	Sabbia limosa Sabbia limosa Breccia in matrice sabbiosa

## PROVA PENETROMETRICA - 2

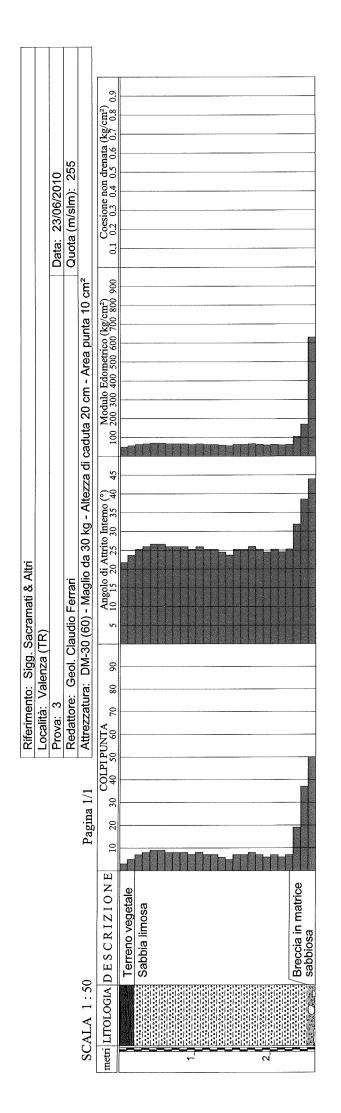
Riferimento: Sigg. Sacramati & Altri Località: Valenza (TR)

Prova: 2 Redattore: Geol. Claudio Ferrari

Data: 23/06/2010 Quota (m/slm): 255

Attrezzatura: DM-30 (60) - Maglio da 30 kg - Altezza di caduta 20 cm - Area punta 10 cm²

n°	Profondità m	Colpi punta	Resist. dinam. kg/cm²	Carico ammiss. kg/cm²	Colpi rivestimento	Angolo a.i.	Dens. relativa %	Modulo edom. kg/cm²	Coesione n.d.
1	0,10	2	7,826	7,826	500 AM 500	20,5		45	
2	0,20	7	27,391	27,391		25,2		63	
3	0,30	10	39,130	39,130		27,2		73	bes 100 No.
4	0,40	8	31,304	31,304		26,0		66	
5	0,50	9	35,217	35,217		26,6		70	
6	0,60	8	31,304	31,304		26,0		66	
7	0,70	10	39,130	39,130		27,2		73	
8	0,80	9	35,217	35,217		26,6		70	
9	0,90	8	31,304	31,304		26,0		66	
10	1,00	7	27,391	27,391		25,2		63	
11	1,10	9	33,471	33,471		26,6		70	
12	1,20	10	37,190	37,190		27,2		73	
13	1,30	5	18,595	18,595		23,7	H + =	56	
14	1,40	6	22,314	22,314		24,5		59	
15	1,50	7	26,033	26,033		25,2		63	
16	1,60	6	22,314	22,314		24,5	9-1 3-0 Aug	59	
17	1,70	7	26,033	26,033		25,2	* * =	63	
18	1,80	6	22,314	22,314		24,5		59	
19	1,90	7	26,033	26,033		25,2		63	
20	2,00	7	26,033	26,033		25,2		63	
21	2,10	6	21,260	21,260		24,5		59	= + +
22	2,20	7	24,803	24,803		25,2		63	
23	2,30	6	21,260	21,260		24,5		59	
24	2,40	6	21,260	21,260		24,5		59	
25	2,50	6	21,260	21,260		24,5		59	
26	2,60	10	35,433	35,433		27,2		73	
27	2,70	30	106,299	106,299		36,2		144	
28	2,80	50	177,165	177,165	90A 040 Nov	43,8	72,71	630	



### PROVA PENETROMETRICA - 3

Riferimento: Sigg. Sacramati & Altri Località: Valenza (TR)

Data: 23/06/2010 Prova: 3 Redattore: Geol. Claudio Ferrari Quota (m/slm): 255

Attrezzatura: DM-30 (60) - Maglio da 30 kg - Altezza di caduta 20 cm - Area punta 10 cm²

n°	Profondità m	Colpi punta	Resist. dinam. kg/cm²	Carico ammiss. kg/cm²	Colpi rivestimento	Angolo a.i.	Dens. relativa %	Modulo edom. kg/cm²	Coesione n.d. kg/cm²
1	0,10	3	11,739	11,739		21,7		49	
2	0,20	5	19,565	19,565	pas 800 pas	23,7		56	
3	0,30	7	27,391	27,391		25,2		63	PM 944 MI
4	0,40	8	31,304	31,304		26,0	pm 9m an	66	jet jen ten
5	0,50	9	35,217	35,217		26,6		70	
6	0,60	9	35,217	35,217	pou ann ann	26,6		70	
7	0,70	8	31,304	31,304	best dest dest	26,0		66	
8	0,80	8	31,304	31,304		26,0		66	
9	0,90	8	31,304	31,304		26,0		66	
10	1,00	7	27,391	27,391		25,2	4ml 300 300	63	
11	1,10	8	29,752	29,752		26,0	AN AN TH	66	and 300 and
12	1,20	7	26,033	26,033		25,2		63	
13	1,30	7	26,033	26,033		25,2		63	
14	1,40	6	22,314	22,314	NA NA MA	24,5		59	
15	1,50	5	18,595	18,595		23,7	pad pin pan	56	
16	1,60	7	26,033	26,033	jour just	25,2		63	
17	1,70	7	26,033	26,033	jou les les	25,2		63	
18	1,80	8	29,752	29,752		26,0	lan law long	66	
19	1,90	7	26,033	26,033	an let les	25,2		63	» » »
20	2,00	6	22,314	22,314		24,5		59	
21	2,10	7	24,803	24,803		25,2		63	
22	2,20	6	21,260	21,260		24,5		59	
23	2,30	7	24,803	24,803		25,2	pag pag pag	63	
24	2,40	19	67,323	67,323		31,9		105	
25	2,50	37	131,102	131,102		38,6	Jung jobs Prins	169	and any love
26	2,60	50	177,165	177,165	bes des des	43,9	74,18	630	

Quota (m/slm): 255 Data: 23/06/2010 D.P.M. Nr. 2 Riferimento: Sigg. Sacramati & Altri Redattore: Geol. Claudio Ferrari Località: Valenza (TR) Prova: 1 D.P.M. Nr. 1 D.P.M. Nr. 3

Fotografie - Pagina 1/1

Fr. Santo Chiodo, 4
06049 Spoleto (PG)
Tel. 0743.225568
Cell. 334.2517486
geofer@epap.sicurezzapostale.it
claudio.ferrari@hotmail.it
C.F. FRRCLD82A281921R
P.I. 03054160548



ALLEGATO I - Indagine sismica per la ricostruzione del profilo verticale delle velocità delle onde di taglio Vs e per la determinazione della velocità equivalente Vs30.

#### INDICE

I. METODOLOGIA M.A.S.W.

II. METODO DI ACQUISIZIONE

III. ELABORAZIONE DATI OTTENUTI

IV. RISULTATI

V. DEFINIZIONE SUOLO TIPO

VI. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

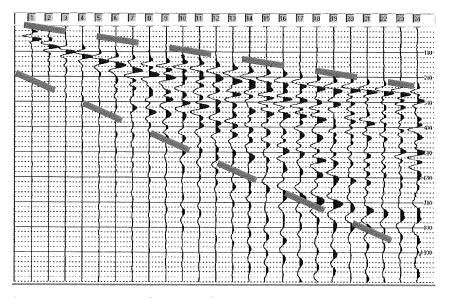
### METODOLOGIA M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves)

La metodologia sismica adottata è quella sintetizzata dall'acronimo M.A.S.W. ovvero "analisi multicanale delle onde superficiali".

Tale metodo di analisi dei dati sismici sfrutta alcune proprietà delle componenti superficiali (Rayleigh e di Love) delle onde generate a differenza della classica sismica rifrazione, nella quale come noto si misurano i tempi di primo arrivo delle onde energizzate rifratte in compressione o di taglio Vp o Vs.

Le principali proprietà utilizzate sono le seguenti: la maggior parte dell'energia generata sia in compressione che di taglio è convertita in onde di superficie (circa il 90%); la propagazione delle onde di superficie è influenzata in misura minore dalle onde P e dalla densità del mezzo, mentre è funzione delle Vs; ma la proprietà fondamentale delle onde superficiali è costituita dal fenomeno della dispersione nei mezzi stratificati.

Fr. Santo Chiodo, 4
06049 Spoleto (PG)
Tel. 0743.225568
Cell. 334.2517486
geofer@epap.sicurezzapostale.it
claudio.ferrari@hotmail.it
C.F. FRRCLD82A281921R
P.I. 03054160548



Tracciato sismico a 24 canali in onde 5, l'area racchiusa nel tratteggio evidenzia il fenomeno di dispersione con l'aumentare della profondità delle onde superficiali di Love in un mezzo stratificato.

Dall'analisi delle curve di dispersione dei due tipi di onde; curve di dispersione ottenibili dalle variazioni della velocità di fase, in funzione delle lunghezze d'onda o delle frequenze (inversamente proporzionale alla lunghezza d'onda), è possibile determinare la variazione della velocità delle onde di taglio con la profondità, tramite l'adozione di processi analitici di inversione, consistenti nell'adozione di un modello teorico di partenza numero strati/velocità/spessori, e successiva ottimizzazione dei dati tramite processi di raffinamento).

#### METODO DI ACQUISIZIONE

L'indagine in oggetto è stata eseguita tramite l'acquisizione strumentale, lungo un profilo di misura lineare, della componente superficiale di onde generate in compressione (onde di Rayleigh) e della componente superficiale di onde generate di taglio (onde di Love).

Nel caso specifico è stato utilizzata una stesa di costituita da 12 geofoni verticali da 4.5 Hz per l'acquisizione delle onde di Rayleigh; 12 geofoni orizzontali da 10 Hz per l'acquisizione delle onde di Love; tutti con equidistanza di 2.0 m, per una lunghezza complessiva di 22,0 m.

Fr. Santo Chiodo, 4
06049 Spoleto (PG)
Tel. 0743.225568
Cell. 334.2517486
geofer@epap.sicurezzapostale.it
claudio.ferrari@hotmail.it
C.F. FRRCLD82A281921R
P.I. 03054160548

Sono stati effettuati tre tiri per ciascun tipo di acquisizione, in "compressione" tramite battuta con mazza su piastra, di "taglio" tramite battuta con mazza sulla faccia di un trave; gli offset posti a distanze crescenti dal geofono n.1 sono stati i seguenti: 2,00 m, 5,0 m e 10,0 m per una distanza complessiva di 32,00m.

#### ELABORAZIONE DATI OTTENUTI

I dati così ottenuti sono stati analizzati scegliendo la serie di curve più idonee e sottoponendola alla successive fasi di elaborazione:

- 1. caricamento sismogrammi onde di Rayleigh e onde di Love;
- 2. calcolo degli spettri di velocità Frequenza Hz Velocità fase m/s;
- 3. modellazione diretta della curve di dispersione del modo fondamentale e di quelli superiori, tramite assunzione di modelli Velocità/Spessori via via più soddisfacenti, attribuiti a partire da dati geologico stratigrafici dell'area e da valori di Vs degli strati più superficiali, questi ultimi calcolati tramite i risultati del profilo a rifrazione eseguito;
- 4. piccaggio delle curve di dispersione ottimizzate;
- 5. inversione delle curve di dispersione;
- 6. modello finale della variazione della velocità Vs con la profondità.

#### RISULTATI

Dal calcolo degli spettri di velocità Frequenza (Hz) / Velocità di fase (m/s) (tavola 2), si rileva come la massima dispersione della velocità di fase risulta compresa nell' intervallo di frequenza tra i 5 e i 10 Hz, mentre la corrispondente velocità risulta compresa tra 720 m/s e 90 m/s. Nella Tavola 3 viene presentato il modello teorico di partenza, assunto per l'elaborazione nel processo di inversione, ricondotto a cinque sismostrati sovrastanti il semispazio, aventi i seguenti valori di velocità e spessore:

Spessore ( m)	Vp (m/s)	Vs(m/s)
0,30	229	110
4.00	375	180

Fr. Santo Chiodo, 4
06049 Spoleto (PG)
Tel. 0743.225568
Cell. 334.2517486
geofer@epap.sicurezzapostale.it
claudio.ferrari@hotmail.it
C.F. FRRCLD82A281921R
P.I. 03054160548

9.00	791	380
10.00	1051	505
Semispazio	1457	700

Nella tavola 2 viene riportato il risultato finale del processo di inversione, nei grafici è evidente come la curva teorica calcolata attraverso l'inversione del modello di velocità è in buon accordo con la curva di dispersione sperimentale. Nella Tavola 3 è riportato il grafico velocità onde S m/s / profondità m con la rappresentazione della distribuzione delle velocità. Le tabelle seguenti riportano tutti i valori di input e output del modello:

#### Modello ricavato

	Vsv (m/s)	Vsh (m/s)	Spessore	Densità (gr/cm3)	Modulo di taglio (Mpa)
STRATO 1	110	126	0.30	1.71	21
STRATO 2	180	181	4.00	1.84	60
STRATO 3	380	380	9.00	1.99	287
STRATO 4	505	505	10,00	2,08	531
STRATO 5	700	700	-	2,13	1044

#### Valori stimati di Vp e dei moduli elastici

	Vp (m/s)	Poisson	Bulk (Mpa)	Young's (Mpa)	Lamè (Mpa)
STRATO 1	244	0.37	74	57	61
STRATO 2	408	0.38	226	164	187
STRATO 3	760	0,33	756	765	574
STRATO 4	1128	0.37	1918	1458	1564
STRATO 5	1371	0.32	2613	2764	1917

#### DEFINIZIONE SUOLO TIPO

Il modello restituisce un valore della Vs30 equivalente, tramite il fitting effettuato.

Nel caso specifico tale valore risulta pari a 385 m/s. In base al D.M. 14.01.2008, deve essere definita l'azione sismica di progetto, sulla base della zona sismica di appartenenza del sito e la

Fr. Santo Chiodo, 4
06049 Spoleto (PG)
Tel. 0743.225568
Cell. 334.2517486
geofer@epap.sicurezzapostale.it
claudio.ferrari@hotmail.it
C.F. FRRCLD82A281921R
P.I. 03054160548

categoria di suolo su cui sarà realizzata l'opera. Dal valore di  $Vs_{30}$  restituito dal modello di calcolo, pari a 385 m/s, il suolo di interesse progettuale ricade nella **categoria B**, come viene decritto nella TAB 2.

Sisolo	Descrizione geolecules	Vsa
		(16/5)
A	Fermazioni litoidi o sitoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di V330-800m's, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pori a 5m	-806
В	Deposti di sabbie o giuaie molto addensate o argille molto consistenti con spessori di deverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la protondità e da valori di Vs30 compresi tra 360m3 e 800m3	360±800 (NSpt = 50) (Cu =250 kFa)
C	Depositi di sabbie o glaisie mediamente addensate o myille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fimo a centinara di metri, caratterizzati da valon di Vs30 compresi tra 180n/s e 36(en/s	180±360 (15 ~ Nspt r - 50) (70 ~ Cu r - 250 kFs)
р	Depositi di granalari da sciolti a poco addensati o coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di Vs30 × 180m/s	± 180 (Nspt ± 15) 2Cu = 70 kPa)
Ε	Profili di terreno costinuiti da strati superficiali alluvionali, con valori di VS simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra Sm e 25m2 giacenti su di un aubstrato di materiale più rigido con US > 80m/s	
53	Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso alineno 10m di ingilletiuri di bassa consistenza, con elevato usdice di plasticità (18°-40) e contenuto d'acqua, caratterizzati da valori di Vs30 ° 100m/g	(10 - Cu - 20
\$2	Depositi di terreni soggetti a liquefazione til argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile ner tipi precedenti	

TAB 2 - Range di Vs30 da normativa O.P.C.M. 3274

#### CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'indagine sismica condotta con metodi di analisi M.A.S.W. ha permesso una ricostruzione sismostratigrafica dei terreni interessati, evidenziano la presenza di una successione di strati a velocità Vs gradualmente crescente con la profondità.

L'inversione del modello restituisce un valore  $Vs_{30}$  di 385 m/s, che permettono di classificare in base alla normativa vigente, secondo l'approccio di tipo semplificato, i terreni in oggetto come sottosuolo di categoria B.

Fr. Santo Chiodo, 4
06049 Spoleto (PG)
Tel. 0743.225568
Cell. 334.2517486
geofer@epap.sicurezzapostale.it
claudio.ferrari@hotmail.it
C.F. FRRCLD82A281921R
P.I. 03054160548

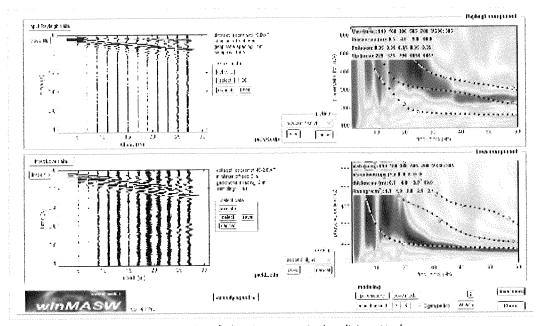


Tavola 1 - Sismogrammi ed analisi spettrale.

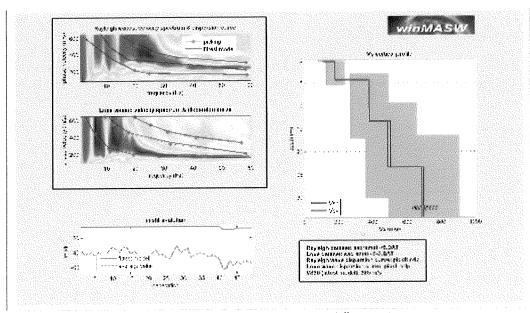


Tavola 2 - Curve di dispersione e modello invertito.

Fr. Santo Chiodo, 4
06049 Spoleto (PG)
Tel. 0743.225568
Cell. 334.2517486
geofer@epap.sicurezzapostale.it
claudio.ferrari@hotmail.it
C.F. FRRCLD82A281921R
P.I. 03054160548

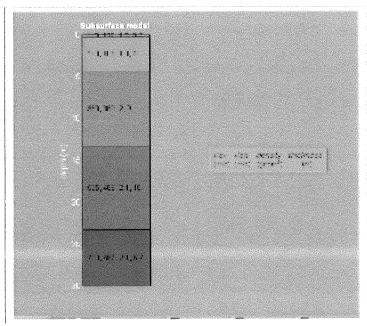


Tavola 3 -Suddivisione sismostrati.

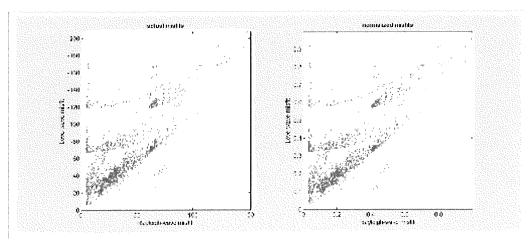


Tavola 4 - Grafici di distribuzione dei modelli per la valutazione delle anisotropie.

Dott. Geologo Claudio Ferrari Fr. Santo Chiodo, 4 06049 Spoleto (PG) Tel. 0743.225568 Cell. 334,2517486 geofer@epap.sicurezzapostale.it claudio.ferrari@hotmail.it C.F. FRRCLD82A28I921R P.I. 03054160548

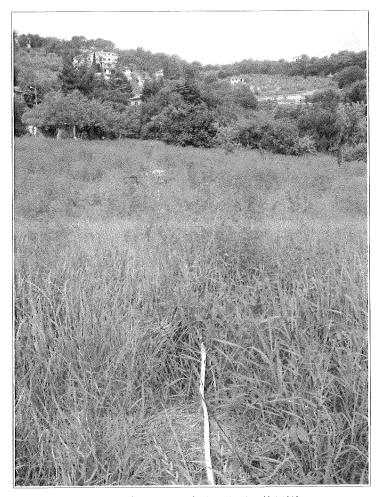


Foto 1 - Ubicazione indagine sismica MASW.

#### Parametri sismici

determinati con GeoStru PS http://www.geostru.com/geoapp

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii

#### Sito in esame.

latitudine: 42,533752 [°] longitudine: 12,662803 [°]

Classe d'uso: II. Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Vita nominale: 50 [anni]

#### Siti di riferimento.

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	25628	42,531520	12,608030	4494,9
Sito 2	25629	42,532020	12,675890	1089,5
Sito 3	25407	42,582020	12,675220	5462,7
Sito 4	25406	42,581510	12,607320	6989,4

#### Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50 anni

Coefficiente cu: 1

	Prob. superament o [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	30	0,058	2,506	0,269
Danno (SLD)	63	50	0,072	2,490	0,281
Salvaguardi a della vita	10	475	0,170	2,451	0,321

(SLV)					
Prevenzion e dal collasso (SLC)	5	975	0,212	2,480	0,333

#### **Coefficienti Sismici**

	Ss	Cc	St	Kh	Kv	Amax	Beta
	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[m/s²]	[-]
SLO	1,200	1,430	1,000	0,014	0,007	0,684	0,200
SLD	1,200	1,420	1,000	0,017	0,009	0,846	0,200
SLV	1,200	1,380	1,000	0,049	0,024	1,995	0,240
SLC	1,190	1,370	1,000	0,071	0,035	2,477	0,280

Le coordinate geografiche espresse in questo file sono in ED50 Geostru software - www.geostru.com