

**STUDIO DI GEOLOGIA
E GEOTECNICA**



Geologo Sandro Zeni
Corso Piave n.32
06023 Gualdo Tadino
Perugia
Tel./Fax 075-9141595
E-mail zenisandro@gmail.com

Data documento: 27/04/2016

RELAZIONE GEOLOGICA E MODELLAZIONE SISMICA

CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA
D.M. 14.01.2008 - Circolare C.S. LL.PP. 607/2009

OGGETTO:

RELAZIONE GEOLOGICA E MODELLAZIONE SISMICA PER
IL PROGETTO DI AMPLIAMENTO DELLO STABILIMENTO 1B -
TAGINA SPA

Località Zona Industriale Nord

Comune di Gualdo Tadino (PG)

Committente: Tagina Ceramiche d'Arte Spa

Il geologo
Dott. Geol. Sandro Zeni



**Geologia Applicata
Geotecnica
Geologia Ambientale
Indagini geofisiche**

La diffusione o riproduzione anche parziale di questo elaborato è vietata ai sensi di legge

RELAZIONE GEOLOGICA E MODELLAZIONE SISMICA

CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA

D.M. 14.01.2008 - Circolare C.S. LL.PP. 607/2009

RELAZIONE GEOLOGICA E MODELLAZIONE SISMICA PER IL PROGETTO DI
AMPLIAMENTO DELLO STABILIMENTO 1B - TAGINA SPA

Committente: Tagina Ceramiche d'Arte Spa

1. PREMESSA e NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Su incarico della ditta Tagina Ceramiche d'Arte si è eseguito un sopralluogo ed un'indagine geologica su un'area sita nella Zona Industriale Nord di Gualdo Tadino, al fine di individuare, ai sensi D.M. 14.01.2008: le unità geologiche, litologiche e strutturali, le forme del terreno e i processi geomorfologici, l'idrogeologia superficiale e profonda, i rischi geologici, naturali e indotti, gli aspetti geodinamici, la sismicità storica, il rischio sismico locale, la Risposta Sismica Locale (RSL), la potenziale liquefacibilità dei terreni e i valori geotecnici caratteristici caratterizzazione dei terreni riferiti al volume significativo per la realizzazione di un ampliamento allo stabilimento 1B. Le indagini geologiche sono state finalizzate alla verificare d'idoneità e di fattibilità geologica del sito, in riferimento al progetto proposto, e permettere la ricostruzione del modello geologico locale (ai sensi del D.M. 14/01/2008 punto 6.2.1.). In base alla campagna geognostica eseguita dallo scrivente in data 16.09.2000 si sono utilizzati n.6 sondaggi. La stratigrafia locale si è ricostruita mediante tali sondaggi e in base mediante indagini geofisiche in sito (un profilo sismico MASW-REMI). Dette indagini sono state più che sufficienti per la ricostruzione del modello

geologico, vista la semplicità del contesto geologico riscontrato. Le risultanze geologiche riportate nel presente studio devono essere un utile elemento di riferimento per il progettista per inquadrare i problemi geotecnici e per definire il programma delle indagini geotecniche. La normativa di riferimento per il presente lavoro è la seguente:

- Decreto Ministeriale 14.01.2008 Norme Tecniche per le Costruzioni.
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici Circolare n.617 del 2 febbraio 2009,
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007,
- Eurocodice 8 (1998) ,
- Eurocodice 7.1 (1997),
- Eurocodice 7.2 (2002),
- Eurocodice 7.3 (2002).

2. UBICAZIONE AREA

L'area in esame è ubicata nella Zona Industriale Nord di Gualdo Tadino. Nella cartografia ufficiale I.G.M. della Carta d'Italia risulta compresa al Foglio N. 123, della tavoletta "Fossato di Vico" I N.O.. A termini catastali è censita al N.C.T. al Foglio n.11, particella n.419-1220 del comune di Gualdo Tadino (PG).

3. FORME DEL TERRENO E PROCESSI GEOMORFOLOGICI

La quota topografica dell'area è di 436 metri sul livello medio del mare. La morfologia originaria possedeva una modesta pendenza verso occidente, priva di irregolarità marcate che crea, nel complesso, un profilo tranquillo. La pendenza è stata valutata attraverso clinometro sessagesimale con valori di circa 4°-5° sessagesimali. Dopo i movimenti di terre effettuati, l'area presenta un profilo orizzontale, in quanto è stata sede sbancamento con sterri e riporto di materiale per la messa in opera della fabbrica di ceramiche.

L'area è fortemente urbanizzata e antropizzata per permettere di regolarizzare gli accessi ai luoghi e alla viabilità locale del centro storico. Dal punto di vista geomorfologico, il sopralluogo svolto non ha evidenziato fenomeni gravitativi in atto o potenziali che possano pregiudicare la fattibilità geologica dell'opera. Ai fini geomorfologici per la stabilità, si ritiene di verificare solo un eventuale scorrimento al contatto tra detrito e bedrock locale (in

quanto il manufatto poggia sul terreno detritico). Per la verifica della stabilità globale si è utilizzata la formula per pendii indefiniti di Lambe e Whitman (1969) in assenza di filtrazione idrica e coesione, per una zona sismica 2, sotto l'ipotesi di uno scivolamento al contatto tra detrito e bedrock.

VERIFICA STABILITA' PENDIO INDEFINITO (Lambe e Whitman 1969)

$$F_s = \frac{[\cos(i) - K_h \sin(i)] \tan(a)}{\sin(i) + K_h \cos(i)}$$

NTC 14/01/2008 - Approccio 1 combinazione 2 [A2+M2+R2]

Parametri sismici: elaborazione Stabilità dei pendii e fondazioni

Sito in esame: Zona Ind. Nord di Gualdo Tadino (PG)

latitudine: 43,265619 longitudine: 12,760725 (ED50)

Classe: 2 Vita nominale: 50

Categoria sottosuolo: B Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50anni Coefficiente cu: 1

Salvaguardia della vita (SLV): Probabilità di superamento 10 %

Tr: 475[anni] ag: 0,220 g Fo: 2,408 Tc*: 0,314 [s]

Ss:1,190 Cc:1,390 St:1,000 Kh:0,074 Kv:0,037 Amax:2,567 Beta:0,280

$R_d = [\cos(i) - K_h \sin(i)] \cdot [\tan(a) / g_F] \cdot 1 / g_R$

$E_d = \sin(i) + K_h \cos(i)$

in cui

(a) = angolo di attrito terreno al contatto 33°

(i) = angolo al contatto 5°

K_h = coefficiente sismico orizzontale 0.074

g_F = coefficiente parziale tangente angolo attrito 1.25

g_R = coefficiente parziale scorrimento 1.10

Nell'analisi si trascura, a tutto vantaggio della sicurezza, le forze inerziali verticali :

$R_d = [\cos(i) - K_h \sin(i)] \cdot [\tan(a) / g_F] \cdot 1 / g_R = 0.4675$

$E_d = \sin(i) + K_h \cos(i) = 0.1609$

Essendo $E_d \leq R_d$ (VERIFICATO).

Pertanto l'area risulta stabile.

Di conseguenza si assicura la stabilità globale del sito anche a seguito dei lavori in progetto, in quanto essi risultano modesti e non comportano variazioni apprezzabili dei carichi sul terreno.

4. UNITÀ GEOLOGICHE, STRUTTURALI E LITOLOGICHE

4.1. Unità Geologiche

L'area oggetto di studio insiste per tutta la sua estensione su depositi detritici, sedimentati nel Quaternario e più precisamente nel Olocene inferiore. Si tratta di un deposito ove la frazione principale è composta da ghiaie poligeniche di forma leggermente appiattita e smussate, frammiste a materiale sabbioso, ben addensate e con matrice argilloso-limosa. Dalle indagini eseguite, sul sito in oggetto, risulta che lo spessore della coltre di copertura detritica è di circa 6-8 metri. Al di sotto del detrito si riscontra, in discordanza stratigrafica, la formazione della Marnoso Arenacea , membro 4 (Bedrock locale). Tale unità è composta marne e marne argillose grigie ben stratificate, con rari interstrati arenaci (Serravalliano sup.).

4.2. Unità Strutturali

L'assetto geo-strutturale mostra che la zona è impostata al bordo occidentale di una anticlinale mesozoica, il complesso indica la presenza di un'antiforme, infatti il versante è costituito da stratificazione a franapoggio con angolo maggiore del pendio. La struttura plicativa è il risultato di uno stress regionale compressivo iniziato nel Miocene medio; successivamente l'area è stata soggetta ad uno stress distensivo Plio-Pliocenico con di faglie di tipo diretto principalmente nella porzione orientale della struttura, con andamento appenninico. In sede di rilevamento geologico si sono effettuate misure spaziali degli strati ottenendo come valori medi:

DIREZIONE (°)	IMMERSIONE (°)	INCLINAZIONE (°)
155-335	245	45

La continuità stratimetria dimostra che il bedrock non presenta faglie e/o disturbi tettonici significativi (la roccia è prevalentemente integra).

4.3 Unità litologiche e indagini in sito

Lo spessore della unità di copertura (detrito) è stato verificato mediante sondaggi a carotaggio continuo e l'utilizzo indagini sismiche di dettaglio (vedi allegati). Di seguito si riportano i dati delle verticali effettuate:

SONDAGGIO S1

LIVELLO -0- da 0.00 a 1.00 metri dal p.c.

Terreno di riporto: terre eterogenee a comportamento granulare

LIVELLO -1- da 1.00 a 1.60 metri dal p.c.

Terreno vegetale: limi argilloso organico con scheletro ghiaioso

LIVELLO -2- da 1.60 a 10.00 metri dal p.c.

Detrito di falda: ghiaie e sabbie poligeniche addensate a matrice limosa

LIVELLO -3- da 10.00 a 11.00 metri dal p.c.

Eluvio-colluvioni: limi argillosi di colore ocra

LIVELLO -4- da 11.00 a 11.50 metri dal p.c.

Formazione alterata: argille marnose alterate

LIVELLO -5- da 11.50 a 13.00 metri dal p.c.

Formazione in posto della Marnoso Arenacea (membro 4): marne e marne argillose grigie, ben stratificate, con rari interstrati arenacei. L'unità ha carattere litico (BEDROCK).

Alla profondità di 2.00 metri dal p.c. si è effettuata SPT in foro ottenendo:

S.P.T. in foro -2,00 m	15cm = 16	30cm = 23	45cm = 20
------------------------	-----------	-----------	-----------

SONDAGGIO S2

LIVELLO -0- da 0.00 a 2.00 metri dal p.c.

Terreno di riporto: terre eterogenee a comportamento granulare

LIVELLO -1- da 2.00 a 2.60 metri dal p.c.

Terreno vegetale: limi argilloso organico con scheletro ghiaioso

LIVELLO -2- da 2.60 a 9.00 metri dal p.c.

Detrito di falda: ghiaie e sabbie poligeniche addensate a matrice limosa

LIVELLO -3- da 9.00 a 10.20 metri dal p.c.

Eluvio-colluvioni: limi argillosi di colore ocra

LIVELLO -4- da 10.20 a 10.80 metri dal p.c.

Formazione alterata: argille marnose alterate

LIVELLO -5- da 10.80 a 12.00 metri dal p.c.

Formazione in posto della Marnoso Arenacea (membro 4): marne e marne argillose grigie, ben stratificate, con rari interstrati arenacei. L'unità ha carattere litico (BEDROCK).

SONDAGGIO S3

LIVELLO -0- da 0.00 a 3.40 metri dal p.c.

Terreno di riporto: terre eterogenee a comportamento granulare

LIVELLO -1- da 3.40 a 3.90 metri dal p.c.

Terreno vegetale: limi argilloso organico con scheletro ghiaioso

LIVELLO -2- da 3.90 a 11.00 metri dal p.c.

Detrito di falda: ghiaie e sabbie poligeniche addensate a matrice limosa

LIVELLO -3- da 11.00 a 12.50 metri dal p.c.

Eluvio-colluvioni: limi argillosi di colore ocra

LIVELLO -4- da 12.50 a 13.00 metri dal p.c.

Formazione alterata: argille marnose alterate

LIVELLO -5- da 13.00 a 14.50 metri dal p.c.

Formazione in posto della Marnoso Arenacea (membro 4): marne e marne argillose grigie, ben stratificate, con rari interstrati arenacei. L'unità ha carattere litico (BEDROCK).

Alla profondità di 5.50 metri dal p.c. si è effettuata SPT in foro ottenendo:

S.P.T. in foro -2,00 m	15cm = 15	30cm = 19	45cm = 22
------------------------	-----------	-----------	-----------

SONDAGGIO S4

LIVELLO -A- da 0.00 a 0.70 metri dal p.c.

Terreno di riporto: manto bituminoso e stabilizzato

LIVELLO -0- da 0.70 a 5.50 metri dal p.c.

Terreno di riporto: terre eterogenee a comportamento granulare

LIVELLO -1- da 5.50 a 6.20 metri dal p.c.

Terreno vegetale: limi argilloso organico con scheletro ghiaioso

LIVELLO -2A- da 6.20 a 7.80 metri dal p.c.

Detrito di falda: ghiaie e sabbie poligeniche addensate a matrice argillosa

LIVELLO -2- da 7.80 a 11.50 metri dal p.c.

Detrito di falda: ghiaie e sabbie poligeniche addensate a matrice limosa

LIVELLO -3- da 11.50 a 12.50 metri dal p.c.

Eluvio-colluvioni: limi argillosi di colore ocra

LIVELLO -4- da 12.50 a 13.00 metri dal p.c.

Formazione alterata: argille marnose alterate

LIVELLO -5- da 13.00 a 14.80 metri dal p.c.

Formazione in posto della Marnoso Arenacea (membro 4): marne e marne argillose grigie, ben stratificate, con rari interstrati arenacei. L'unità ha carattere litico (BEDROCK).

SONDAGGIO S5

LIVELLO -0- da 0.00 a 4.50 metri dal p.c.

Terreno di riporto: terre eterogenee a comportamento granulare

LIVELLO -1- da 4.50 a 5.00 metri dal p.c.

Terreno vegetale: limi argilloso organico con scheletro ghiaioso

LIVELLO -2- da 5.00 a 7.00 metri dal p.c.

Detrito di falda: ghiaie e sabbie poligeniche addensate a matrice limosa

SONDAGGIO S6

LIVELLO -0- da 0.00 a 1.80 metri dal p.c.

Terreno di riporto: terre eterogenee a comportamento granulare

LIVELLO -1- da 1.80 a 2.20 metri dal p.c.

Terreno vegetale: limi argilloso organico con scheletro ghiaioso

LIVELLO -2- da 2.20 a 4.00 metri dal p.c.

Detrito di falda: ghiaie e sabbie poligeniche addensate a matrice limosa

Sui sondaggi svolti non si rileva venuta d'acqua e in base dei dati ottenuti si sono ricostruite le sezioni stratigrafiche allegate.

5. IDROGEOLOGIA, IDROLOGIA E IDRAULICA

5.1. Idrologia e Idraulica

La natura del deposito affiorante, alluvioni, e la bassa presenza di matrice caratterizza un litotipo con elevata permeabilità; facilitando, in tal senso, una rapida infiltrazione idrica nel sottosuolo. Questo comporta che in superficie non si creano problemi di ristagno nè tanto meno fenomeni di ruscellamento superficiale, quest'ultimo fatto dovuto, in parte, anche dalla assenza di acclività del sito. Non sono presenti corsi d'acqua limitrofi alle opere da realizzare e quindi si escludono eventi sondativi (RISCHIO IDRAULICO NULLO).

5.2. Idrogeologia

Per quanto riguarda idrogeologica profonda, l'unità geologica affiorante risulta composta prevalentemente da ghiaie e sabbie con alta permeabilità primaria e permeabilità secondaria. Visti i risultati dei sondaggi non si rilevano venute di acqua fino a -13.00 metri dal p.c., inoltre, non sussistono condizioni idrogeologiche tali da ritenere presente falda idrica a bassa profondità.

Dall'analisi dello stato dei luoghi e dalla sua geologia generale si ritiene che se

nel sottosuolo è possibile la presente una falda freatica a profondità non inferiore a -20.00 metri dal p.c.. Si può affermare, pertanto, che non esistono condizioni di interferenza tra acqua sotterranee ed opere fondali e che una eventuale falda si dispone preferenzialmente a quote di almeno -20 metri dal p.c.. Da tutte queste considerazioni si ritiene, da un punto di vista idrologico ed idrogeologico, l'area è idonea al progetto proposto.

6. RISCHI GEOLOGICI, NATURALI ED INDOTTI

In base all'indagine geologica svolta si possono riportare le seguenti conclusioni in riferimento a potenziali rischi geologici:

6.1. Rischi geologici naturali

- Il terreno di appoggio dei setti fondali per la nuova costruzione è riferibile al LIVELLO -5- composto da marne argillose litiche del bedrock.
- Al fine di raggiungere il LIVELLO -5- saranno necessarie opere fondali profonde su pali.
- Il LIVELLO -5- è un ottimo orizzonte per fondare le strutture di progetto
- Si assicura la stabilità globale del sito anche a seguito dei lavori.
- Si esclude interferenza tra acque superficiali e zona di assise del manufatto (RISCHIO IDRAULICO NULLO).
- Si esclude presenza di falda a quote inferiori a 20,00 metri dal p.c..

Si evince che non sussistono particolari rischi geologici naturali per la realizzazione del manufatto.

6.2. Rischi geologici indotti

Il carattere geotecnico di tipo incoerente del LIVELLO -0-, del LIVELLO -1- e del LIVELLO -2- non implica particolari attenzioni durante le lavorazioni di cantiere e lavorazioni ultimate; tuttavia è bene ricordare, che ai sensi D.Lgs. 81/08 ss.mm.ii.:

- Gli scavi, se aventi profondità superiore a 1,50 mt. dovranno essere realizzati, durante le lavorazioni di cantiere, con angoli a 60° sull'orizzontale, oppure muniti di apposite armature provvisorie.
- Si vieta il deposito, anche temporaneo, di materiali di scavo sul ciglio degli scavi..

Se rispettate le sopra citate prescrizioni non sussistono particolari rischi geologici indotti per la realizzazione del manufatto.

7. SISMICITA' STORICA, RISCHIO SISMICO E RISPOSTA SISMICA LOCALE

7.1. Sismicità Storica

Il territorio eugubino-gualdese risente delle dinamiche orogenetiche legate alla formazione dell'Appennino centro-settentrionale. Dall'analisi della "Mappa delle massime intensità macroscopiche osservate nella provincia di Perugia", si rileva che il Comune di Gualdo Tadino è caratterizzato da un'intensità macrosismica pari **I_{max} => 10** (fonte INGV e GNDT). Il territorio è stato interessato nel tempo da numerosi eventi sismici di rilevante intensità, legati all'orogenesi appenninica. Di seguito è riportato un elenco non esaustivo dei terremoti storici; sono state evidenziate le aree con massima intensità avvertita coincidenti con il territorio del comune di Gualdo Tadino o di comuni limitrofi (fonte DBMI11, INGV e GNDT).

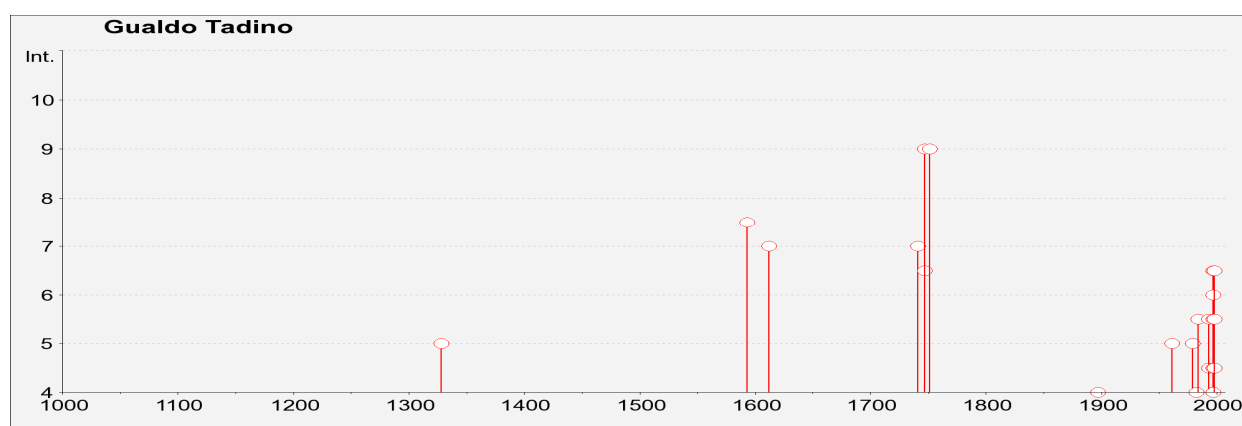
Seismic history of Gualdo Tadino [Lat. 43.230, Long. 12.785]

Total number of earthquakes: 50

Effects	Earthquake occurred:				
Is	Date - Time		Rif.	Io	Mw
5	1328 12 01	NORCIA	13	10	6.38 ±0.41
7-8	1593 04 23	GUBBIO	4	7-8	5.35 ±0.34
7	1612 10 14	FOSSATO DI VICO	7	7	5.06 ±1.02
7	1741 04 24 09:00	FABRIANESE	145	9	6.21 ±0.13
6-7	1747 01 26	GUALDO TADINO	2	5-6	4.51 ±0.34
9	1747 04 17	NOCERA UMBRA	64	9	5.94 ±0.26
9	1751 07 27 01:00	Appennino umbro-marchigiano	68	10	6.25 ±0.22
F	1832 01 13 13:00	Valle del Topino	102	10	6.33 ±0.14
4	1897 12 18 07:24:20	Appennino umbro-marchigiano	132	7	5.13 ±0.14
NF	1898 08 25	VISSO	66	7	5.04 ±0.29
NF	1902 10 23 08:51	REATINO	77	6	4.80 ±0.26
NF	1904 11 17 05:02	Pistoiese	204	7	5.15 ±0.14
3	1915 03 26 23:37	Assisi	40	6	4.60 ±0.24
3	1917 04 26 09:35:59	Valtiberina	134	9-10	5.89 ±0.11
NF	1919 06 29 15:06:12	Mugello	566	10	6.29 ±0.09
3-4	1922 06 08 07:47	CALDAROLA	52	6	4.89 ±0.19
NF	1930 07 23 00:08:43	Irpinia	547	10	6.62 ±0.09
3	1936 12 09 07:34	CALDAROLA	32	6-7	4.79 ±0.22
5	1961 03 23 01:01:59	GUBBIO	22	7	4.54 ±0.28
NF	1976 05 06 20:00:12	Friuli	770	9-10	6.46 ±0.09
5	1979 09 19 21:35:37	Valnerina	694	8-9	5.86 ±0.09
NF	1980 11 23 18:34:52	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.89 ±0.09
4	1982 10 17 06:45:37	Valfabbrica	32	6	4.67 ±0.09
5-6	1984 04 29 05:02:60	GUBBIO/VALFABBRICA	709	7	5.65 ±0.09
3	1986 10 13 05:10:01	Appennino umbro-marchigiano	322	5-6	4.65 ±0.09
4-5	1993 06 04 21:36:51	Nocera Umbra	90	5-6	4.50 ±0.13
5-6	1993 06 05 19:16:17	GUALDO TADINO	326	6	4.74 ±0.09
4-5	1997 09 03 22:07:30	Appennino umbro-marchigiano	171	5-6	4.56 ±0.09
4-5	1997 09 07 23:28:06	Appennino umbro-marchigiano	57	5-6	4.38 ±0.15
3	1997 09 09 16:54	Appennino umbro-marchigiano	39	5-6	4.07 ±0.18
NF	1997 09 10 06:46:51	Appennino umbro-marchigiano	47	5	4.16 ±0.18
5-6	1997 09 26 00:33:13	Appennino umbro-marchigiano	760		5.70 ±0.09
6-7	1997 09 26 09:40:27	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	6.01 ±0.09
6	1997 10 03 08:55:22	Appennino umbro-marchigiano	490		5.25 ±0.09
6	1997 10 06 23:24:53	Appennino umbro-marchigiano	437		5.46 ±0.09
3-4	1997 10 14 15:23:11	Appennino umbro-marchigiano	786	7-8	5.65 ±0.09

4	1997 10 23 08:58:44	Appennino umbro-marchigiano	56		4.31 ±0.25
2-3	1997 11 09 19:07:33	Appennino umbro-marchigiano	180	5-6	4.90 ±0.09
4-5	1998 02 07 00:59:45	Appennino umbro-marchigiano	62	5-6	4.43 ±0.09
3-4	1998 03 21 16:45:09	Appennino umbro-marchigiano	141	6	5.03 ±0.09
6-7	1998 03 26 16:26:17	Appennino umbro-marchigiano	408	6	5.29 ±0.09
6-7	1998 04 03 07:26:37	Appennino umbro-marchigiano	14	5-6	5.13 ±0.09
6-7	1998 04 05 15:52:21	Appennino umbro-marchigiano	395	6	4.81 ±0.09
4-5	1998 06 01 13:57:10	Appennino umbro-marchigiano	23	5	4.29 ±0.18
5-6	1998 06 02 23:11:23	Appennino umbro-marchigiano	83	5-6	4.28 ±0.09
3-4	1998 08 11 05:22:59	Appennino umbro-marchigiano	24	5-6	4.53 ±0.41
2-3	2001 11 26 00:56:55	Casentino	213	5-6	4.72 ±0.09
NF	2005 04 12 00:31:52	Maceratese	137	4-5	4.16 ±0.14
NF	2005 12 15 13:28:39	Valle del Topino	361	5-6	4.66 ±0.09
NF	2006 04 10 19:03:36	Maceratese	211	5	4.51 ±0.10

Si riporta, anche, l'istogramma della distribuzione degli eventi sismici in funzione della Intensità e della Cronologia (fonte INGV e GNDT).



7.2. Rischio Sismico locale

Con Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", il Comune di Gubbio è stato classificato, **Zona sismica 2**, tale ordinanza è stata recepita dalla Regione Umbria mediante D.G.R. n.852/03 ed applicata alle N.T.C. del D.M. 14.01.2008. L'O.P.C.M. del 28 aprile 2006, n. 3519 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone", di cui si sotto si riporta un estratto relativo alla Regione Umbria, mostra che il valore di pericolosità sismica del territorio del comune di Gualdo Tadino è compreso tra 0.250 g e 0.200 g. Di seguito si riportano i relativi parametri sismici

7.2.1. Parametri sismici di progetto

Tipo di elaborazione: Fondazioni e Stabilità dei pendii

Sito in esame Zona Ind. Nord di Gualdo Tadino (PG)

latitudine: 43,265619 (ED50) longitudine: 12,760725 (ED50)

Classe: 2 Vita nominale: 50

Periodo di riferimento: 50anni Coefficiente cu: 1

Categoria sottosuolo: B Categoria topografica: T1

Danno (SLD): Probabilità di superamento: 63 %

Tr: 50[anni] ag:0,088 g Fo:2,387 Tc*:0,282 [s]

Ss:1,200 Cc:1,420 St:1,000 Kh:0,022 Kv:0,011 Amax:1,038 Beta:0,200

Salvaguardia della vita (SLV): Probabilità di superamento: 10 %

Tr: 475[anni] ag: 0,220 g Fo:2,408 Tc*: 0,314[s]

Ss:1,190 Cc:1,390 St:1,000 Kh:0,074 Kv:0,037 Amax:2,567 Beta:0,280

7.3. Risposta Sismica Locale

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto e per valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante un approccio semplificato basato sull'individuazione della categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II D.M. 14.01.2008) per il sito in oggetto si è riscontrata:

7.3.1 Categoria sottosuolo

La classificazione è stata ottenuta mediante indagine geofisica con metodologia MASW-REMI (vedi allegati) da cui risulta: **categoria di sottosuolo B** (rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s).

7.3.2. Condizioni topografiche

Considerata la semplice configurazione superficiale si può adottare per la classificazione la Tab. 3.2.IV del D.M. 14.01.2008: **Categoria T1 (ST=1,00)** (Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$).

8. SUSCETTIBILITA' TERRENI AL FENOMENO DELLA LIQUEFAZIONE

Il fenomeno della liquefazione dei terreni durante i terremoti, interessa in genere i depositi sabbiosi e/o sabbioso limosi sciolti, a granulometria uniforme, normalmente consolidati e saturi.

Nel nostro caso la falda freatica si dispone ad almeno -20 metri dal p.c. e quindi ai sensi punto 7.11.3.4.2 delle NTC2008 non si effettua verifica a liquefazione: il terreno NON E' LIQUEFACIBILE

9. VALORI CARATTERISTICI DEI PARAMETRI GEOTECNICI

Il valore caratteristico da assegnare ai parametri geotecnici è stato ottenuto in base ad una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro nello stato limite considerato. Nella fattispecie, il terreno di fondazione, allo stato limite considerato, è coinvolto con un elevato volume di terreno e si ha compensazione di eventuali eterogeneità; inoltre il manufatto possiede sufficiente rigidità da trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti. Tutto ciò premesso appare più che giustificato l'uso di parametri prossimi ai valori medi, utilizzando nei calcoli, i valori correlabili con i dati ottenuti al punto 4.3 del presente lavoro. I parametri caratteristici sono stati dedotti dalle prove in sito effettuate e sulla base di dati bibliografici su medesimi terreni limitrofi a quelli in oggetto.

LIVELLO -0- Terreno di riporto e vegetale (terreno incoerente)

Peso di volume del terreno (Kg/mc) = 1850

Angolo di resistenza al taglio (gradi) = 28°

Coesione del terreno (Kg/cmq) = 0,00

Coefficiente di sottofondo verticale (Kg/cm²) = 3,00

Coefficiente di sottofondo orizzontale (Kg/cm²) = 0,20

Modulo elastico del terreno (Kg/cmq) = 120,00

LIVELLO -2- Detrito di falda (terreno incoerente)

Peso di volume del terreno (Kg/mc) = 1900

Angolo di resistenza al taglio (gradi) = 35°

Coesione del terreno (Kg/cmq) = 0,00

Coefficiente di sottofondo verticale (Kg/cm²) = 7,00

Coefficiente di sottofondo orizzontale (Kg/cm²) = 2,20

Modulo elastico del terreno (Kg/cmq) = 400,00

LIVELLO -3/4- Eluvio-colluvioni e Formazione alterata (terreno coesivo)

Peso di volume del terreno (Kg/mc) = 2000

Angolo di resistenza al taglio cond. drenate (gradi) = 28°

Coesione del terreno cond. drenate (Kg/cmq) = 0,10

Angolo di resistenza al taglio cond. non drenate = 0,00°

Coesione del terreno cond. non drenate (Kg/cmq) = 0,80

Coefficiente di sottofondo verticale (Kg/cm²) = 4,00

Coefficiente di sottofondo orizzontale (Kg/cmq) = 0,80

Modulo elastico del terreno (Kg/cmq) = 150,00

LIVELLO -5- Formazione Marnoso Arenacea (bedrock litico)

Peso di volume del terreno (Kg/mc) = 2200

Angolo di resistenza al taglio cond. drenate (gradi) = 35°

Coesione del terreno cond. drenate (Kg/cmq) = 1,50

Coefficiente di sottofondo verticale (Kg/cmq) = 15,00

Coefficiente di sottofondo orizzontale (Kg/cmq) = 4,50

Modulo elastico del terreno (Kg/cmq) = 1000,00

10. RISULTATI MODELLO GEOLOGICO

Sulla base dei sopralluoghi eseguiti, delle indagini geologiche dei sondaggi e delle prove geofisiche effettuate, sono emersi i seguenti risultati geologici:

- I terreni su cui poggia la struttura in progetto sono quelli del LIVELLO -5-
- Il LIVELLO -5- presenta caratteristiche di terreno litico (BEDROCK).
- L'area è stabile sotto il profilo morfologico.
- Non risulta interferenza tra acque superficiali e/o corsi d'acqua con il manufatto di progetto (Rischio idraulico nullo)
- Non risulta falda freatica nei terreni investigati fino a quota -20,00 dal p.c.
- I terreni non presentano caratteristiche di liquefazione

11. VINCOLI SOVRA-ORDINATI E CONCLUSIONI GEOLOGICHE

In base alla cartografia ufficiale della Regione Umbria e in base al PRG-PS del comune di Gualdo Tadino non risultano presenti vincoli sovra-ordinati nell'area in oggetto. Dai risultati esposti nella presente relazione geologica non emergono pericolosità geologiche particolari, si ricorda solo di rispettare le prescrizioni riportate al punto 6. del presente lavoro.

Dott. Geol. Sandro Zeni

Allegati forniti:

-Rapporto interpretativo indagini sismiche

-TAVOLA N.1 contenente:

- Planimetria IGM
- Planimetria ubicazione indagini
- N.6 colonne stratigrafiche
- Tabella parametri geotecnici medi caratteristici

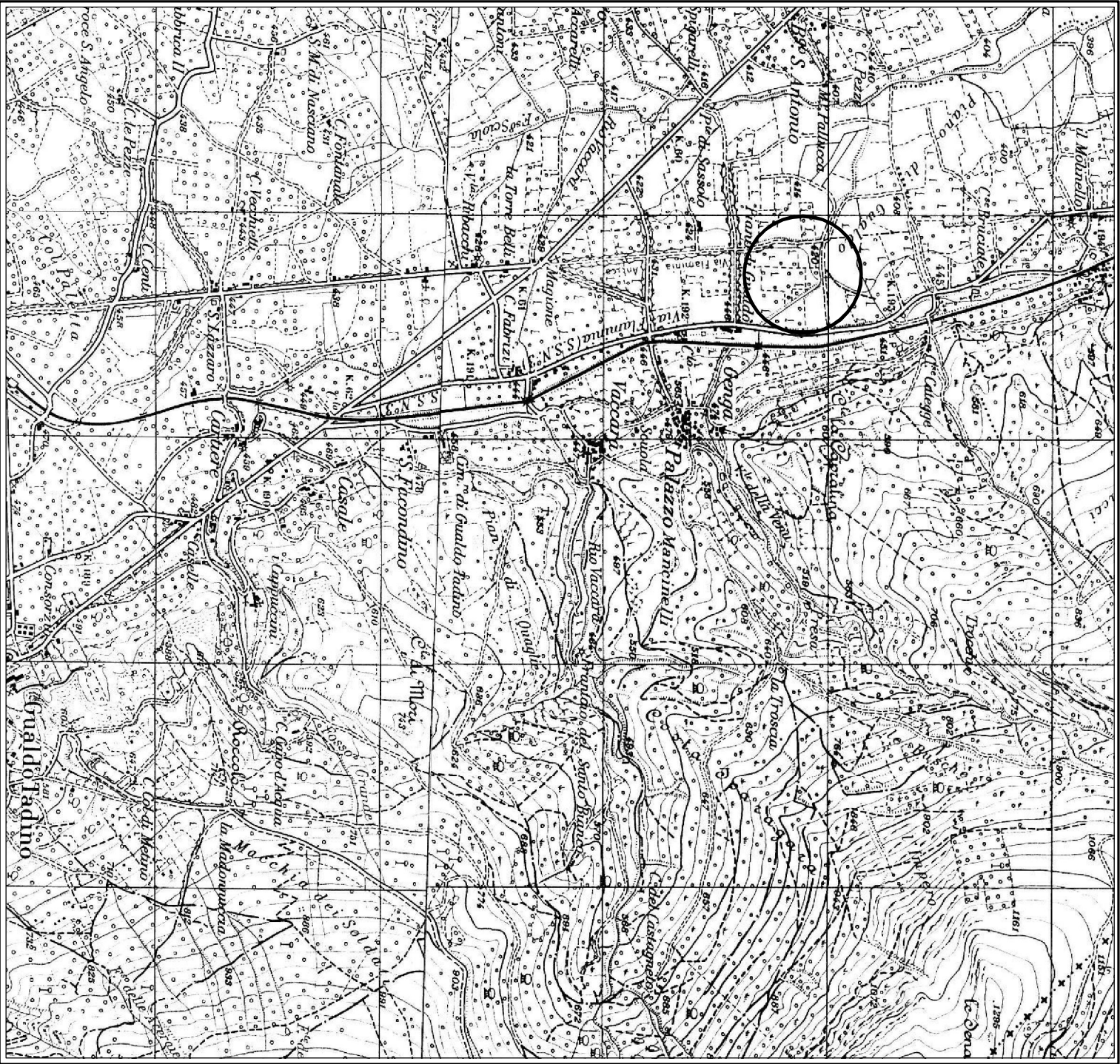
-TAVOLA N.2 contenente:

- N.4 sezioni stratigrafiche
- N.2 sezioni schematiche per calcolo resistenza sistema geotecnico

COMUNE DI GUALDO TADINO

TAVOLA n. 1	RISERVO UFF. TECNICO
PROGETTO	PROGETTO PER L'AMPLIAMENTO DEL CAPANNONE INDUSTRIALE STABILIMENTO 1B TAGINA SPA
TIPOLO TAVOLA	PLANIMETRIE E SEZIONI GEOLOGICHE
LOCALITA'	ZONA INDUSTRIALE NORD
IL GEOLOGO	STUDIO DI GEOLOGIA e GEOTECNICA Dott. Geol. SANDRO ZENI Corso Poie n.32 – 06023 – Gualdo Tadino PG Tel./Fax 075-9141595 Email zenisandro@gmail.com
COMITENTE	TAGINA CERAMICHE D'ARTE SPA
DATA	Foglio n. 11 Partite n. 419-1220 SQUA VARIIE

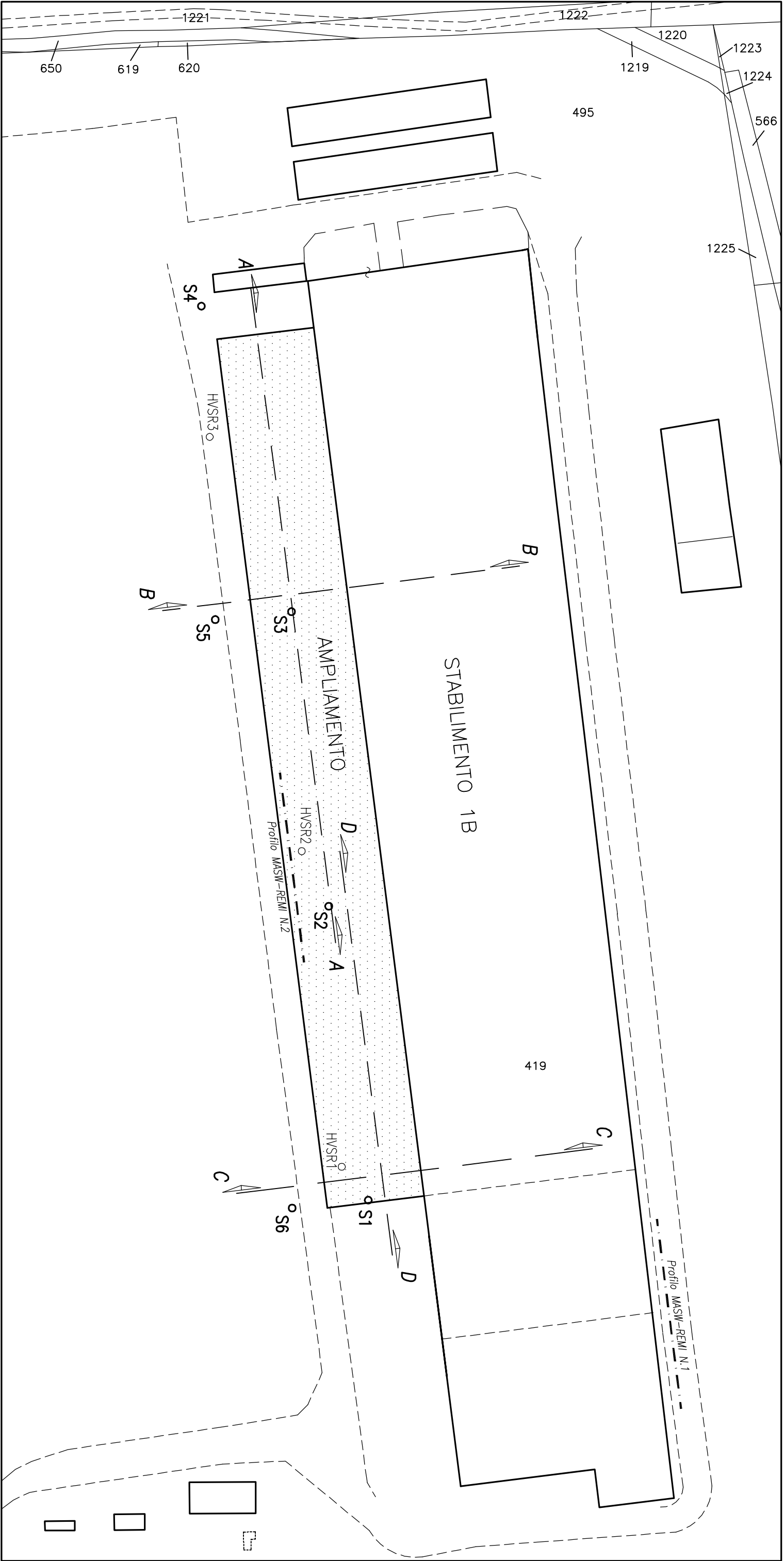
STUDIO DI GEOLOGIA – DOTT. GEOL. SANDRO ZENI



PLANIMETRIA I.G.M. scolo 1:25.000



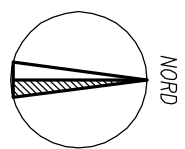
Ubicazione area investigata



PLANIMETRIA UBICAZIONE INDAGINI scolo 1:1.000

Sn = Ubicazione sondaggi
--- Troceia sezioni stratigrafiche

--- Troceia profili sismici MASW-REM
HWSn = Acquisizioni geofono trassecse



COMMENTE: Topna Ceramiche d'Arte s.p.a. CANTIERE: Zona ind. Nord – Gualdo Tadino PG DATA PERFORAZIONE: Inverno s.a.c. SCALA SONDAGGIO: 1:100 METODO DI PERFORAZIONE: Carotaggio continuo									
SONDAGGIO S1									
QUOTE	DESCRIZIONE	FALDA	OSSERVAZIONI	PROFETI	INNE TESTI	S.P.T. (N)	CAROTAGGIO		
Tot. / Prof.	LITOLOGIA		sp. / kg/cm ² / co. / kg/cm ²	15	30	45	250	200	750
1,00	1,00	Terreno di riporto eterogeneo con scodenti qualità	LIVELLO -0-						
1,60	0,60	Terreno vegetale	LIVELLO -1-					16	23 20
10,00	8,40	Limo argilloso ocra	LIVELLO -3-	2,00	0,80				
11,00	1,00	Formazione in posto alterata	LIVELLO -4-						
11,50	0,50	Formazione in posto dello Marnoso Meneccio	LIVELLO -5-						
13,50	2,00								
		ASSENTE							

COMMENTE: Topna Ceramiche d'Arte s.p.a. CANTIERE: Zona ind. Nord – Gualdo Tadino PG DATA PERFORAZIONE: Inverno s.a.c. SCALA SONDAGGIO: 1:100 METODO DI PERFORAZIONE: Carotaggio continuo									
SONDAGGIO S2									
QUOTE	DESCRIZIONE	FALDA	OSSERVAZIONI	PROFETI	INNE TESTI	S.P.T. (N)	CAROTAGGIO		
Tot. / Prof.	LITOLOGIA		sp. / kg/cm ² / co. / kg/cm ²	15	30	45	250	200	750
3,00	2,50	Terreno di riporto eterogeneo con scodenti qualità	LIVELLO -0-						
2,60	0,60	Terreno vegetale	LIVELLO -1-						
9,00	6,60	Limo argilloso ocra	LIVELLO -3-	2,00	0,70				
10,20	1,20	Formazione in posto alterata	LIVELLO -4-						
10,80	0,80	Formazione in posto dello Marnoso Meneccio	LIVELLO -5-						
12,00	1,20								
		ASSENTE							

COMMENTE: Topna Ceramiche d'Arte s.p.a. CANTIERE: Zona ind. Nord – Gualdo Tadino PG DATA PERFORAZIONE: Inverno s.a.c. SCALA SONDAGGIO: 1:100 METODO DI PERFORAZIONE: Carotaggio continuo									
SONDAGGIO S3									
QUOTE	DESCRIZIONE	FALDA	OSSERVAZIONI	PROFETI	INNE TESTI	S.P.T. (N)	CAROTAGGIO		
Tot. / Prof.	LITOLOGIA		sp. / kg/cm ² / co. / kg/cm ²	15	30	45	250	200	750
3,40	3,40	Terreno di riporto eterogeneo con scodenti qualità	LIVELLO -0-						
3,90	0,50	Terreno vegetale	LIVELLO -1-						
5,40	1,50	Deposito alluvionale terrazzato: Ghiaie e sabbie poligeniche ben odderate con matrice limo-argillosa ovvio	LIVELLO -2-					19	22
11,00	7,10	Limo argilloso ocra	LIVELLO -3-	2,00	0,80				
12,50	1,50	Formazione in posto alterata	LIVELLO -4-						
13,00	0,50	Formazione in posto dello Marnoso Meneccio	LIVELLO -5-						
14,50	1,50								
		ASSENTE							

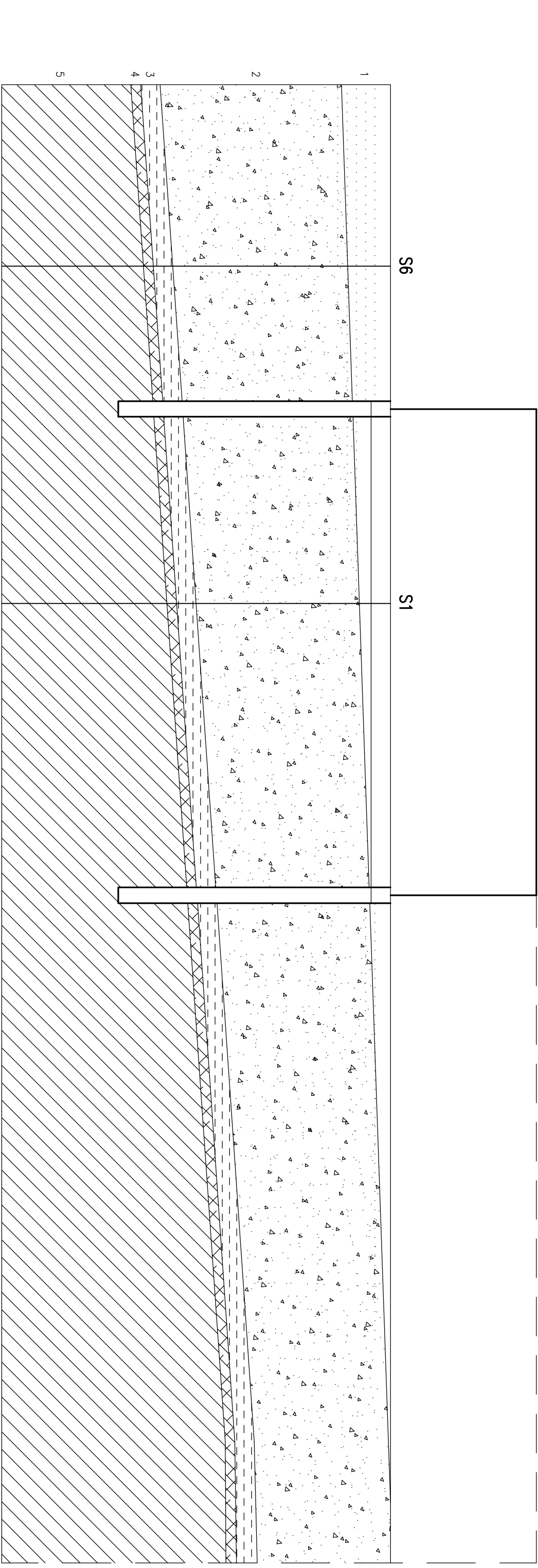
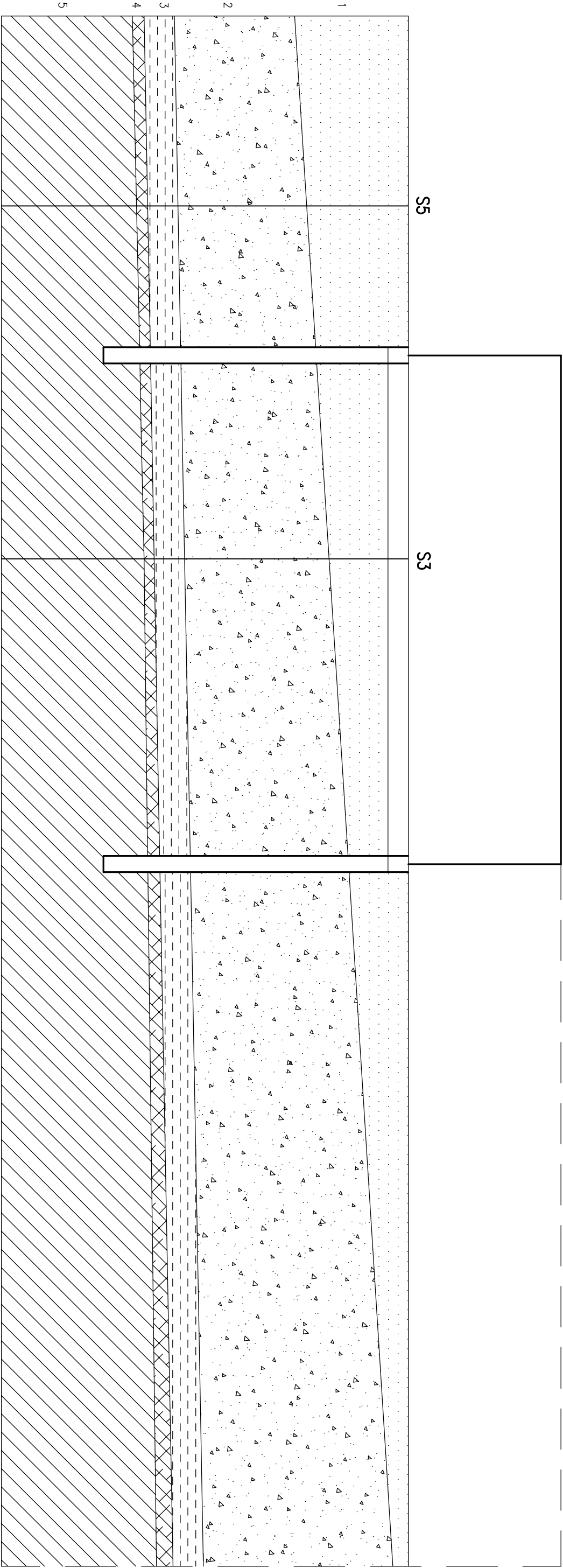
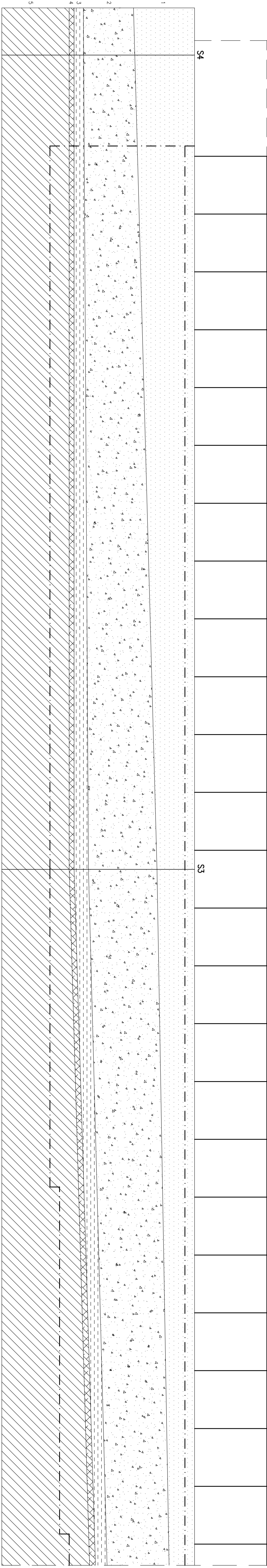
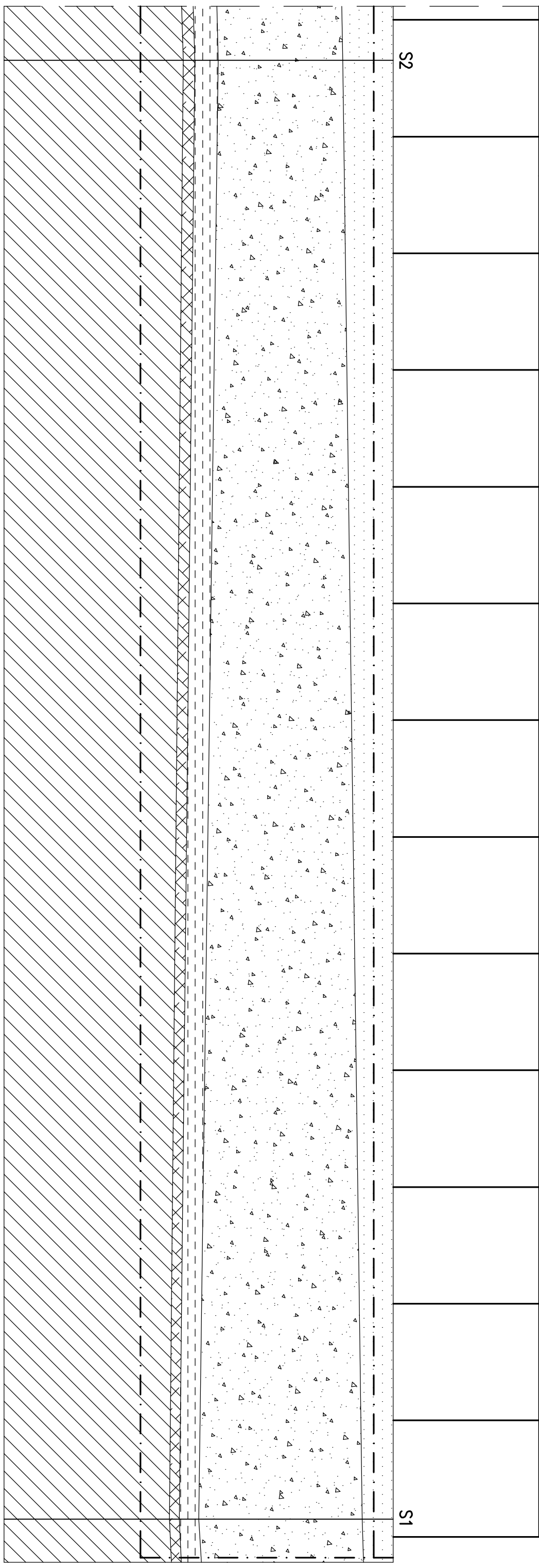
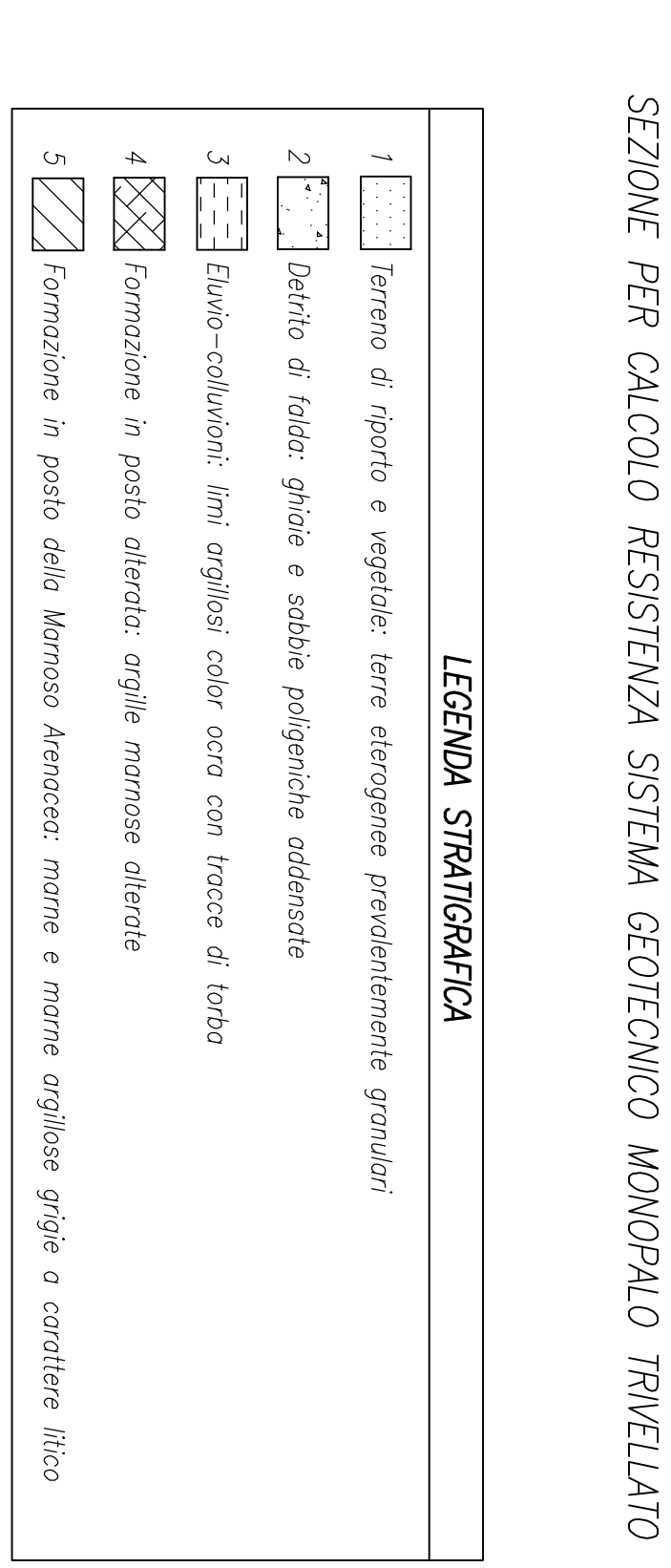
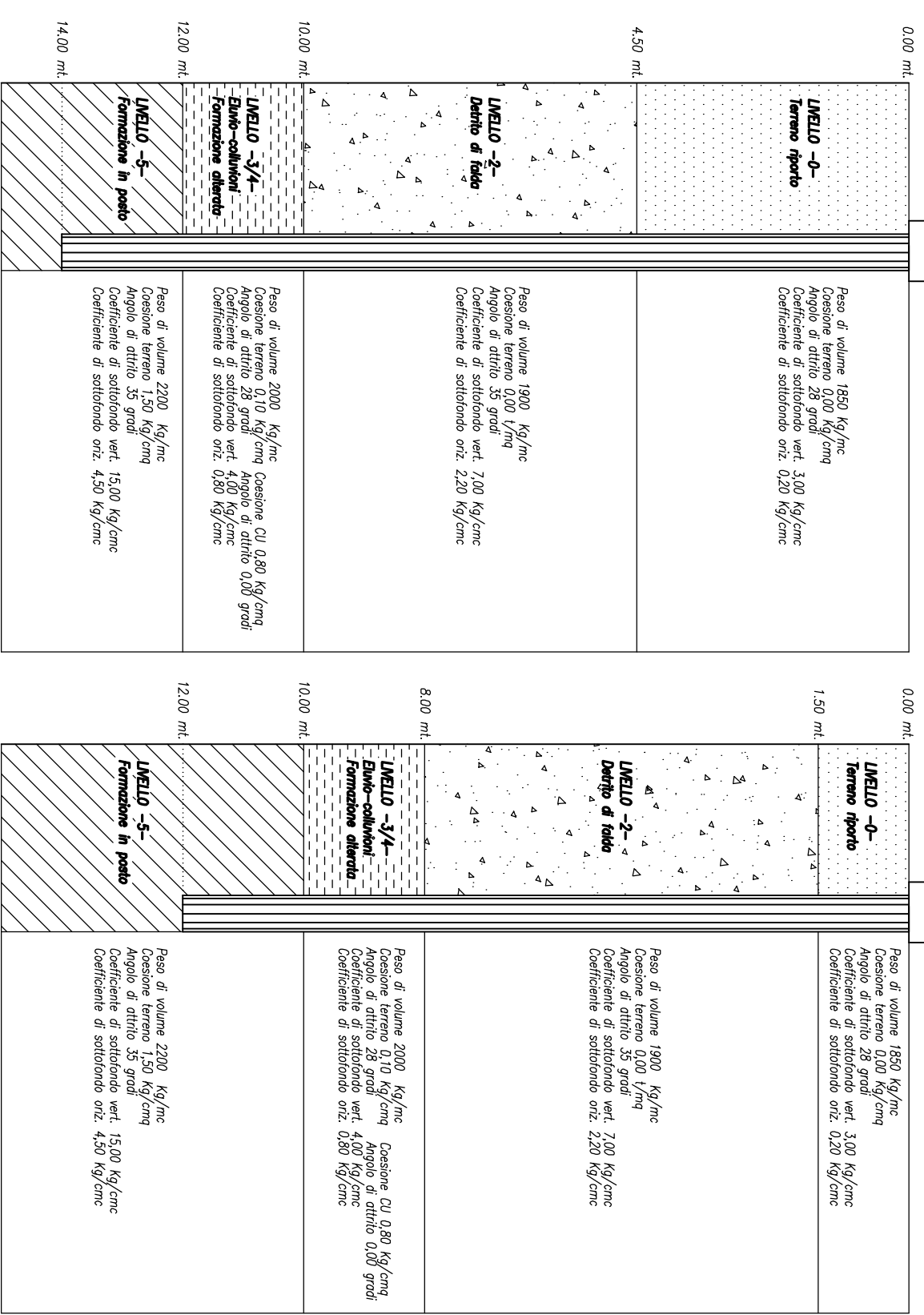
COMMENTE: Topna Ceramiche d'Arte s.p.a. CANTIERE: Zona ind. Nord – Gualdo Tadino PG DATA PERFORAZIONE: Inverno s.a.c. SCALA SONDAGGIO: 1:100 METODO DI PERFORAZIONE: Carotaggio continuo									
SONDAGGIO S4									
QUOTE	DESCRIZIONE	FALDA	OSSERVAZIONI	PROFETI	INNE TESTI	S.P.T. (N)	CAROTAGGIO		
Tot. / Prof.	LITOLOGIA		sp. / kg/cm ² / co. / kg/cm ²	15	30	45	250	200	750
0,70	0,70	Manto bituminoso + stabilizzato	LIVELLO -A-						
5,50	4,80	Terreno vegetale	LIVELLO -1-						
6,20	0,70	Deposito alluvionale terrazzato: Ghiaie e sabbie poligeniche ben odderate con matrice limo-argillosa di colore marrone rossiccio	LIVELLO -2A-						
7,80	1,60	Deposito alluvionale terrazzato: Ghiaie e sabbie poligeniche ben odderate con matrice limo-argillosa ovvio	LIVELLO -2-						
11,50	3,70	Limo argilloso ocra	LIVELLO -3-	2,00	0,70				
12,50	1,00	Formazione in posto alterata	LIVELLO -4-						
13,00	1,20	Formazione in posto dello Marnoso Meneccio	LIVELLO -5-						
14,80	1,80								
		ASSENTE							

COMMENTE: Topna Ceramiche d'Arte s.p.a. CANTIERE: Zona ind. Nord – Gualdo Tadino PG DATA PERFORAZIONE: Inverno s.a.c. SCALA SONDAGGIO: 1:100 METODO DI PERFORAZIONE: Carotaggio continuo									
SONDAGGIO S5									
QUOTE	DESCRIZIONE	FALDA	OSSERVAZIONI	PROFETI	INNE TESTI	S.P.T. (N)	CAROTAGGIO		
Tot. / Prof.	LITOLOGIA		sp. / kg/cm ² / co. / kg/cm ²	15	30	45	250	200	750
		Terreno di riporto eterogeneo con scodenti qualità	LIVELLO -0-						
4,50	4,50	Terreno vegetale	LIVELLO -1-						
5,00	0,50	Deposito alluvionale terrazzato: Ghiaie e sabbie poligeniche ben odderate con matrice limo-argillosa ovvio	LIVELLO -2-						
7,00	2,00								
		ASSENTE							

COMMENTE: Topna Ceramiche d'Arte s.p.a. CANTIERE: Zona ind. Nord – Gualdo Tadino PG DATA PERFORAZIONE: Inverno s.a.c. SCALA SONDAGGIO: 1:100 METODO DI PERFORAZIONE: Carotaggio continuo									
SONDAGGIO S6									
QUOTE	DESCRIZIONE	FALDA	OSSERVAZIONI	PROFETI	INNE TESTI	S.P.T. (N)	CAROTAGGIO		
Tot. / Prof.	LITOLOGIA		sp. / kg/cm ² / co. / kg/cm ²	15	30	45	250	200	750
		Terreno di riporto eterogeneo con scodenti qualità	LIVELLO -0-						
1,80	1,80	Terreno vegetale	LIVELLO -1-						
2,20	0,40	Deposito alluvionale terrazzato: Ghiaie e sabbie poligeniche ben odderate con matrice limo-argillosa ovvio	LIVELLO -2-						
4,00	1,80								
		ASSENTE							

VALORI CARATTERISTICI DEI PARAMETRI GEOTECNICI			Valori caratteristici	
Terreno considerato			Terreno considerato	
LIVELLO -0- Terreno di riporto	Peso di volume 1850 kg/mc Coesione terreno 0,00 Kg/cmq Angolo di attrito 28 gradi Coefficiente di sottofondo vert. 3,00 Kg/cm/c Coefficiente di sottofondo oriz. 0,20 Kg/cm/c		LIVELLO -2- Detrito di falda	Peso di volume 1900 kg/mc Coesione terreno 0,00 l/mq Angolo di attrito 35 gradi Coefficiente di sottofondo vert. 7,00 Kg/cm/c Coefficiente di sottofondo oriz. 2,20 Kg/cm/c
LIVELLO -3/- Eluvo-colluvioni Formazione alterata	Peso di volume 2000 kg/mc Coesione c' 0,10 kg/cmq Coesione CU 0,80 kg/cmq Angolo di attrito eff. 28 gradi Angolo di attrito 0,00 gradi Coefficiente di sottofondo vert. 4,00 Kg/cm/c Coefficiente di sottofondo oriz. 0,80 Kg/cm/c		LIVELLO -5- Formazione in posto	Peso di volume 2200 kg/mc Coesione terreno 1,50 kg/cmq Angolo di attrito 35 gradi Coefficiente di sottofondo vert. 15,00 Kg/cm/c Coefficiente di sottofondo oriz. 4,50 Kg/cm/c

COMUNE DI GUALDO TADINO			
TAVOLA n.	RISERVO UFF. TECNICO		
2			
PROGETTO	PROGETTO PER L'AMPLIAMENTO DEL CAPANNONE INDUSTRIALE STABILIMENTO 1B TAGINA SPA		
TITOLO TAVOLA	PLANIMETRIE E SEZIONI GEOLOGICHE		
LOCALITA'	ZONA INDUSTRIALE NORD		
IL GEOLOGO	STUDIO DI GEOLOGIA e GEOTECNICA Dott. Geol. SANDRO ZENI Corso Pope n.32 – 06023 – Gualdo Tadino PG Tel./Fax 075-9141595 Email zenisandro@gmail.com		
COMITENTE			
DATA	Foglio n.	Partite n.	Scala
	11	419-1220	VARIE



SEZIONE STRATIGRAFICA C-C scala 1:200

SEZIONE STRATIGRAFICA D-D scala 1:200

**STUDIO DI GEOLOGIA
E GEOTECNICA**



Geologo Sandro Zeni
Corso Piave n.32
06023 Gualdo Tadino
Perugia

Tel./Fax 075-9141595
Email zenisandro@gmail.com

Data documento: 27/04/2016

RAPPORTO INTERPRETATIVO INDAGINI GEOFISICHE

OGGETTO:

INDAGINI GEOFISICHE MEDIANTE PROFILI SISMICI IN
IN TECNICA MASW-REMI ED ACQUISIZIONI HVSR

Zona Industriale Nord

Comune di Gualdo Tadino

Committente: Tagina Ceramiche d'Arte Spa

Il geologo
Dott. Geol. Sandro Zeni



**Geologia Applicata
Geotecnica
Geologia Ambientale
Indagini geofisiche**

La diffusione o riproduzione anche parziale di questo elaborato è vietata ai sensi di legge

RAPPORTO INTERPRETATIVO INDAGINI GEOFISICHE MEDIANTE PROFILI SISMICI IN TECNICA MASW-REMI ED ACQUISIZIONI HVSR

PROGETTO PER L'AMPLIAMENTO DELLO STABILIMENTI 1B TAGINA

Località Zona Industriale Nord, comune di Gualdo Tadino

COMMITTENTE: Tagina Ceramiche d'Arte Spa

PREMESSA

Su incarico della Ditta Tagina Spa è stata svolta una campagna d'indagini geofisiche composta da n.2 profili sismici in tecnica MASW-REMI e n.3 acquisizioni HVSR. Tale lavoro è stato commissionato per il progetto di ampliamento dello stabilimento 1B, ubicato in Zona. Ind. Nord di Gualdo Tadino.

1. TECNICA MASW-REMI

1.1. STRUMENTAZIONE E ARRAY SISMICO

L'analisi delle onde superficiali è stata effettuata utilizzando la strumentazione classica per la prospezione sismica a rifrazione disposta sul terreno secondo un array lineare di geofoni con spaziatura pari a 2,00 m. Per ottenere una buona risoluzione in termini di frequenza, oltre ad utilizzare geofoni da 4.5 Hz, è stato utilizzato un sismografo con dinamica a 24 bit (PASI 16S24). Nell'esecuzione della prova MASW è stato utilizzato come sistema di energizzazione una mazza di battuta di 8,00 Kg, la sorgente è stata posta ad una distanza di 2, 4, 6, 8 m dal primo geofono (*Optimum Field Parameters of an MASW Survey*", Park et al., 2005; Dal Moro, 2008). Per la registrazione dei microtremori (REMI) acquisendo in totale 2 registrazioni di rumore, con finestre di campionamento di 65 sec.

Strumentazione utilizzata

1 Unità di acquisizione sismografo "PASI 16S24" con dinamica a 24 bit

24 Geofoni verticali con $f = 4.5$ Hz

1 Sorgente mazza di battuta da 8,00 Kg

1.2 ELABORAZIONE DATI

I dati sperimentali, acquisiti in formato SEG-2/PASI, sono stati trasferiti su PC e convertiti in un formato compatibile per l'interpretazione attraverso l'utilizzo di uno specifico programma di elaborazione (MASW 3.0 di Roma Vitantonio.). Tale software permette di elaborare i dati acquisiti sia con il metodo MASW che con il metodo REMI (array lineare). Gli spettri bidimensionali ottenuti dalle registrazioni con il metodo attivo e con quello passivo, elaborati in fasi separate, sono stati successivamente combinati in modo da ottenere uno spettro unico. La combinazione dei due metodi MASW e REMI consente di individuare uno spettro di frequenza del "modo fondamentale" delle onde di superficie nel campo tra i 5 e i 70 Hz e di ottenere informazioni sia "superficiali" che "profonde". I valori ottenuti vengono successivamente riportati su un diagramma periodo-velocità di fase per l'analisi della curva di dispersione e l'ottimizzazione di un modello interpretativo costituito dall'andamento della velocità delle onde di taglio Vs in funzione della profondità.

2.3. INTERPRETAZIONE DATI SISMICI TECNICA MASW e REMI

Riassunto modalità esecutive della prova MASW e REMI

Array sismico lineare - Spaziatura tra i geofoni 2,00 m

Distanza sorgente 1° geofono 2, 3, 4, 6 e 8 m

Tempo di campionamento 1,0 ms - Tempo di registrazione 2.0 s MASW

Tempo di campionamento 2,0 ms - Tempo di registrazione 65 s REMI

2. TECNICA HVSR

2.1. STRUMENTAZIONE

Le registrazioni sono state effettuate, secondo le indicazioni del progetto SESAME con durata di 15 minuti e in base alle linee guida approvate dall'Ordine dei Geologi della Regione Umbria. Si è eseguita un'operazione detta di windowing, in cui le tre tracce registrate vengono suddivise in finestre temporali di prefissata durata. Successivamente si effettua il rapporto spettrale H/V per tutti gli intervalli temporali ($t=30s$) in cui viene suddivisa la registrazione durante l'operazione di windowing. Eseguendo per ciascuna frequenza di tali rapporti spettrali una media sulle varie finestre, si ottiene il rapporto spettrale H/V medio, la cui frequenza di

picco (frequenza in cui è localizzato il massimo valore assunto dal rapporto medio stesso) rappresenta la deducibile stima della frequenza naturale di vibrazione del sito. La stima di detta frequenza può essere considerata attendibile solo se si evidenzia un picco H/V (rapporto spettrale) con valori superiori a 2,00-3,00.

Strumentazione utilizzata

VELOCIMETRO SS05 "GEOBOX" (0,50 Hz) SARA electronic instruments s.r.l.

Numero canali 3 in Configurazione: Z,X,Y (Z verticale, X nord-sud, Y est-ovest)

Livellamento: manuale tramite manopole con serraggio

Frequenza naturale: 0,50 Hz (+/-5%)- Banda utilizzabile: 0.2-1000Hz

Normalization Costant; 400 V/m/s

Gualdo Tadino 27/04/2016

Il responsabile delle indagini

Dott. Geol. Sandro Zeni

Si fornisce in allegato:

- Specifiche tecniche strumentazione PASI 16S24
- Specifiche tecniche strumentazione SARA SS05
- Tabelle e Diagrammi analisi MASW e REMI
- Tabelle e Diagrammi analisi HVSR
- Documentazione fotografica

SPECIFICHE TECNICHE SISMOGRAFO PASI 16S24

Processore	Pentium 200MMX Intel
Trattamento dati	Floating Point 32-bit
Ambiente operativo	Windows 3.11
Numero canali	12 o 24
Puntamento	VersaPoint Mouse
Display	VGA a colori in LCD-TFT 10.4"
Supporto di memorizzazione	Hard-Disk 2.1 Gb
Risoluzione di acquisizione	24bit
Porte dati esterne	RS232, stampante, tastiera
Sonde ambiente interne	temperatura e umidità relativa
Protezioni termiche	prevenzione e controllo surriscaldamenti interni
Compatibilità dati acquisiti	SEG-2
Connettori geofoni	1 o 2 standard NK-27-21C
Alimentazione	12Vdc (batteria o alimentatore, opz.) Allarme batteria scarica
Temperatura	Funzionamento 0°C ÷ 55°C Immagazzinaggio -55°C ÷ 150°C
Umidità	5% ÷ 90% non condensante
Dimensioni fisiche	19" x 14" x 7¾" (482.6 x 355.6 x 196.8mm)

DURATA ACQUISIZIONI

RIFLESSIONE	RIFRAZIONE
32ms	32ms
64ms	64ms
128ms	128ms
256ms	256ms
512ms	512ms
1024ms	1024ms
2048ms	2048ms
4096ms	
8192ms	
16384ms	

TEMPI DI CAMPIONAMENTO / MASSIMO NUMERO DI CANALI

Minimo tempo di campionamento	Max numero di canali consentiti	
	16S12	16S24
16µs	1	2
31µs	3	6
62µs	6	12
125µs	12	24
250µs	12	24
500µs	12	24
1ms	12	24
2ms	12	24

FILTRI DIGITALI

(24÷120dB/oct, FIR Parks-McLelland 64-bit precision)

PASSA ALTO	PASSA BASSO	NOTCH
25Hz	250Hz	50Hz
35Hz	500Hz	60Hz
50Hz	100Hz	150Hz
70Hz		180Hz

Attivazione filtri in acquisizione o post-acquisizione Filtri antialiasing attivi, LPF, 6°ordine Butterworth pendenza asint. -36dB/oct (-120dB/dec) accuratezza ±1% freq.di taglio. Start acquisizione mediante trigger esterno o comando software (ASAP). Trigger hammer o geofono starter (7 livelli di sensibilità selez.software) inibizione da impulsi dovuti a rimbalzi, visualizzazione ottica di impulso accettato. Guadagni tutti selezionabili da software

FUNZIONI SPECIALI

- Enhancement con/senza preview totale/parziale
- Marker per determinare posizione nel tempo dei punti video
- A.G.C.
- Delay
- Pre-trigger: 0-10ms (step di 1ms)
- Post-trigger: 0-16000ms (step di 1ms)
- Visualizzazione vecchie acquisizioni (ordinate per ora e data)
- Visualizzazione in wiggle-trace o variable-area
- Noise-monitor con visualizzazione real time a cascata
- Funzione di determinazione risorse disponibili sullo strumento
- Trace-size automatica o manuale per ogni canale
- Le acquisizioni sono automaticamente registrate sullo strumento
- Massima acquisizione: 1.024.000 campioni/acquisizione
- Calibrazioni automatiche:
- Doppia auto-taratura offset
- Taratura ingressi su tensioni di riferimento
- Taratura guadagno
- Massimo range di tensione in ingresso: $\pm 5V$

SPECIFICHE DI ACQUISIZIONE

Risoluzione 24 bit, 1 in 16777216
 Max.frequenza di camp.to 100.000 camp/sec
 Accuratezza relativa $\pm 0.75\text{LSB}$ (tip.); $\pm 1\text{LSB}$ (max)
 Tipo di ADC successive approssimazioni

GUADAGNO	RANGE	RISOLUZIONE
2	$\pm 5V$	152.59 μV
10	$\pm 1V$	30.52 μV
20	$\pm 500mV$	15.26 μV
50	$\pm 200mV$	6.1 μV
100	$\pm 100mV$	3.05 μV
200	$\pm 50mV$	1.53 μV
500	$\pm 20mV$	610.3nV
1000	$\pm 10mV$	305.2nV
5000	$\pm 2mV$	61nV
10000	$\pm 1mV$	30.5nV
15000	$\pm 670\mu V$	20.5nV

CMRR (da DC a 60Hz):

Guadagno=1 97dB Guadagno=5 101dB Guadagno=10 105dB Guadagno=20 105dB

Guadagno=50 105dB Guadagno=100 105dB

Larghezza di Banda 5KHz (qualunque guadagno)

Settling time <10 μs

RUMORE DI SISTEMA (compreso quello di quantizzazione)

GUADAGNO	RUMORE
da 2 a 10	0.6 LSBrms
20	0.7 LSBrms
50	1.1 LSBrms
100	2.0 LSBrms

Tempo di warm-up consigliato:

15 minuti

Coeff.di temperatura:

$\pm 0.6\text{ppm}/^{\circ}C$ max

Specifiche base tempi:

risoluzione 24 bit (4 contatori indep.)

base tempi

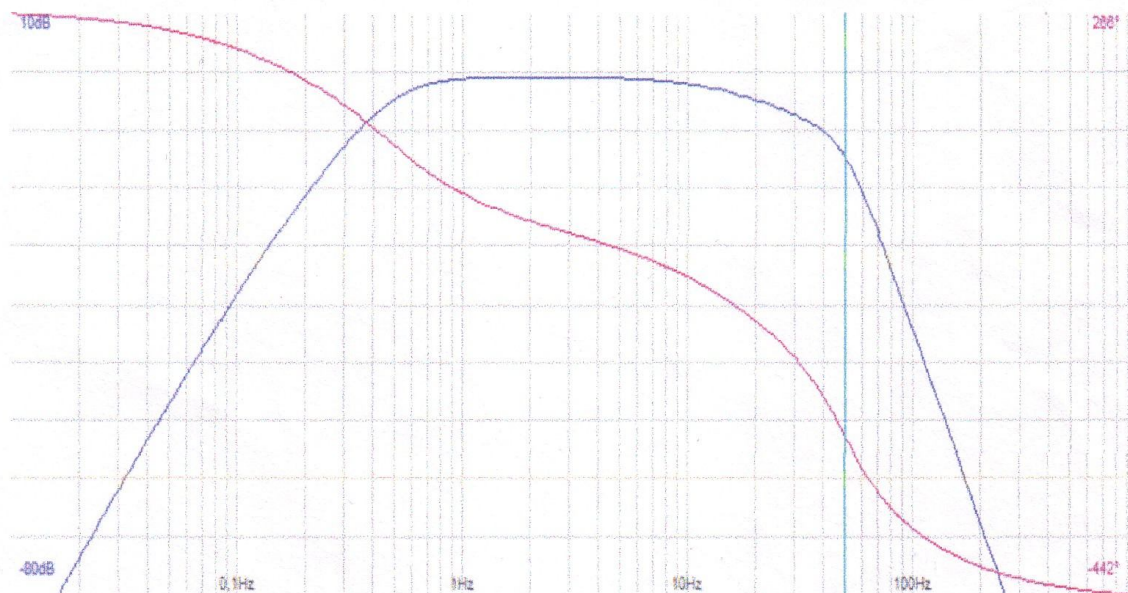
20MHz

accuratezza

$\pm 0.01\%$

SPECIFICHE TECNICHE GEOBOX SS05 - SARA electronic instruments s.r.l. (sensore SS-05)

- Numero canali: 3
- Configurazione: Z,X,Y (Z verticale, X nord-sud, Y est-ovest)
- Non ortogonalità: $< 0.01\%$
- Livellamento: manuale tramite manopole con serraggio
- Frequenza naturale: 0.5Hz ($\pm 5\%$)
- Banda utilizzabile*: 0.2-1000Hz
- Sensibilità nominale: 400 V/m/s
- Tilt massimo: Verticale: 10°
- Orizzontale: 2°
- Movimento massa: 0.2mm
- Dimensioni: 180x170x90mm
- Peso: 1500g
- Lunghezza cavo: standard 3 metri
- Connettore: Cannon JC series 10 poli
- Integrazione possibile per: SR04, SL06, SL07
- Certificazioni: CE (EN55022, EN55011)
- Bode-plot (VEDI DIAGRAMMA)



System bode plot

PROFILO SISMICO MASW-REMI N.1

1 - DATI SPERIMENTALI

Numero di ricevitori..... 24
Distanza tra i sensori:2m
Passo temporale di acquisizione1ms
Numero di ricevitori usati per l'analisi 24

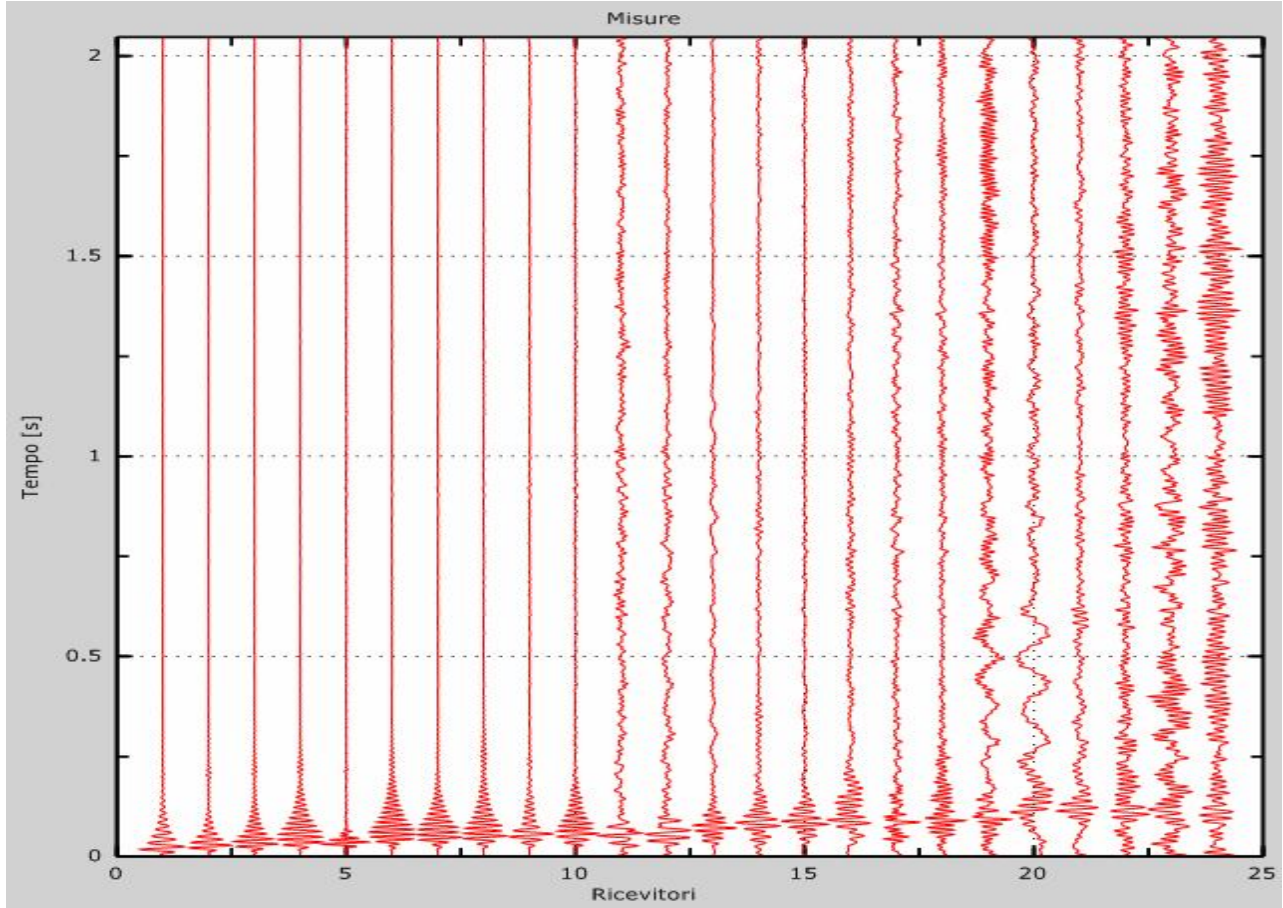


Figura 1: Tracce sperimentali

2 - RISULTATI DELLE ANALISI (TECNICA ATTIVA)

Frequenza finale.....70Hz
Frequenza iniziale2Hz

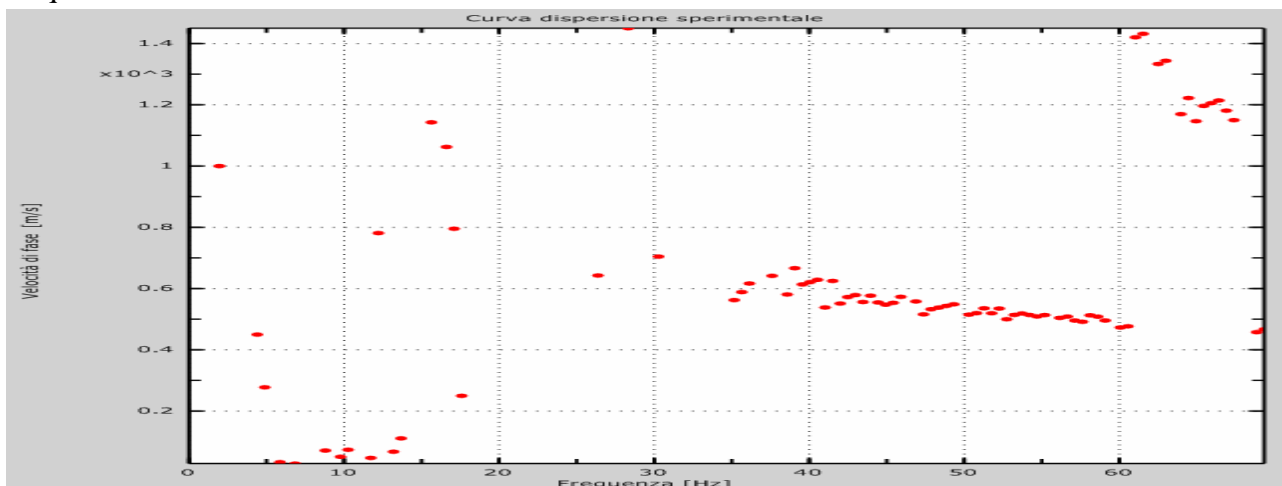


Figura 2: Curva dispersione sperimentale

3 - RISULTATI DELLE ANALISI (TECNICA PASSIVA)

Numero di ricevitori..... 24
 Passo temporale di acquisizione2ms
 Numero di ricevitori usati per l'analisi 24
 L'intervallo considerato per l'analisi termina a 32766ms

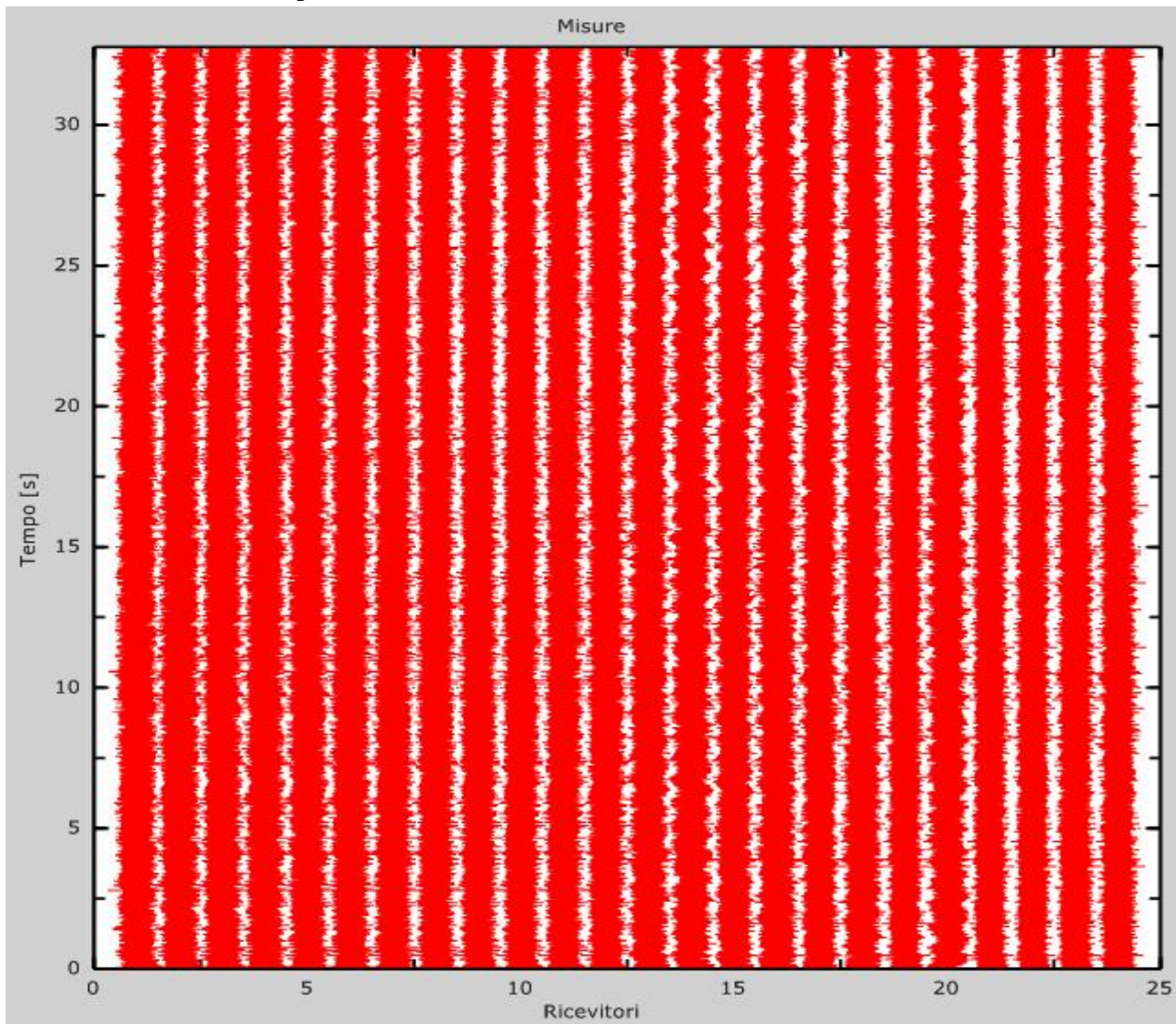


Figura 3: Tracce sperimentali

4 - CURVA DI DISPERSIONE

Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]
5.34316	707.504	415.793	999.216
11.1206	707.504	482.808	932.201
17.3034	672.026	470.981	873.07
23.5876	652.316	502.518	802.113
30.784	616.837	439.445	794.229
39.3994	585.301	443.387	727.214
49.2311	545.88	447.329	644.431
60.0764	506.46	400.025	612.895

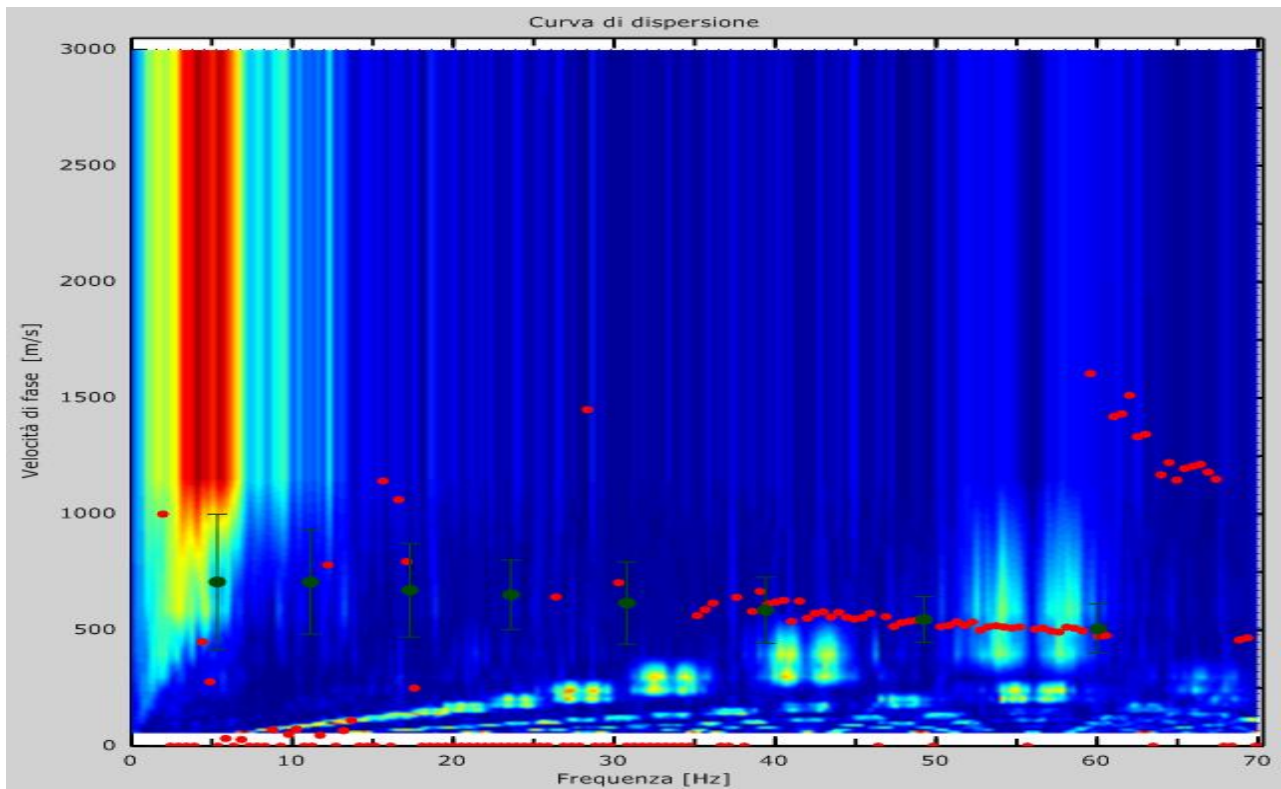


Figura 4: Curva di dispersione

5 - PROFILO IN SITO

Numero di strati (escluso semispazio)	9
Spaziatura ricevitori [m].....	2m
Numero ricevitori.....	24
Numero modi.....	1

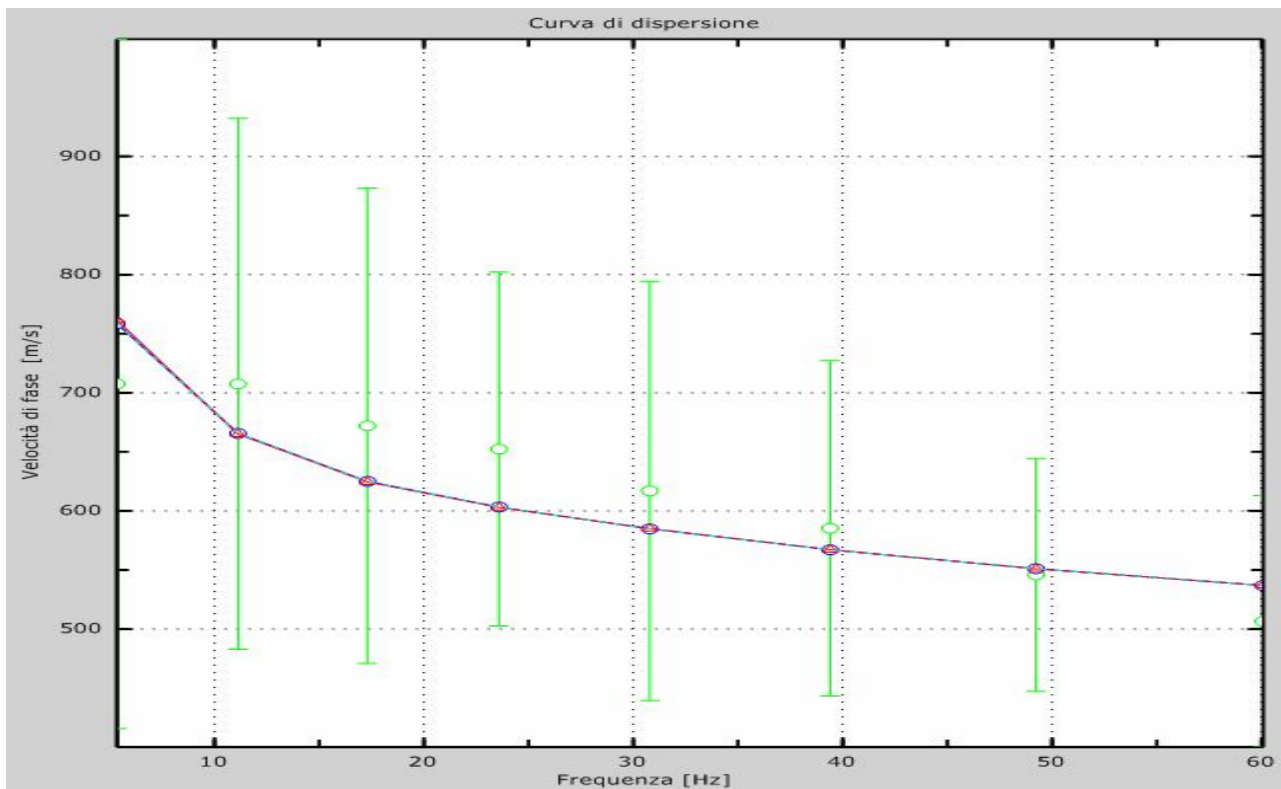


Figura 5: Velocità numeriche – punti sperimentali (verde) ERRORRE D'INVERSIONE 5%

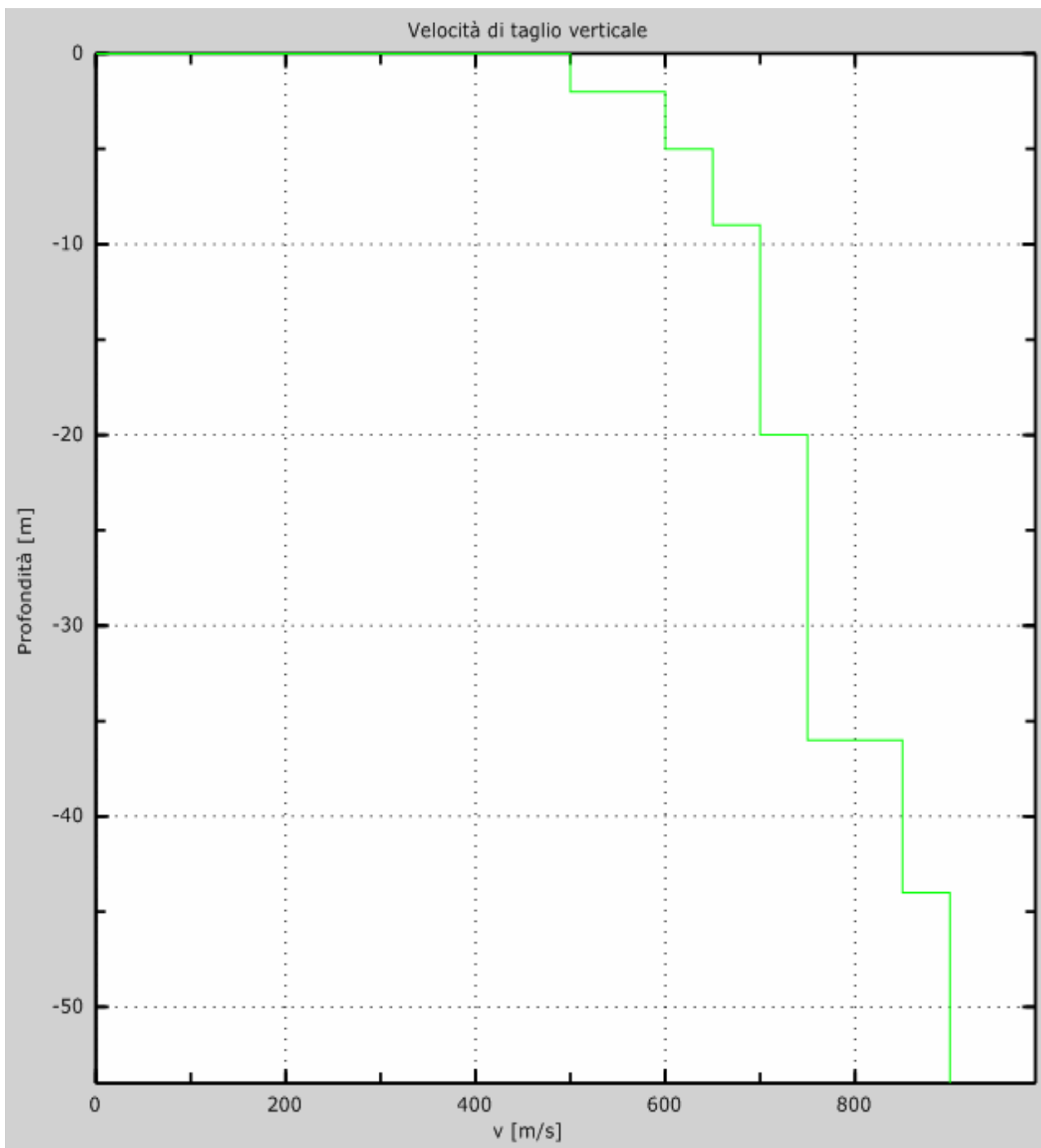


Figura 6: Profilo Vs numerico/Profondità

6 - RISULTATI FINALI

Piano di riferimento $z = 0,00$ [m]

$V_{s30} = 678$ [m/s]

La normativa applicata è il DM 14 gennaio 2008

Le caratteristiche meccaniche degli strati migliorano gradualmente con la profondità

Tipo di sottosuolo B

Tipo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).

PROFILO SISMICO MASW-REMI N.2

1 - DATI SPERIMENTALI

Numero di ricevitori..... 24
Distanza tra i sensori: 2m
Numero di campioni temporali..... 2048
Passo temporale di acquisizione 1ms
Numero di ricevitori usati per l'analisi 24

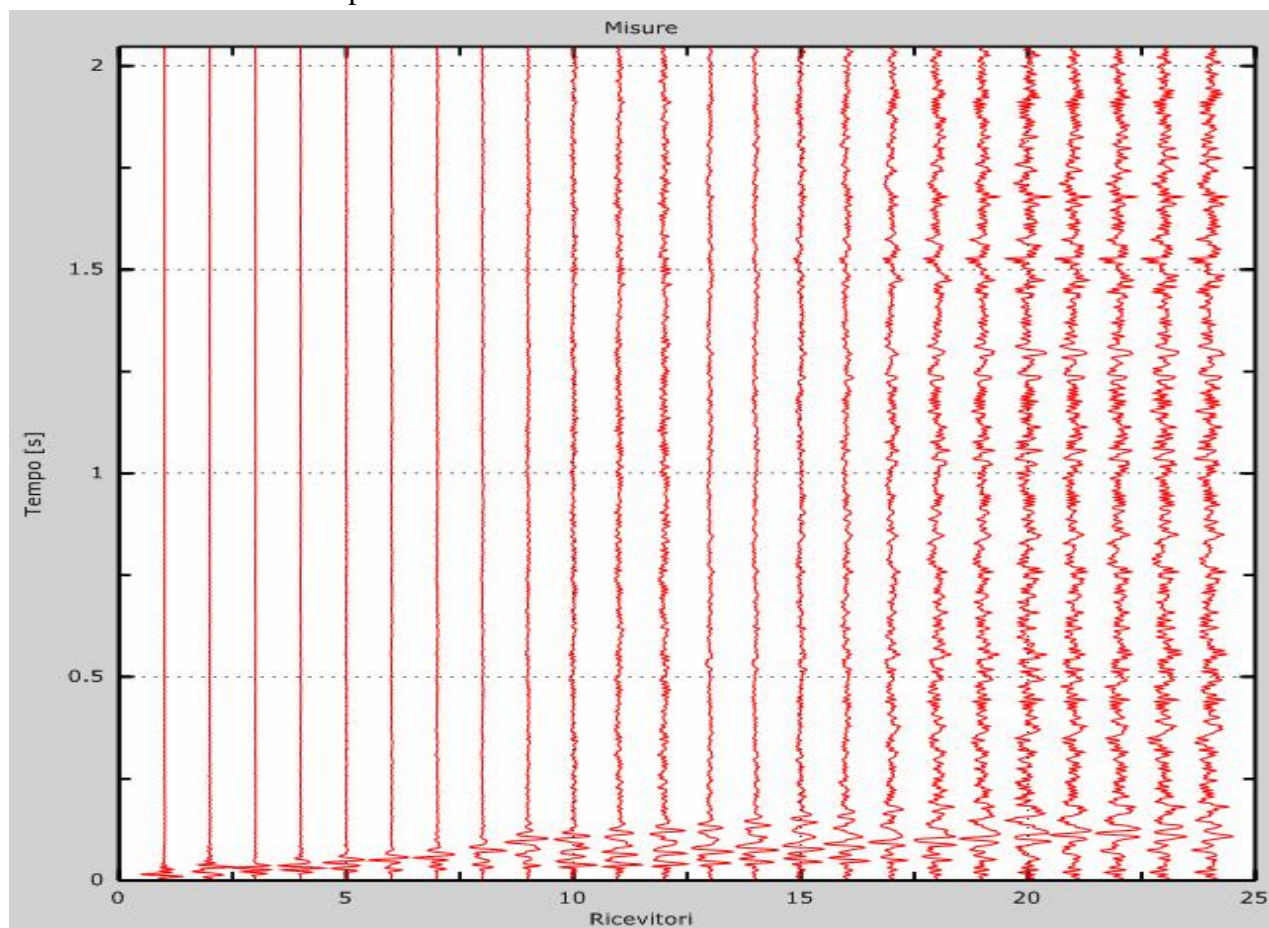


Figura 1: Tracce sperimentali

2 - RISULTATI DELLE ANALISI (TECNICA ATTIVA)

Frequenza finale..... 70Hz
Frequenza iniziale 2Hz

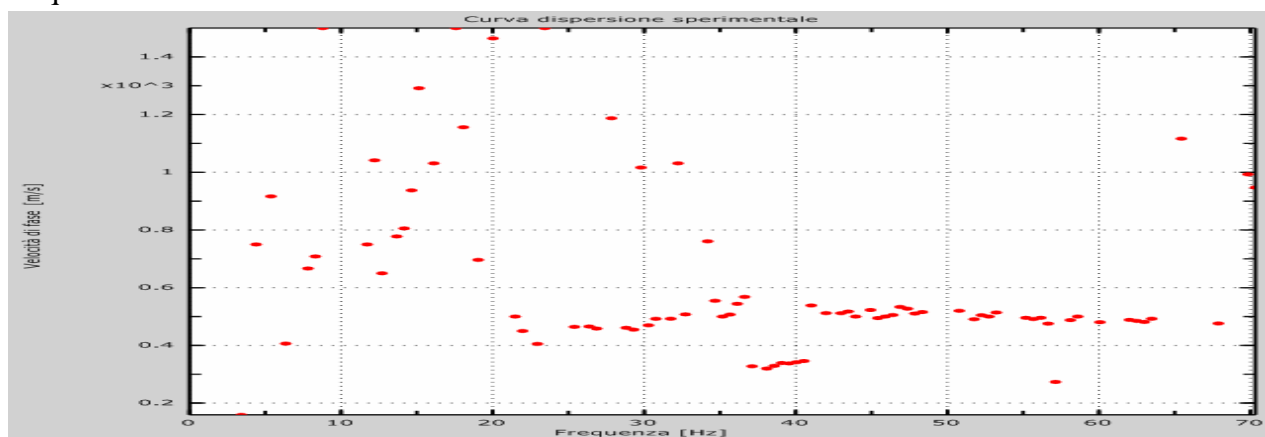


Figura 2: Curva dispersione sperimentale

3 - RISULTATI DELLE ANALISI (TECNICA PASSIVA)

Numero di ricevitori..... 24
 Passo temporale di acquisizione2ms
 Numero di ricevitori usati per l'analisi 24
 L'intervallo considerato per l'analisi termina a 65534ms

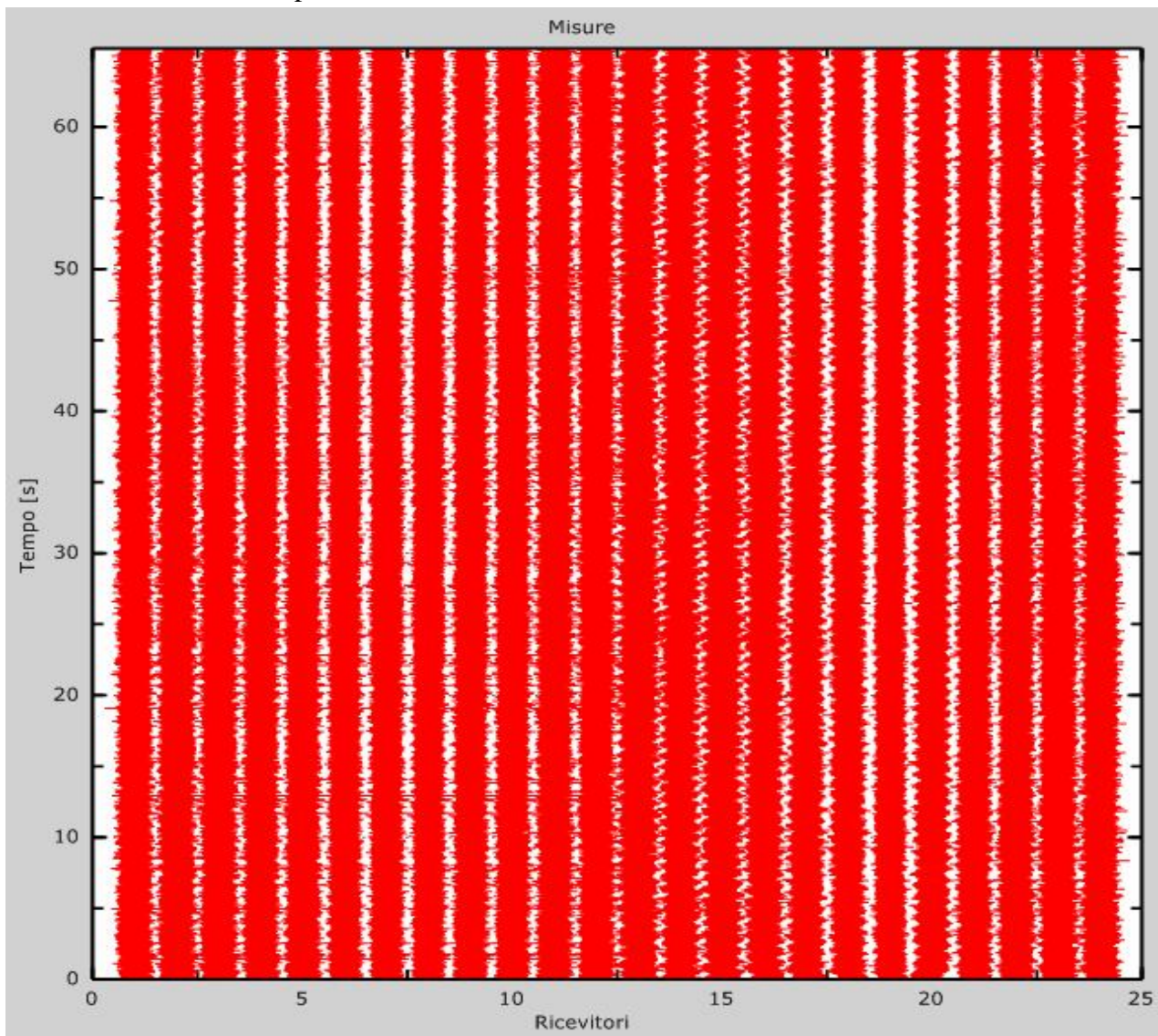


Figura 3: Tracce sperimentali

4 - CURVA DI DISPERSIONE

Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]
4.73501	750.867	427.619	1074.11
13.6545	632.605	360.604	904.606
21.6618	537.996	388.199	687.794
36.5614	506.46	388.199	624.721
52.6773	506.46	384.256	628.663
66.1579	486.75	380.314	593.185

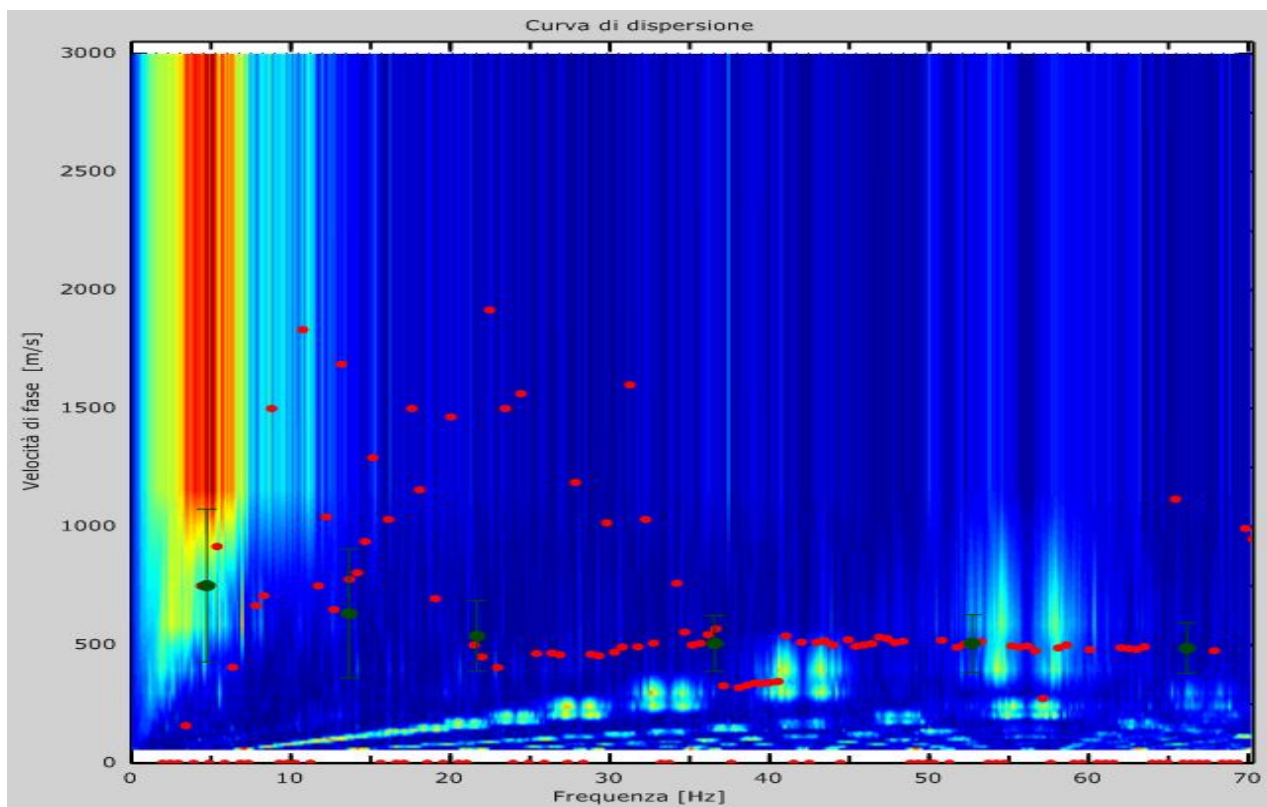


Figura 4: Curva di dispersione

5 - PROFILO IN SITO

Numero di strati (escluso semispazio)	9
Spaziatura ricevitori [m].....	2m
Numero ricevitori.....	24
Numero modi.....	1

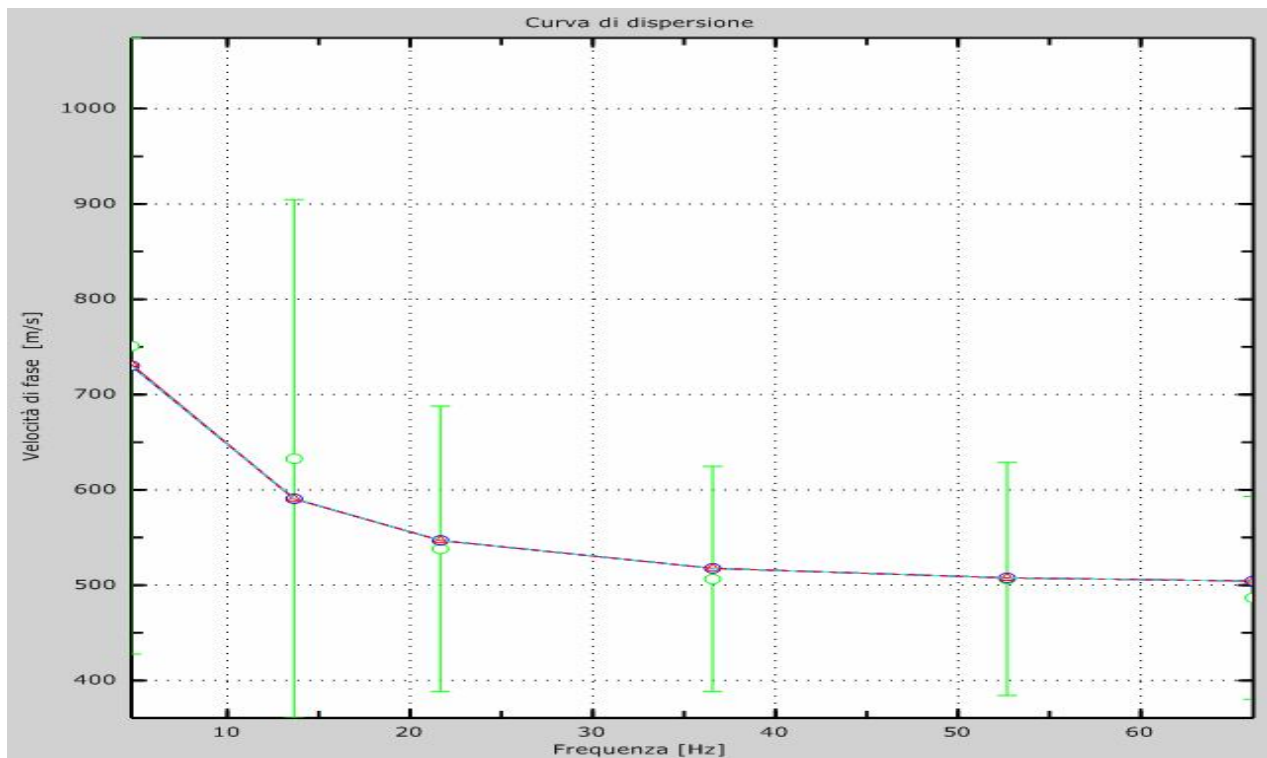


Figura 5: Velocità numeriche – punti sperimentali (verde) ERRORE D'INVERSIONE 4%

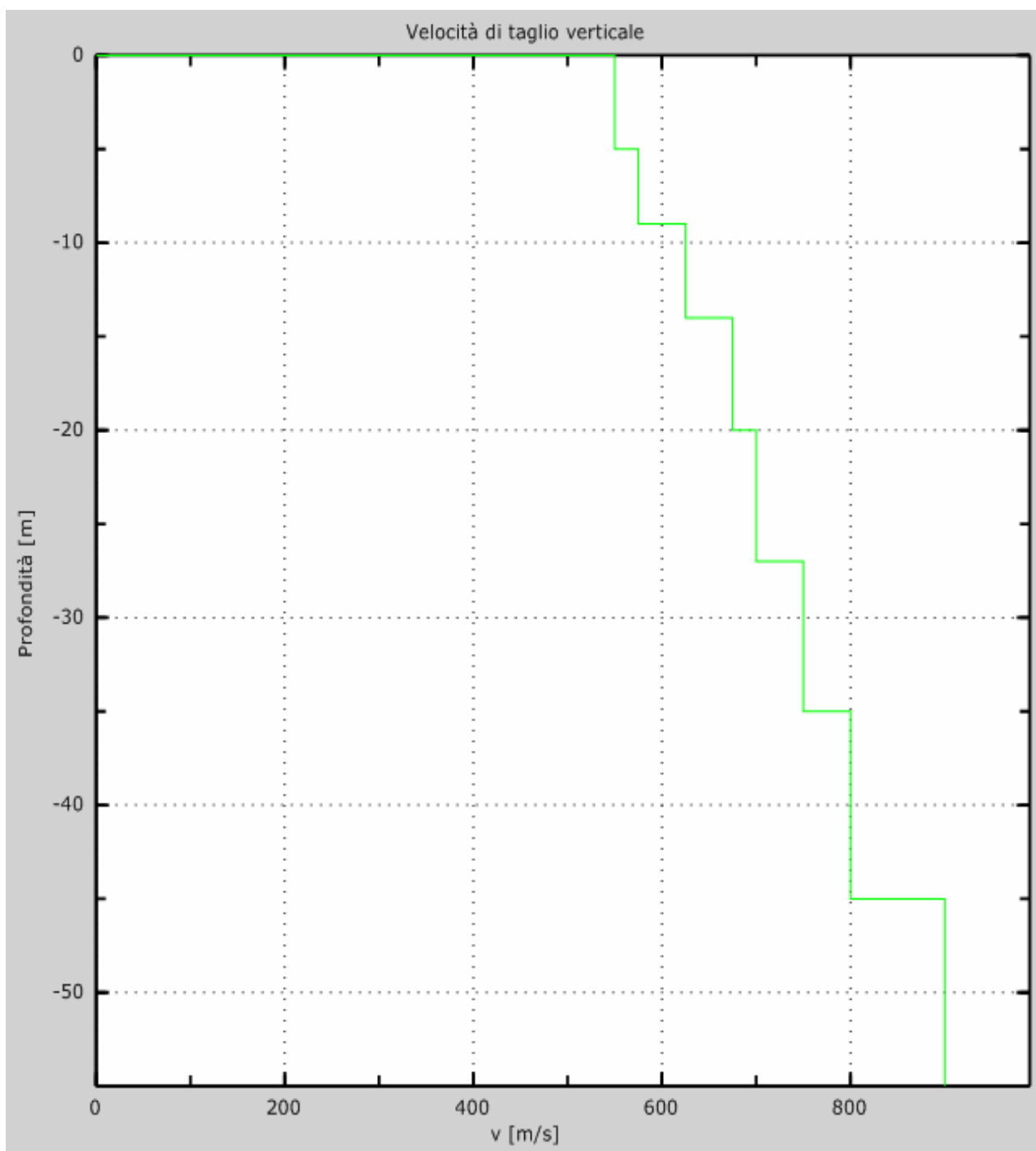


Figura 6: Profilo Vs numerico/Profondità

6 - RISULTATI FINALI

Piano di riferimento $z = 0,00$ [m]

$V_{s30} = 639$ [m/s]

La normativa applicata è il DM 14 gennaio 2008

Le caratteristiche meccaniche degli strati migliorano gradualmente con la profondità

Tipo di sottosuolo B

Tipo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).

INDAGINE GEOFISICA HVSR PER LA CARATTERIZZAZIONE SISMICA DI UN SITO

1. Premessa

Il presente rapporto contiene i risultati di indagini sismiche superficiali HVSR eseguite presso la Zona Ind. Nord di Gualdo Tadino, dove si intende realizzare un progetto di ampliamento dello Stabilimento 1B Tagina Spa. Le prove eseguite consentono di ottenere principalmente informazioni sulla frequenza (o frequenze) del modo di vibrare prevalente dei terreni in sito, unitamente a informazioni stratigrafiche di massima. Si sono effettuate n.3 acquisizioni denominate: **HVSR1, HVSR2 E HVSR3.**

Le acquisizioni sono state eseguite secondo le linee guida emanate dall'Ordine dei Geologi della Regione Umbria con Delibera n.2/2015 del 28/01/2015 e relativa Circolare n.2/2015 del 23/02/2015.

2. Modalità di esecuzione

Le 3 misure sono state eseguite con tromografo triassiale dei microtremori ambientali risolti con Tecnica di Nakamura, che prevede l'acquisizione secondo le linee guida SESAME 2004. Si è utilizzato uno strumento con periodo proprio $t=2$ s (0,50 Hz) e acquisizione per $t=900$ s (vedi specifiche tecniche).

3. Cenni introduttivi, fondamenti teorici e criticità del metodo HVSR

La "Tecnica di Nakamura" è finalizzata principalmente all'individuazione delle frequenze caratteristiche di risonanza di sito. Solo in seconda istanza ed in presenza di altre significative indagini, le curve HVSR dette anche curve di ellitticità dei rapporti spettrali, possono essere utilizzate per individuare le caratteristiche stratigrafiche e di rigidità dei siti indagati. La prova HVSR trova la sua massima applicazione negli studi di microzonazione sismica di livello 2 e livello 3 (così come definiti negli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica del Dipartimento della Protezione Civile Nazionale, ICMS, 2008) poiché fornisce velocemente e a costi molto bassi un parametro molto importante: la frequenza propria di sito. Per l'acquisizione dei dati si utilizza un tromometro digitale che è essenzialmente un sismometro triassiale con sensori di velocità dotato di acquisitore automatico e convertitore A/D ad alta risoluzione. Vengono pertanto registrate le storie temporali dei microtremori ambientali lungo 3 assi mutuamente ortogonali. Per convenzione sismologica i tre assi si allineano rispettivamente alle direzioni NS - EW e Verticale.

L'importanza di conoscere la frequenza di risonanza del sito risiede nella necessità di prevedere e quindi evitare eventuali fenomeni di doppia risonanza tra il suolo e le strutture presenti durante un terremoto. La curva, se le misure sono andate a buon fine e se si verificano determinate condizioni di contrasto di impedenza sismica (o contrasto di rigidità) tra le stratificazioni presenti nel sottosuolo, si può utilizzare per valutare la frequenza o le frequenze proprie di sito in corrispondenza del massimo o dei massimi individuati nella curva stessa. Occorre però ricordare che solo in certe condizioni questa frequenza coincide con la frequenza di risonanza per le onde di taglio S (le onde S sono onde di corpo e sono quelle che condizionano maggiormente il comportamento sotto azione sismica di determinato un sito). In ambito di microzonazione e in ambito progettuale, la curva HVSR dei segnali acquisiti viene calcolata per un range di frequenze di interesse prettamente ingegneristico (0,1 - 20) Hz.

4. Valutazione della qualità delle misure HVSR

Secondo le linee guida emanate dall'OGRU, si utilizza, ai fini della qualità tecnica delle misure, la classificazione proposta da Albarello et alii, 2010 e Albarello & Castellarro 2011, in cui si rilevano 3 classi principali: Classe A, Classe B, e Classe C.

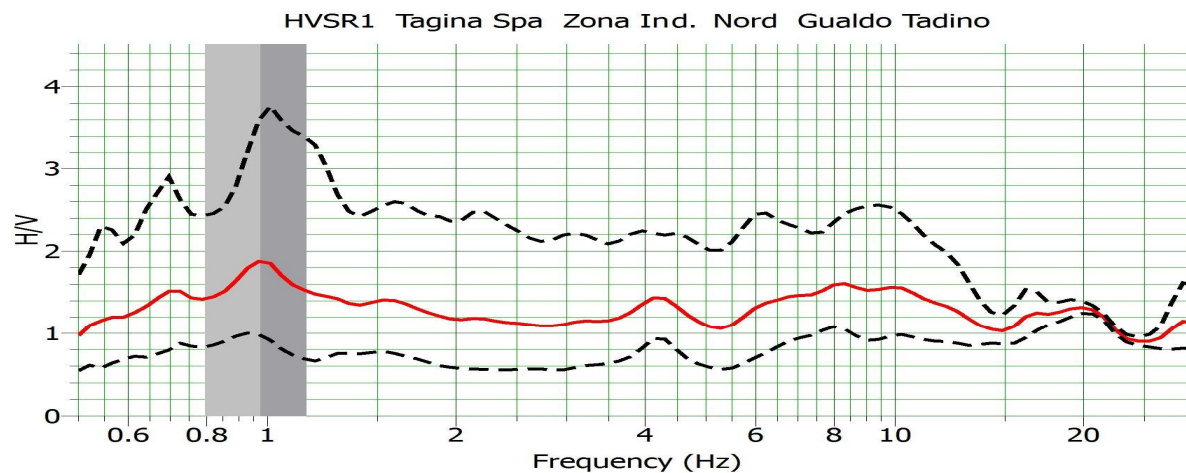
Classe A: H/V affidabile ed interpretabile, può essere utilizzata anche da sola.

Classe B: H/V sospetta, va utilizzata con cautela e solo se coerente altre misure e/o dati

Classe C: scadente e difficile da interpretare, non va utilizzata

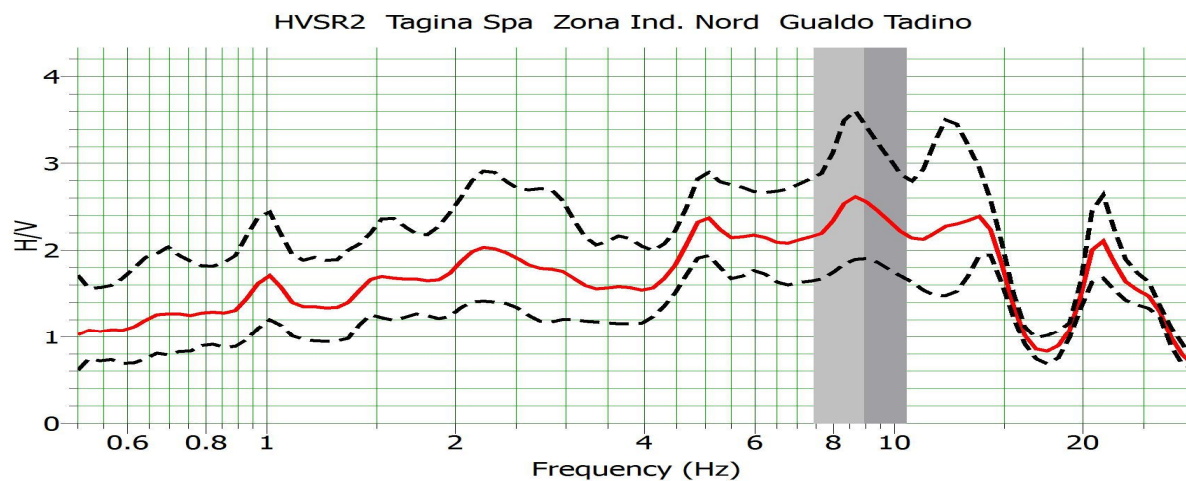
Si riportano di seguito i risultati delle n.3 acquisizioni:

CURVA HVSR1



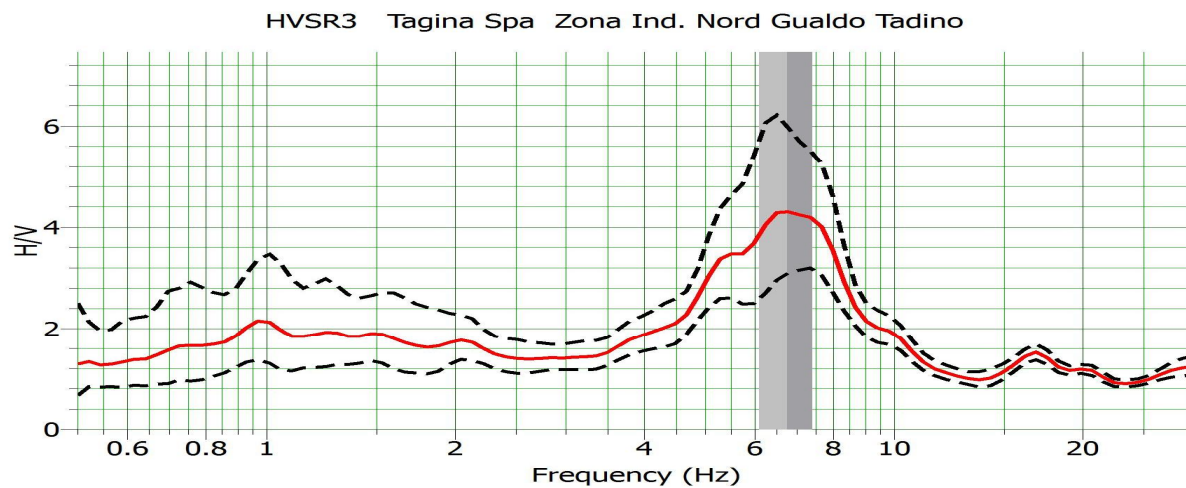
Non presenta picchi con $H/V > 2$ e ricade in Classe C: **NON E' UTILIZZABILE**

CURVA HVSR2



Ricade in Classe C: **NON E' UTILIZZABILE**

CURCA HVSR3



Ricade in Classe B: **E' UTILIZZABILE**, ma va verificata.

In conclusione, sulla base alle informazioni raccolte solo la Curva HVSR3, può essere utilizzata per poter essere confrontata con gli altri dati a disposizione.

5. Linee guida SESAME, 2004

Oltre a valutare l'utilizzazione o meno della Curva HVSR è necessario verificare il picco della frequenza secondo Sesame User Guideline, redatte nel quadro del progetto europeo SESAME 2004, dove vengono anche riportati dei criteri per verificare l'affidabilità e la chiarezza della frequenza trovata. Fissata una frequenza di picco f_0 esistono 3 criteri di affidabilità e 6 criteri di chiarezza.

a) Criteri di affidabilità e correttezza delle finestre temporali scelte per l'elaborazione DEVONO ESSERE TUTTI SODDISFATTI:

- 1) in ogni finestra temporale la componente del segnale alla frequenza f_0 di picco deve compiere 10 cicli di oscillazione;
- 2) la somma del numero dei cicli di tutte le finestre deve essere superiore a 200;
- 3) la deviazione standard del rapporto H/V nell'intervallo di frequenze compreso tra la metà e il doppio di f_0 deve essere inferiore a 2 o a 3 in base al valore di f_0

b) Criteri di chiarezza ALMENO 5 su 6 DEVONO ESSERE SODDISFATTI:

- 4) nell'intervallo compreso tra f_0 e $f_0/4$ deve esistere almeno una frequenza per cui l'ampiezza del rapporto H/V sia minore della metà dell'ampiezza alla frequenza f_0 ;
- 5) nell'intervallo compreso tra f_0 e $4f_0$ deve esistere almeno una frequenza per cui l'ampiezza del rapporto H/V sia minore della metà dell'ampiezza alla frequenza f_0 ;
- 6) l'ampiezza del rapporto H/V alla frequenza f_0 deve essere maggiore di 2;
- 7) la frequenza del picco delle curve di confidenza deve trovarsi nell'intervallo delimitato dall'intervallo $-0,05f_0 < f < 0,05f_0$;
- 8) la deviazione standard della frequenza di picco nelle singole finestre si deve mantenere al di sotto di una soglia dipendente da f_0 ;
- 9) la deviazione standard dell'ampiezza della curva H/V media del singolo punto alla frequenza f_0 si deve mantenere al di sotto di una soglia dipendente da f_0 .

I criteri appena esposti sono riassunti nel seguente prospetto.

Criteria for a reliable H/V curve		<ul style="list-style-type: none"> • l_w = window length • n_w = number of windows selected for the average H/V curve • $n_c = l_w \cdot n_w$. f_0 = number of significant cycles • f = current frequency • f_{sensor} = sensor cut-off frequency • f_0 = H/V peak frequency • σ_f = standard deviation of H/V peak frequency ($f_0 \pm \sigma_f$) • $\varepsilon(f_0)$ = threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ • A_0 = H/V peak amplitude at frequency f_0 • $A_{H/V}(f)$ = H/V curve amplitude at frequency f • f^- = frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$ • f^+ = frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$ • $\sigma_A(f)$ = "standard deviation" of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided • $\sigma_{\log H/V}(f)$ = standard deviation of the $\log A_{H/V}(f)$ curve, $\sigma_{\log H/V}(f)$ is an absolute value which should be added to or subtracted from the mean $\log A_{H/V}(f)$ curve • $\theta(f_0)$ = threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ • $V_{s,av}$ = average S-wave velocity of the total deposits • $V_{s,surf}$ = S-wave velocity of the surface layer • h = depth to bedrock • h_{\min} = lower-bound estimate of h
i)	$f_0 > 10 / l_w$ and	
ii)	$n_c(f_0) > 200$ and	
iii)	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ or $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	

Criteria for a clear H/V peak (at least 5 out of 6 criteria fulfilled)	
i)	$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
ii)	$\exists f^+ \in [f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
iii)	$A_0 > 2$
iv)	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$
v)	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
vi)	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$

Threshold Values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$					
Frequency range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.20 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

PROVA HVSR3

SESAME ASCII data format (saf) v. 1

SAMP_FREQ = 300 - NDAT = 0000270000 - START_TIME = 2016/03/17 17.37.04

CLIPPING SAMPLES = 0000000000 0000000000 0000000000

SENSOR_TYPE = Velocity - ACQ_SYSTEM = SARA SS05 (Geobox 0,5 Hz)

SURVEY_NAME = TAGINA3 Zona Ind. Nord - STA_CODE = 1051 - STA_COORD_TYPE = 0

CH0_ID = V - CH1_ID = N-S - CH2_ID = E-W

STA_X = 12,759414 (WGS84) STA_Y = 43,264917 (WGS84) STA_Z = 428 (m)

SESAME criteria: HVSR3 Tagina Spa Zona Ind. Nord Gualdo Tadino (PG)

	fo	fl
$f_0 > 10/l_w$	OK	OK
$n_c(f_0) > 200$	OK	OK
$SA(f) < 2$	OK	OK
criterio 4 di chiarezza n. 1 di 6	OK	OK
criterio 5 di chiarezza n. 2 di 6	OK	OK
criterio 6 di chiarezza n. 3 di 6	OK	OK
criterio 7 di chiarezza n. 4 di 6	NO	NO
criterio 8 di chiarezza n. 5 di 6	OK	OK
criterio 9 di chiarezza n. 6 di 6	OK	OK

Per il sito in esame è stata riscontrata una distinta frequenza propria di risonanza del modo prevalente, dovute alle eterogeneità stratigrafiche del sottosuolo, la frequenza prevalente è centrata sui **6,50 Hz**. La curva di ellitticità e gli spettri delle componenti di microtremore sono riportati nel seguito insieme al grafico della direzionalità e stazionarietà del segnale, alle finestre temporali e spettri di potenza.

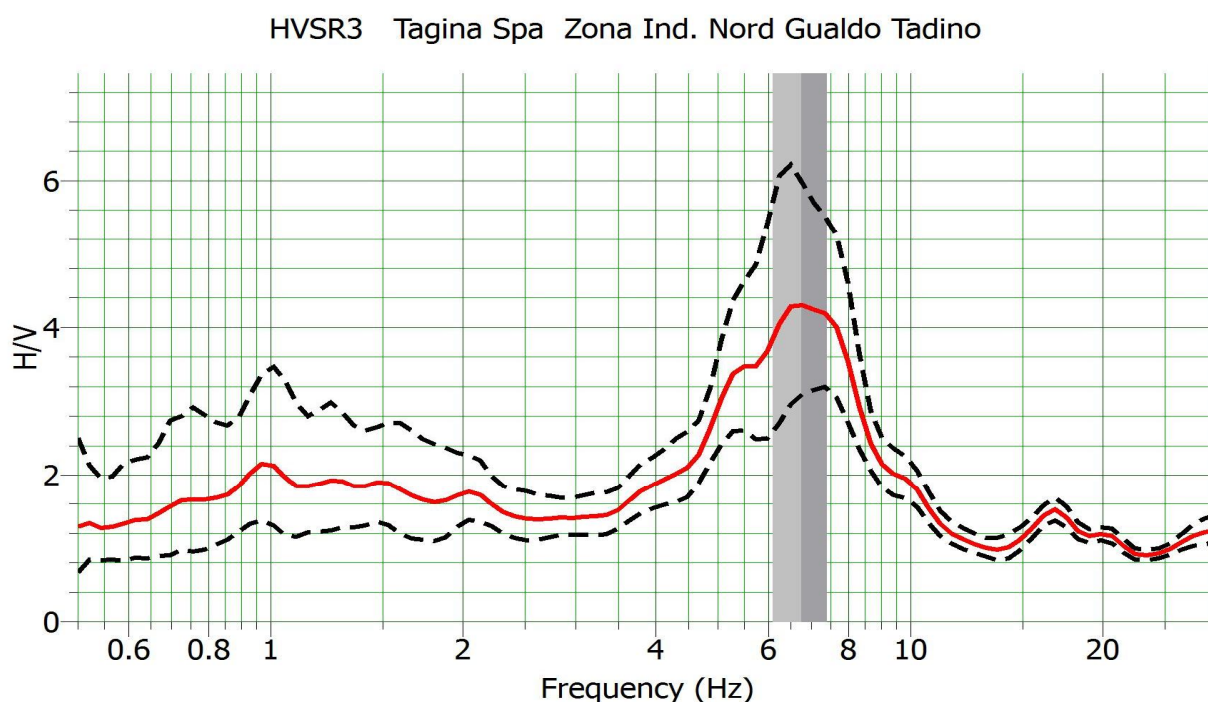


Figura 2: curva di ellitticità o curva dei rapporti spettrali del microtremore sismico (HVSR).

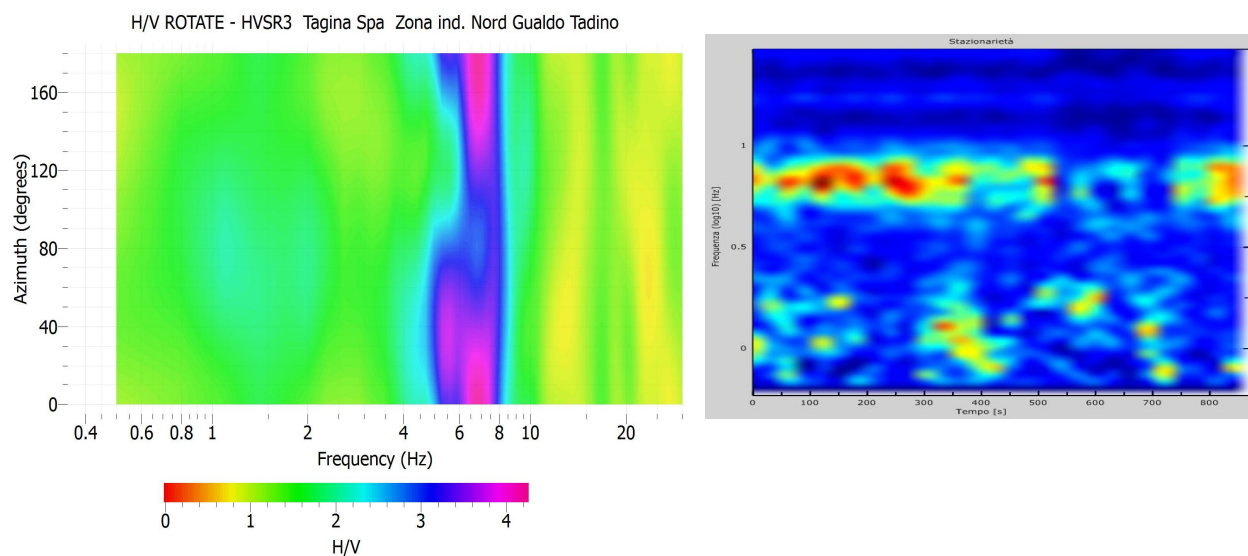


Figura 3: H/V rotation (direzionalità) e stazionarietà del segnale

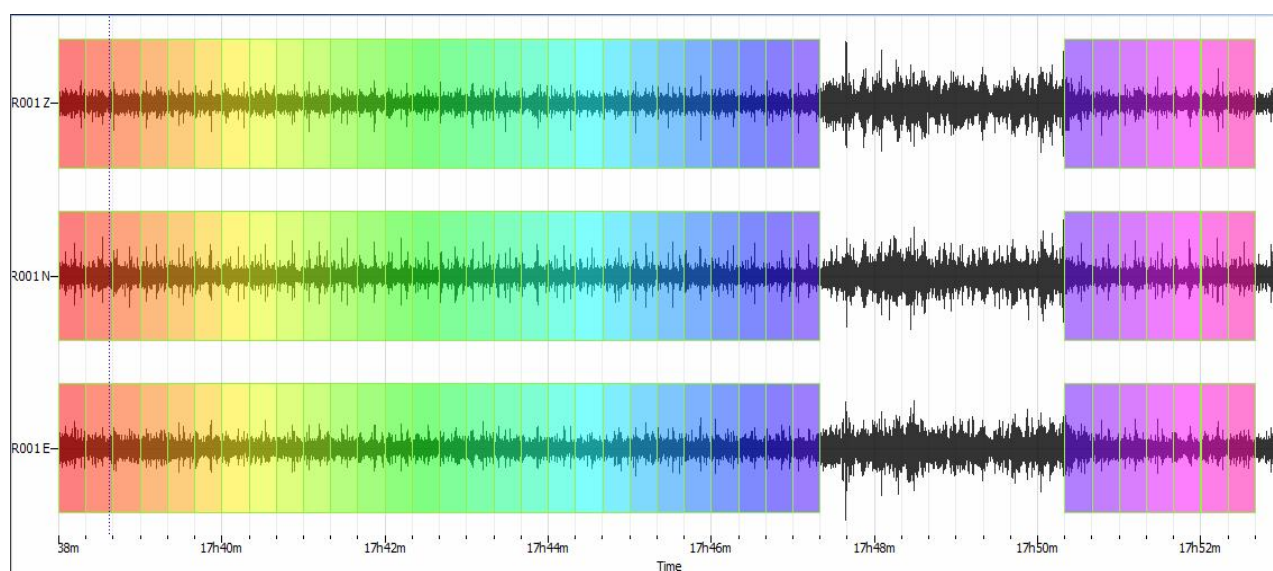


Figura 4: time histories delle componenti Z-Y-X

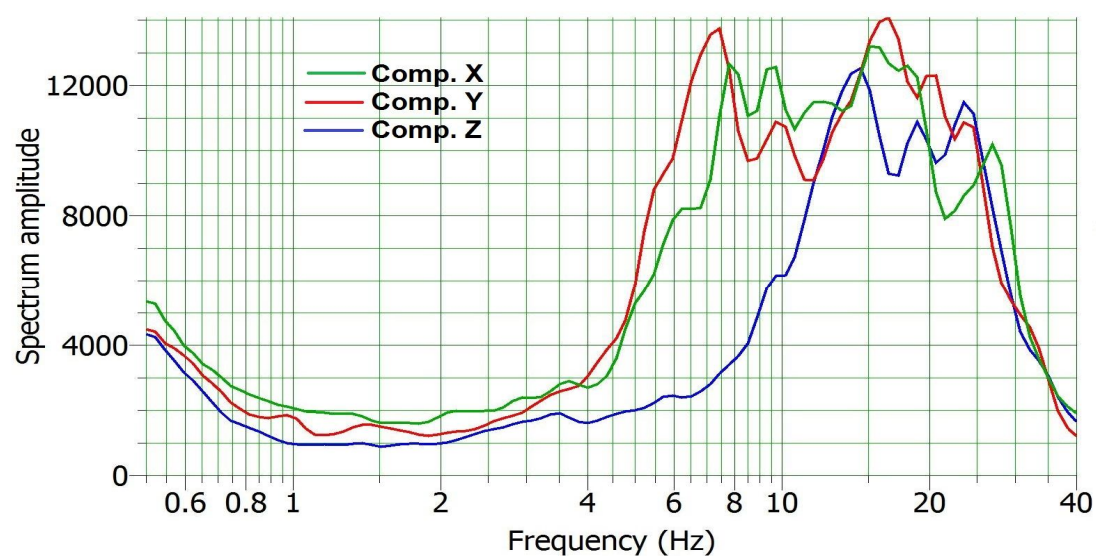


Figura 5: spettri di Fourier componenti di moto

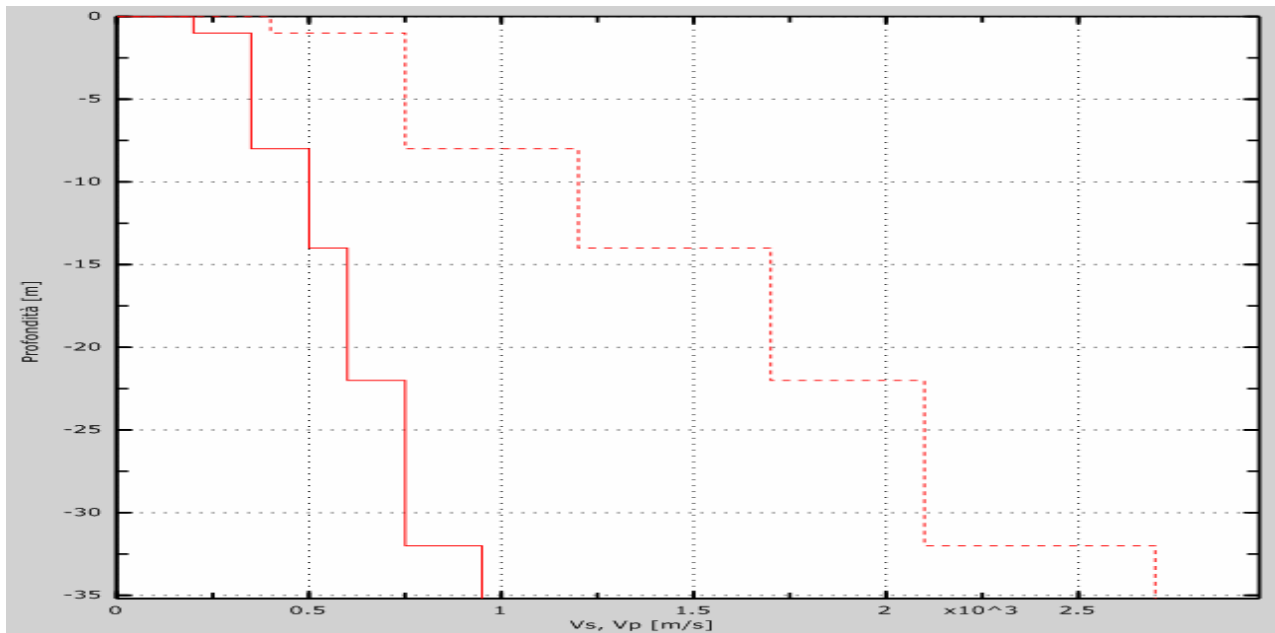
6. RISULTATI DELLE ANALISI HVSR

In base ai dati riscontrati con le altre indagini geotecniche si ricostruisce una colonna sismo-stratigrafica locale da confrontare con la curva **HVSR3** per capire se il modello sismico del sottosuolo è compatibile con essa.

6.1. Profilo del terreno

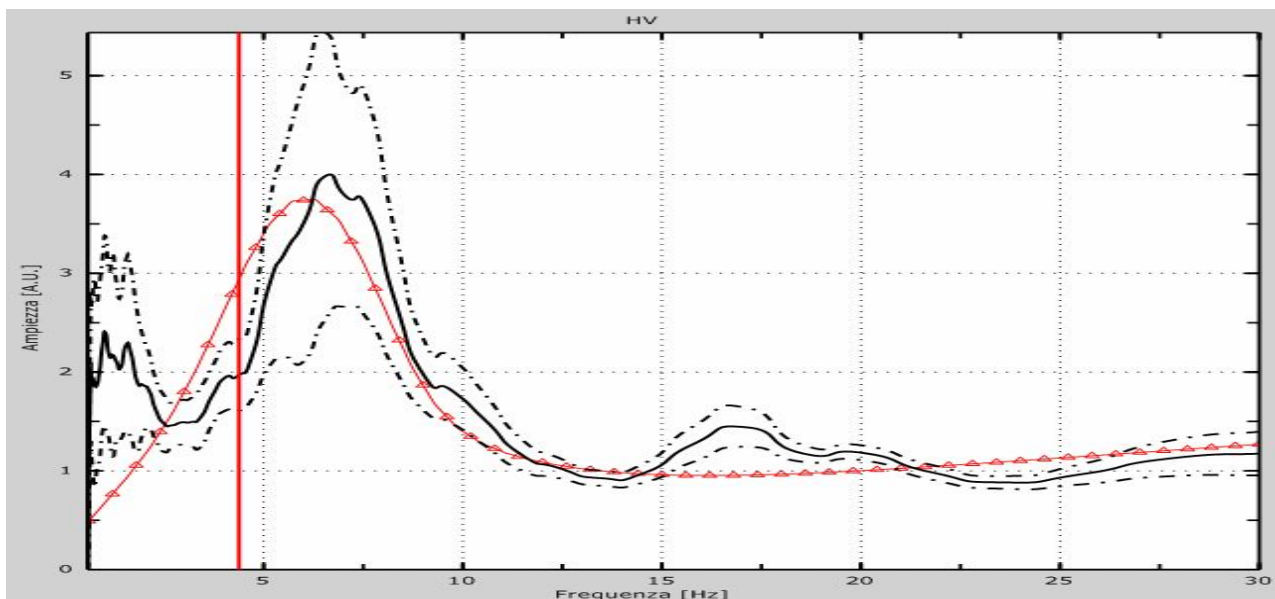
Unità geotecnica	h [m]	z [m]	Densità [kg/m ³]	Vs [m/s]	Vp [m/s]
1	1	-1	1800	200	400
2	7	-8	1900	350	750
3	6	-14	1900	500	1200
4	8	-22	2100	600	1700
5	10	-32	2200	750	2100
6	0	-∞	2300	950	2700

Frequenza massima: 30Hz - Numero di campioni: 50 - Passo in frequenza: 0.60 Hz



Profili di velocità V_s e V_p

6.2. Curva HVSR



Curva H/V numerica (rosso); Curva H/V sperimentale (nero).

6.3. Conclusioni

Frequenza del picco della curva H/V sperimentale **6.50** [Hz]

Frequenza del picco della curva H/V numerica **6.20** [Hz]

Errore relativo tra le due frequenze di picco **5** [%]

Il modello ricavato dalla sovrapposizione della curva numerica e della curva sperimentale è compatibile con una stratigrafia, che presenta un contrasto d'impedenza sismica significativo avente un picco a circa 6.50-6.20 Hz, riferibile ad un bedrock sismico compreso tra 31-35 mt. dal p.c..

Gualdo Tadino, 27/04/2016

Il Responsabile della Prova
Geol. Sandro Zeni

Si allega:

Schede acquisizioni (allegato linee guida OGRU)

Documentazione fotografica



Foto_1: acquisizione HVSR1




Foto_2: acquisizione HVSR2



Foto_3: acquisizione HVSR3

RIFERIMENTO ARCHIVIO: 01/2016		SITO: Zona Ind. Nord Cavallo TADINO		ORA: 17:09:04					
OPERATORE: ZENI SANDRO			GPS - Sistema di rif.: WGS84						
LATITUDINE: 43,263347		LONGITUDINE: 12,759828		ALTITUDINE: 428 mt.					
TIPO DI STAZIONE SINGOLA		TIPO DI SENSORE SS05 (0,50 Hz)		NOTE VARIE: DATA ACQUISIZIONE 18/03/2016					
STAZIONE n. 1		SENSORE n. /							
NOME DEL FILE: TAGINA HUSR1				PUNTO: /					
FREQUENZA DI CAMP. (Hz): 300		INTERVALLO DI CAMP. (ms): 3,33		DURATA ACQUISIZIONE (s): 900					
CONDIZIONI METEO		VENTO <input type="checkbox"/> assente <input checked="" type="checkbox"/> debole <5 m/s <input type="checkbox"/> medio <input type="checkbox"/> forte							
		PIOGGIA <input checked="" type="checkbox"/> assente <input type="checkbox"/> debole <input type="checkbox"/> media <input type="checkbox"/> forte							
		Temperatura (°C) 15° Note: /							
TIPO SUOLO		<input type="checkbox"/> argilla <input type="checkbox"/> sabbia <input checked="" type="checkbox"/> ghiaia <input type="checkbox"/> roccia <input type="checkbox"/> erba = <input type="checkbox"/> bassa <input type="checkbox"/> alta <input type="checkbox"/> asfalto <input type="checkbox"/> cemento <input type="checkbox"/> pavimentazione altro _____ <input checked="" type="checkbox"/> terreno asciutto <input type="checkbox"/> terreno bagnato NOTE: _____							
		ACCOPIAMENTO ARTIFICIALE SENSORE-TERRENO <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> si, tipo _____							
		PRESENZA EDIFICI <input type="checkbox"/> nessuno <input checked="" type="checkbox"/> rari <input type="checkbox"/> molti altro, tipo _____							
TRANSIENTI		nessuno	pochi	moderati	molti	moltissimi	direzione /distanza (mt.)	SORGENTI DI RUMORE MONOCROMATICO (pompe, industrie ecc.) <input type="checkbox"/> no <input checked="" type="checkbox"/> si, tipo PRESSE INDUSTRIALI	
auto								STRUTTURE NELLE VICINANZE (alberi, infrastrutture, ponti ecc.) Descrizione, altezza e distanza: Fabbricato Industriale a 20 mt.	
camion			X				15mt		
pedoni									
altro									
OSSERVAZIONI: L'ASSE Y DEL SENSORE COINCIDE CON IL NORD GEOGRAFICO.								FOTO STAZIONE DI MISURA: VEDI ALLEGATI	

RIFERIMENTO ARCHIVIO: 02/2016		SITO: <u>Zone Ind. Nord</u> <u>VALLE TADINO</u>		ORA: <u>18.05.30</u>			
OPERATORE: <u>ZENI SANDRO</u>			GPS - Sistema di rif.: <u>WGS 84</u>				
LATITUDINE: <u>43,263945</u>		LONGITUDINE: <u>12,759669</u>		ALTITUDINE: <u>428 mt.</u>			
TIPO DI STAZIONE <u>SINGOLA</u>		TIPO DI SENSORE <u>SS05 (0,5 Hz)</u>		NOTE VARIE: <u>DATA ACQUISIZIONE</u> <u>18/03/2016</u>			
STAZIONE n. <u>2</u>		SENSORE n. <u>/</u>					
NOME DEL FILE: <u>TADINA NVSR 2</u>				PUNTO: <u>/</u>			
FREQUENZA DI CAMP. (Hz): <u>300</u>		INTERVALLO DI CAMP. (ms): <u>3,33</u>		DURATA ACQUISIZIONE (s): <u>900</u>			
CONDIZIONI METEO		VENTO <input type="checkbox"/> assente <input checked="" type="checkbox"/> debole <5 m/s <input type="checkbox"/> medio <input type="checkbox"/> forte					
		PIOGGIA <input checked="" type="checkbox"/> assente <input type="checkbox"/> debole <input type="checkbox"/> media <input type="checkbox"/> forte					
		Temperatura (°C) <u>12°</u> Note: _____					
TIPO SUOLO		<input type="checkbox"/> argilla <input type="checkbox"/> sabbia <input checked="" type="checkbox"/> ghiaia <input type="checkbox"/> roccia <input type="checkbox"/> erba = (<input type="checkbox"/> bassa <input type="checkbox"/> alta)					
		<input type="checkbox"/> asfalto <input type="checkbox"/> cemento <input type="checkbox"/> pavimentazione altro _____					
		<input checked="" type="checkbox"/> terreno asciutto <input type="checkbox"/> terreno bagnato NOTE: _____					
ACCOPPIAMENTO ARTIFICIALE SENSORE-TERRENO <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> si, tipo _____							
PRESENZA EDIFICI <input type="checkbox"/> nessuno <input checked="" type="checkbox"/> rari <input type="checkbox"/> molti altro, tipo _____							
TRANSIENTI		nessuno	pochi	moderati	molti	moltissimi	
		direzione / distanza (mt.)					
		auto		<input checked="" type="checkbox"/>			<u>10 mt.</u>
		camion					
		pedoni					
altro							
SORGENTI DI RUMORE MONOCROMATICO (pompe, industrie ecc.) <input type="checkbox"/> no <input checked="" type="checkbox"/> si, tipo <u>rumore industriali</u>							
STRUTTURE NELLE VICINANZE (alberi, infrastrutture, ponti ecc.) Descrizione, altezza e distanza: <u>Fabbricato Industriale a 20 mt.</u>							
OSSERVAZIONI: <u>L'ASSE Y DEL SENSORI</u> <u>COINCIDE CON IL NORD</u> <u>GEOLGRAFICO.</u>			FOTO STAZIONE DI MISURA: <u>VEDI ALLEGATI</u> 				

RIFERIMENTO ARCHIVIO: 3/2016		SITO: Zona Ind. NORD CIVILNO TADINO		ORA: 17:37:04					
OPERATORE: ZENI SANDRO			GPS - Sistema di rif.: WGS84						
LATITUDINE: 43.264917		LONGITUDINE: 12.759414		ALTITUDINE: 428 mt.					
TIPO DI STAZIONE SINGOLA		TIPO DI SENSORE SS05 (0,5 Hz)		NOTE VARIE: DATA ACQUISIZIONE 18/03/2016					
STAZIONE n. 3		SENSORE n. /							
NOME DEL FILE: TAGINA HUSK3				PUNTO: /					
FREQUENZA DI CAMP. (Hz): 300		INTERVALLO DI CAMP. (ms): 3,33		DURATA ACQUISIZIONE (s): 900					
CONDIZIONI METEO		VENTO <input type="checkbox"/> assente <input checked="" type="checkbox"/> debole <5 m/s <input type="checkbox"/> medio <input type="checkbox"/> forte							
		PIOGGIA <input checked="" type="checkbox"/> assente <input type="checkbox"/> debole <input type="checkbox"/> media <input type="checkbox"/> forte							
		Temperatura (°C) 14° Note:							
TIPO SUOLO		<input type="checkbox"/> argilla <input type="checkbox"/> sabbia <input checked="" type="checkbox"/> ghiaia <input type="checkbox"/> roccia <input type="checkbox"/> erba = (<input type="checkbox"/> bassa <input type="checkbox"/> alta)							
		<input type="checkbox"/> asfalto <input type="checkbox"/> cemento <input type="checkbox"/> pavimentazione altro _____							
		<input checked="" type="checkbox"/> terreno asciutto <input type="checkbox"/> terreno bagnato NOTE: _____							
ACCOPPIAMENTO ARTIFICIALE SENSORE-TERRENO <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> si, tipo _____									
PRESENZA EDIFICI <input type="checkbox"/> nessuno <input checked="" type="checkbox"/> rari <input type="checkbox"/> molti altro, tipo _____									
TRANSIENTI		nessuno	pochi	moderati	molti	moltissimi	direzione /distanza (mt.)	SORGENTI DI RUMORE MONOCROMATICO (pompe, industrie ecc.)	
								<input type="checkbox"/> no <input checked="" type="checkbox"/> si, tipo <u>messe industriali</u>	
								STRUTTURE NELLE VICINANZE (alberi, infrastrutture, ponti ecc.)	
								Descrizione, altezza e distanza:	
								<u>Fabbricato Industriale a 30 mt.</u>	
auto							25 mt.		
camion									
pedoni									
altro									
OSSERVAZIONI: L'ASSE Y DEL SENSORIO COINCIDE CON IL NORD GEOGRAFICO.								FOTO STAZIONE DI MISURA:	
								VEDI ALLEGATI 