

CONCORSO PER LA PROGETTAZIONE DEL
**“NUOVO POLO DEI LABORATORI
RITA LEVI MONTALCINI”**
PER L’INMI L. SPALLANZANI IRCCS

ALLEGATO 10.4
RELAZIONE GEOLOGICA
PADIGLIONE BAGLIVI

Relazione redatta a cura dello Studio Associato di Geologia GFB

Dicembre 2014



I.N.M.I.
Istituto Nazionale per le Malattie Infettive "Lazzaro Spallanzani"
I.R.C.C.S.
 Via Portuense, 292 - 00149 Roma



**STUDIO DI VULNERABILITA' SISMICA E RELATIVO
 PROGETTO PRELIMINARE DI ADEGUAMENTO
 STRUTTURALE DELL' OSPEDALE LAZZARO
 SPALLANZANI, PADIGLIONE BAGLIVI**

STUDIO G.F.B.

Via C. Colombo, 134
 00147 - ROMA

GEOL. FRANCESCO FLUMERI
 GEOL. AURORA BERGAMINI

Corpo di fabbrica in oggetto di Studio:

**OSPEDALE SPALLANZANI
 PADIGLIONE BAGLIVI**

**RELAZIONE GEOLOGICA
 RISPOSTA SISMICA LOCALE**

Data:

Scala:

Tav. n°

R-03

AGGIORNAMENTI

Data:

Descrizione:

--	--

Indice

INTRODUZIONE	2
NOTE GEOLOGICHE, GEOMORFOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE	4
CARATTERISTICHE GEOTECNICHE E SISMICHE.....	8
STUDIO DI RISPOSTA SISMICA LOCALE.....	11
ALLEGATI:.....	13

Figure

Figura 1: UBICAZIONE AREA D'INTERESSE SU CTR	3
Figura 2: STRALCIO CARTA GEOLOGICA – FOGLIO 374 – ROMA PROGETTO CARG	6
Figura 3: STRALCIO CARTA TOPOGRAFICA IGM DEL 1924	7
figura 4: GRAFICO DI SINTESI DELLO STUDIO DI RSL	12

Introduzione

La presente relazione costituisce il supporto geologico allo *studio di vulnerabilità sismica dei padiglioni Del Vecchio e Baglivi* dell’Ospedale Lazzaro Spallanzani di Roma.

In essa vengono riportati i caratteri geologici dell’area in cui si trovano i due padiglioni, ricavati dai dati di letteratura e dai risultati di tutte le indagini geognostiche direttamente eseguite o a conoscenza degli scriventi, svolte su aree limitrofe a quella d’interesse, e nello specifico sono state prese in considerazione le seguenti relazioni:

- Indagini geognostiche Padiglione Baccelli e area antistante – febbraio 1998 – Dott. Geol. F. Flumeri

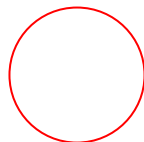
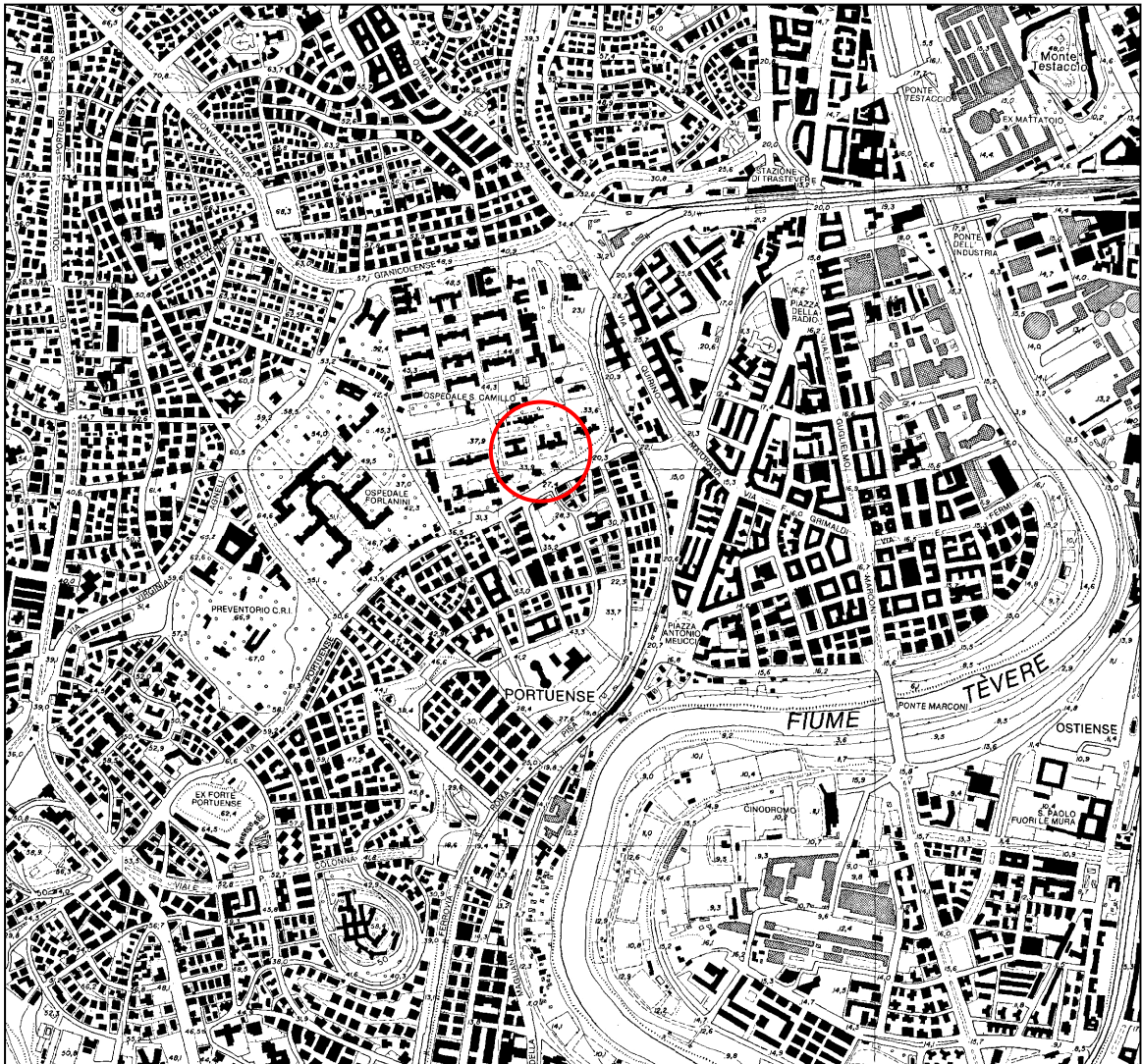
- Indagini geognostiche Padiglione otorino – Oculistico e Maternità – luglio 2001 – Dott. Geol. V. Federici

- Indagini geognostiche Padiglione Cisalpino - novembre 2001 – Dott. Geol. V. Federici

Per la definizione litostratigrafica, geomorfologica e idrogeologica della zona in esame, nonché per la caratterizzazione geotecnica dei terreni che ne costituiscono il sottosuolo, ci si è avvalsi dello studio della C.G. d’I. scala 1:100000 foglio 149 - “Cerveteri” e relative note illustrative, della C.G. d’I scala 1:50000, Fogli 374 “Roma” e 387 “Albano Laziale” (Progetto CARG), della Idrogeologia Della Provincia Di Roma (1990) e della Geologia del Territorio del Comune di Roma. (2002) del prof. U. Ventriglia.

L’area d’interesse ricade nei Fogli 374 sezione 100 della C.T.R. scala 1:10000 e nella tavoletta IV SO, del Foglio 150 della carta topografica IGM.

Figura 1: UBICAZIONE AREA D'INTERESSE SU CTR



Area d'interesse

Note geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche

L'area d'interesse ricade in un comprensorio caratterizzato dalla presenza di elementi vulcanici, appartenenti alla formazione di Villa Senni (sintema Quartaccio), noti come Pozzolanelle, su cui si sono sovrapposti elementi sedimentari a granulometria sabbiosa, conosciuti come formazione di Vitinia, che si incontrano nelle zone più rilevate e non erose dalle attività modellanti delle acque superficiali.

La formazione vulcanica, che al complesso dei Colli Albani, presenta spessori di circa 20 metri ed è stata interessata, da un'intensa attività estrattiva, per lo più in sotterranea, per la coltivazione degli elementi litoidi conosciuti come Tufo Lionato. Nelle immediate vicinanze dell'area d'interesse è nota la presenza di un esteso sistema caveale. E pertanto non se ne può escludere la presenza anche al di sotto delle verticali dei padiglioni oggetto dello studio.

Dalle conoscenze dirette dei terreni della zona, e dai dati di letteratura disponibili si può ricavare la seguente situazione stratigrafica locale:

- 1- **Terreni di riporto antichi** - spessore 4.5 ÷ 5.0 metri
- 2- **Tufi litoidi e semilitoidi** – fino ad almeno 20 metri

I terreni di riporto sono prevalentemente di natura piroclastica e sono dotati di uno stato di addensamento variabile e generalmente discreto, come si desume dai risultati di prove di resistenza su di essi effettuate in campagne geognostiche eseguite in aree limitrofe.

Il complesso vulcanico sottostante si presenta, come precedentemente indicato, di natura prevalentemente tufacea, con alternanza di livelli litoidi e livelli semicoerenti, con un buono stato di addensamento.

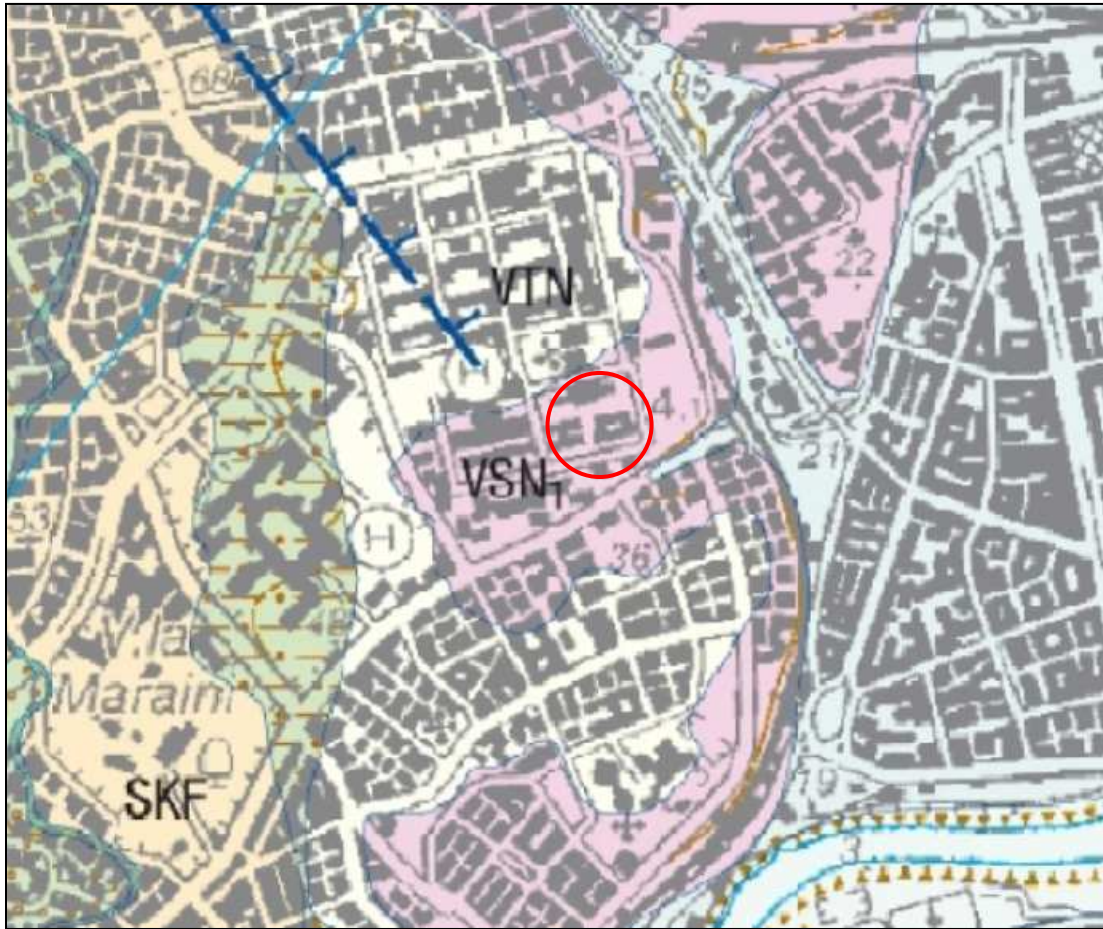
Tutta la zona risulta ampiamente urbanizzata pertanto le antiche forme morfologiche locali sono “mascherate” dalle attività antropiche che si sono susseguite fin da oltre 2000 anni fino ai giorni nostri.


Nel passato, fino agli inizi del 1900, la zona si presentava con un profilo collinare dolce e con pendenze generalmente modeste, modellata dalle acque di scorrimento superficiale. Le principali forme antropiche di modifica del paesaggio erano rappresentate dai fronti di attacco delle cave, alcune iniziate presumibilmente in epoca romana, e poi sfruttate fino a circa 50-60 anni fa e dai vari sfornellamenti legati ai crolli delle volte delle gallerie. Successivamente, sia la realizzazione della linea ferroviaria che l'intensa urbanizzazione hanno portato all'attuale morfologia dove, a livello generale si può ancora riscontrare l'andamento degli antichi fossi della zona ma che, appunto, a livello locale ha obliterato le forme di evoluzione morfologica (vedi fig. 3).


Anche la permeabilità e la circolazione superficiale delle acque meteoriche risulta ormai profondamente modificata dalla presenza delle pavimentazioni e dalle opere di raccolta e smaltimento.

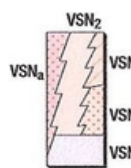
Non sono presenti dati che fanno ipotizzare la presenza di una falda acquifera per i primi 20-25 metri di profondità, anche se non si può escludere la possibilità di incontrare falde “sospese” legate alle locali differenze di permeabilità dei terreni presenti.

Figura 2: STRALCIO CARTA GEOLOGICA – FOGLIO 374 – ROMA PROGETTO CARG



 Area d'interesse

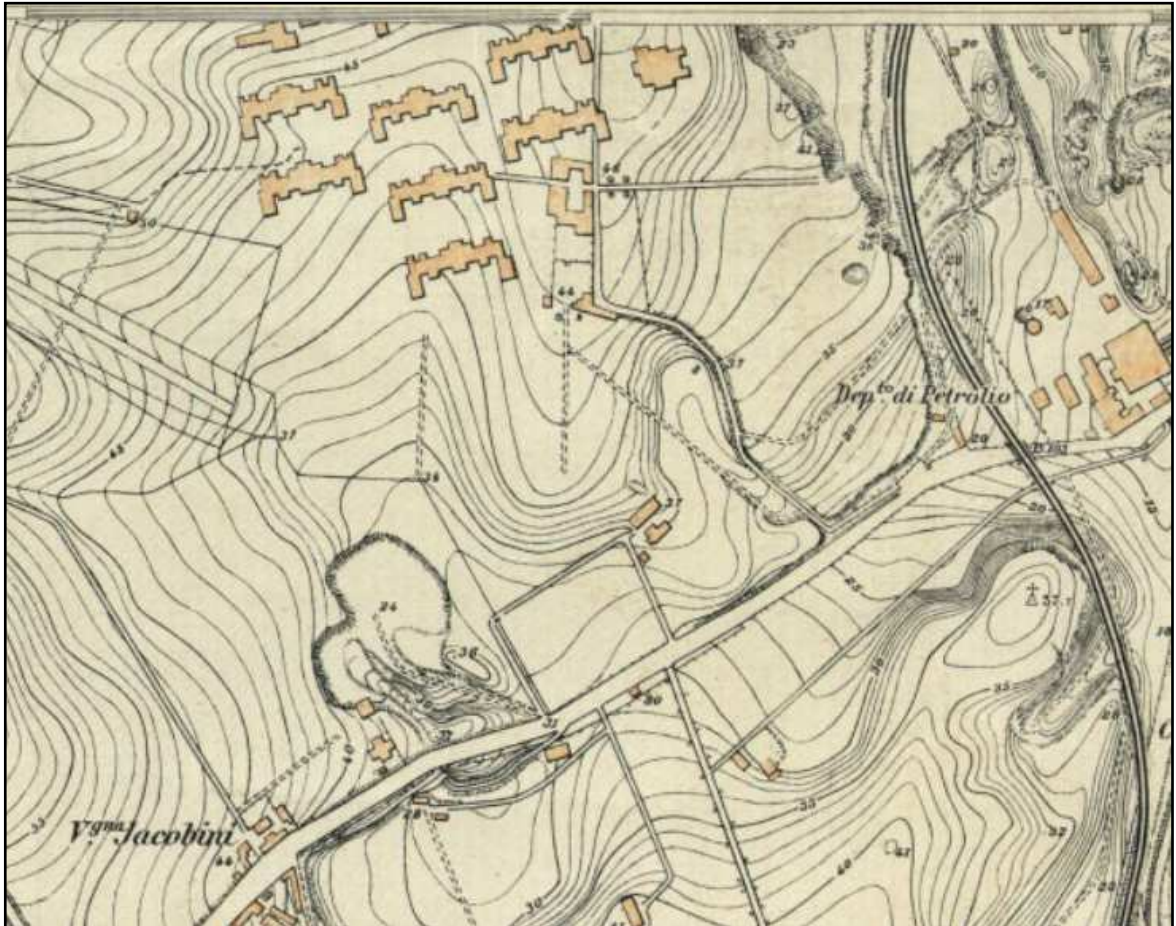
 **VTN Formazione di Vitinia**
 VTN Sabbie fluviali ad elementi vulcanici, ghiaie calcaree e silicee a matrice sabbiosa ad elementi vulcanici, limi con abbondanti resti di vertebrati e concrezioni travertinose. Spessore fino a 20 m.
 PLEISTOCENE MEDIO p.p.

 **VSN Formazione di Villa Senni**
 La formazione di Villa Senni e' riferibile all'ultima eruzione di grande volume del litosoma Vulcano Laziale, cui e' legata la forma attuale della caldera del vulcano dei Colli Albani, con meccanismi di colata piroclastica (VSN1, VSN2) e lahar (VSNa). L'eta' radiometrica varia tra 357±2 ka (3) e 338±8 ka (8).
 PLEISTOCENE MEDIO p.p.

VSN₂ Pozzolanelle

Deposito piroclastico massivo, di colore da viola a nero, a matrice cineritico grossolana-lapillosa, povero in fini e ricco di cristalli di leucite, biotite e clinopirosseno, contenente grosse scorie nere, generalmente incoerente. Lapilli e blocchi di litici lavici e olocristallini possono raggiungere il 30% del deposito. Spessori massimi 30 m. Spesso sono presenti gas-pipes. Composizione da tefrifonolitica a fonotefritica (5); "Tufo di Villa Senni" e "Pozzolanelle" Auctt.

Figura 3: STRALCIO CARTA TOPOGRAFICA IGM DEL 1924
(Piano topografico di Roma e suburbio – Foglio 10)



Caratteristiche geotecniche e sismiche

I terreni autoctoni presenti nel sottosuolo dei padiglioni Baglivi e Del Vecchio non sono stati oggetto di prove geotecniche in sito o di laboratorio ma è comunque possibile caratterizzarli sia dai risultati delle prove geofisiche MASW, sia sulla base di numerosi test eseguiti all'interno della stessa formazione geologica durante campagne geognostiche ubicate in aree limitrofe.

Dai dati a disposizione la resistenza e lo stato di consistenza dei terreni presenti sull'area possono essere espressi dai parametri medi di seguito indicati

Terreni di riporto

$\gamma = 1.5 \div 1.6 \text{ t/mc}$	<i>peso di volume</i>
$C' = 0,0$	<i>coesione</i>
$\varphi' = 26 \div 30^\circ$	<i>angolo d'attrito</i>
$G0 = 400 \div 800 \text{ kg/cmq}$	<i>Modulo di taglio dinamico*</i>

Formazione tufacea

$\gamma = 1.7 \text{ t/mc}$	<i>peso di volume del terreno</i>
$C' = 0,20 \text{ kg/cmq}$	<i>coesione</i>
$\varphi' = 35^\circ$	<i>angolo di attrito</i>
$Eu = 1000 \text{ kg/cmq}$	<i>modulo di Young</i>
$K = 50 \text{ kg/cm}$	<i>Coeff. di reazione elastico del terreno</i>
$G0 = 4000 \div 1000 \text{ kg/cmq}$	<i>Modulo di taglio dinamico*</i>

* Da prove geofisiche MASW

In sito sono state eseguite n. 3 prove MASW ubicate come da planimetria ubicata in allegato che hanno messo in luce una sismostratigrafia del tutto confrontabile tra le prime due prove sia come andamento e spessore medio dei sismostrati sia come valori di velocità delle onde S mentre la terza prova ha fatto registrare risultati mediamente più bassi.

Dai risultati riportati nella relazione delle indagini geofisiche in allegato, si riscontra la presenza di inversioni del profilo delle velocità delle onde S in tutti e tre le prove eseguite, ma solamente nella MASW n. 1 sono verificate contemporaneamente le seguenti 4 condizioni:

- Un terreno rigido che in profondità sovrasta un terreno soffice con un rapporto $V_{srig}/V_{ssof} > 1.5$;
- La differenza fra le Vs dei due terreni deve essere > 200 m/s;
- Lo spessore dello strato a minore velocità deve essere > 5 m
- La Vs dello strato più rigido deve essere ≥ 500 m/s

pertanto solo per questa stesa la classificazione della categoria di sottosuolo è da assumere pari a S2 mentre per le altre due MASW i valori di Vs30 ricavati fanno ricadere i terreni presenti nella categoria di suolo di fondazione **B**.

MASW 1 Vs30 = 477 m/s – Categoria S2

MASW 2 Vs30 = 432 m/s – Categoria B

MASW 3 Vs30 = 373 m/s – Categoria B

L'area d'interesse appartiene alla UAS XVI ed è classificata come zona **3** sottozona **A**, con una accelerazione a_g comprese tra 0.10 e 0.15g.

Di seguito vengono riportate le coordinate, in ED50, del centro dell'area in oggetto di studio e quelle della maglia di riferimento, necessarie per il calcolo dei parametri sismici.

Sito in esame.

latitudine: 41,867681

longitudine: 12,459618

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 28511	Lat: 41,8798	Lon: 12,4158	Distanza: 3874,091
Sito 2 ID: 28512	Lat: 41,8804	Lon: 12,4829	Distanza: 2394,155
Sito 3 ID: 28734	Lat: 41,8304	Lon: 12,4837	Distanza: 4596,391
Sito 4 ID: 28733	Lat: 41,8298	Lon: 12,4166	Distanza: 5516,187

Studio di Risposta Sismica Locale

Al fine di quantificare meglio la risposta del sito all'azione delle onde sismiche è stato eseguito uno Studio di Risposta Sismica Locale ponendo come base stratigrafica e sismostratigrafica i risultati della prova geofisica MASW1 che ha fatto registrare un'inversione di velocità e quindi considerata la più penalizzante per l'area in esame.

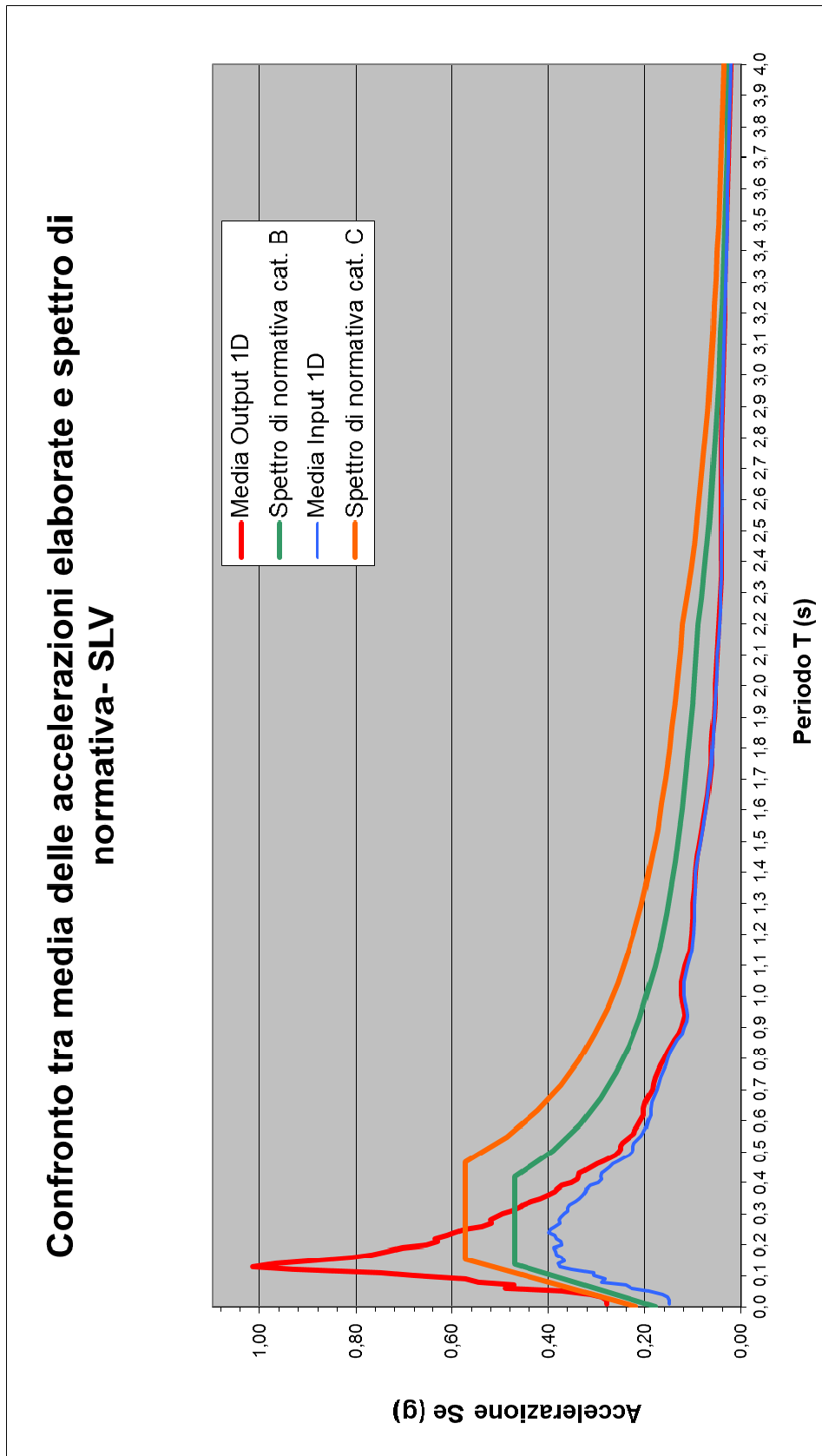
Di seguito si riportano le conclusioni dello studio di RSL mentre si rimanda al relativo allegato per i grafici ed i tabulati di dettaglio.

Si specifica che trattandosi di verifica di vulnerabilità sismica è stato preso in considerazione solamente lo stato limite di salvaguardia della vita (SLV).

Dall'analisi del grafico di sintesi sotto riportato si evince che la curva di Output supera, per il periodo da 0.02 a 0.25 s, gli spettri di normativa di categoria **B** ed anche quelli di normativa di categoria **C**.

Per le verifiche dei padiglioni in esame, quindi, possono venire utilizzati tutti i parametri indipendenti e dipendenti dell'approccio semplificato sia per la categoria di sottosuolo **B** che di quella **C**, qualora i periodi dei moti delle strutture siano al di fuori del picco determinato con la RSL, altrimenti si potranno utilizzare i valori di accelerazione dai tabulati in allegato relativi alle medie degli Output.

Figura 4: GRAFICO DI SINTESI DELLO SUDIO DI RSL



ALLEGATI:

- Studio di Risposta Sismica Locale
- Indagine geofisica a mezzo MASW

STUDIO DI RISPOSTA SISMICA LOCALE

Indice

1. Introduzione.....	15
2. Definizione dell'Input sismico	16
2.1 Stima dell'accelerazione di base	16
2.2 Dati di disaggregazione	17
2.3 Estrazione degli accelerogrammi di input.....	18
3. Analisi monodimensionale di risposta sismica locale.....	20
3.1 Sismostratigrafia di input	20
3.2 Esecuzione dell'analisi	21
4. Grafici e Tabulati.....	23

- Dati di disaggregazione
- Grafici di output
- Tabulati riepilogativi
- Stratigrafia di riferimento
- Prova Down Hole

1. Introduzione

Nella presente relazione vengono riportati i calcoli e le procedure utilizzate per la verifica della Risposta Sismica Locale (RSL) eseguita per un'area sita nel Comune di Roma, all'interno dell'Ospedale Lazzaro Spallanzani, nei pressi dei padiglioni Baglivi e Del Vacchio, e finalizzata alla loro verifica sismica.

Per le varie operazioni di estrapolazione dei dati, nonché per quelle di input e di output dei valori sono stati utilizzati i seguenti software di calcolo e le seguenti risorse online:

- Spettri-NTC ver. 1.0.3.xls
- Geostru Ps – Calcolo dei parametri sismici (http://www.geostru.com/geoapp/parametri_sismici.aspx)
- Progetto DPC-INGV - S1: Mappe interattive di Pericolosità Sismica (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>)
- Iervolino I., Galasso C. & Cosenza E. (2010)-REXEL v. 3.4: computer aided record selection for code based seismic structural analysis. Bulletin of Earthquake Engineering, 8:339-362
- Bardet J. P., Ichii K. & Linn C.H.(2000) – EERA, A computer program for Equivalent Earthquake site Response Analyses of Layered Soil Deposits. University of Southern California
- Idriss I.M.& Sun J .I.(1992)–SHAKE91: A computer program for conducting equivalent linear seismic response analyses of horizontally layer and soil deposits. User's Guide, University of California, Davis, California, 13 pp.

Alla presente si allegano:

- Dati di disaggregazione
- Grafici di output
- Tabulati riepilogativi

2. Definizione dell'Input sismico

2.1 Stima dell'accelerazione di base

I parametri utilizzati per la determinazione, tramite il foglio di calcolo Spettri NTC ver. 1.0.3, dell'accelerazione di base **ag**, necessaria per la scalatura degli accelerogrammi di riferimento, sono stati forniti dai progettisti e risultano essere:

Vita Nominale V_n	50 anni
Coefficiente d'uso C_u	2.0
Vita di riferimento V_r	100 anni

Categoria di sottosuolo (da prova MASW) C e S2

Categoria topografica T1

Da cui si ottengono i seguenti valori:

STATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
SLO	60	0,057	2,506	0,273
SLD	101	0,070	2,518	0,280
SLV	949	0,150	2,619	0,298

2.2 Dati di disaggregazione

Dal webgis dell'INGV (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>), vengono ricavati i dati di disaggregazione, che permettono di determinare le coppie che presentano una probabilità significativa rispetto al sito in esame, in termini di magnitudo e distanza e per gli stati limite considerati (grafici e relative tabelle in allegato); questi dati sono necessari per delimitare il range di ricerca all'interno dei database degli accelerogrammi naturali.

Gli intervalli sono stati successivamente parzializzati al fine di velocizzare le operazioni di ricerca nelle banche dati; di seguito vengono riportati i limiti di ricerca significativi per l'estrazione degli accelerogrammi.

Da specificare che poiché si tratta di una verifica per adeguamento sismico si è analizzato solamente lo Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)

	Magnitudo		Raggio di ricerca (km)	
	min	Max	Da	A
SLV	4	5.5	0	30

Il fattore di scala impostato per la scalatura degli accelerogrammi è stato posto pari a 6.

2.3 Estrazione degli accelerogrammi di input

Per la ricerca dei 7 accelerogrammi naturali compatibili con il sito in esame e la classe della struttura di progetto, si è utilizzato il programma REXEL v.3.4 beta di Iervolino et alii, tramite il quale è stato interrogato il seguente database:

European Strong-motion Database (ESD)

Ambraseys, N., Smit, P., Sigbjornsson, R., Suhadolc, P. and Margaris, B. Internet-Site for European Strong-Motion Data, European Commission, Research-Directorate General, Environment and Climate Programme (2002).
<http://www.isesd.cv.ic.ac.uk/ESD/>

che riporta registrazioni di magnitudo maggiore di 4 ed in condizione di free-field.

I dati immessi nel software per costruire lo spettro di riferimento sono quelli sopra riportati, ad eccezione della categoria di sottosuolo che, come previsto, è stata imposta come A.

I parametri utilizzati per definire le tolleranze di ricerca superiori ed inferiori nonché il periodo da considerare sono:

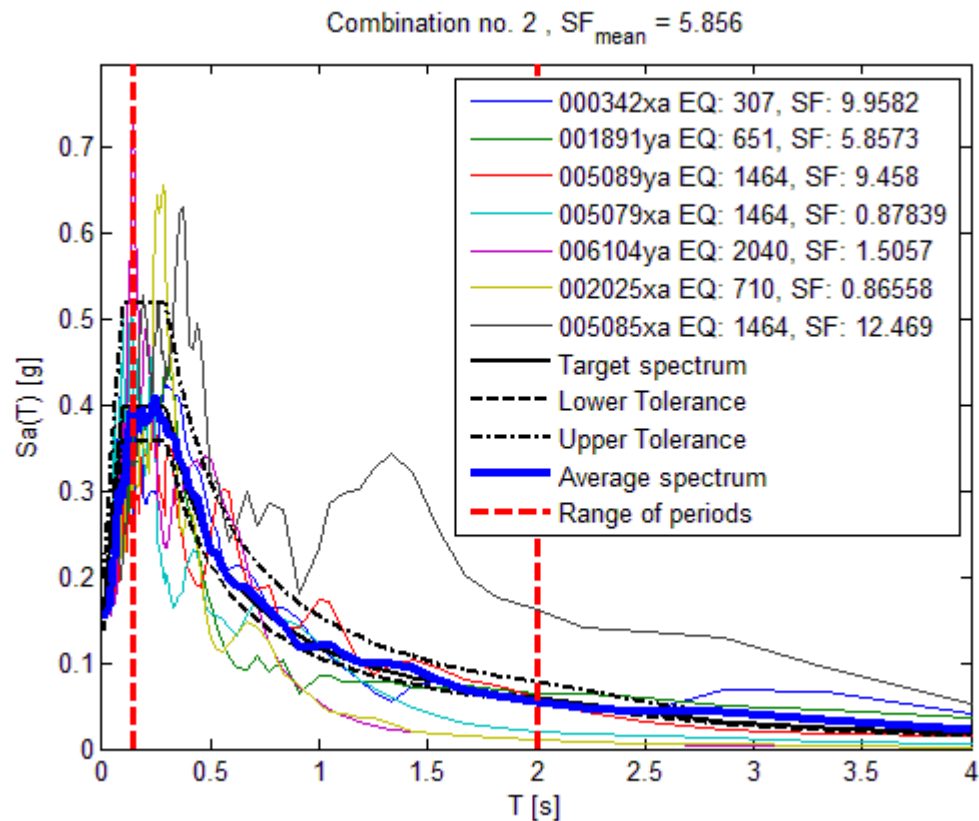
Limite inf.	10%
Limite Sup	30%
T1	0,15 s
T2	2 s

Tra tutte le combinazioni analizzate, 100 per gli SLE e per gli SLU, è stata scelta quella con minore scarto rispetto allo spettro di riferimento che, nello specifico, è la numero con i seguenti valori di scarto:

Combinazione n. 2 (SLV)

Scarto 0.046
Fattore medio di scala 5.85
Valore medio di magnitudo 5.20

Nel grafico che segue si riportano gli spettri scalati della combinazione scelta rapportata allo spettro di riferimento (target).



3. Analisi monodimensionale di risposta sismica locale

3.1 Sismostratigrafia di input

Per la sismostratigrafia di input da inserire nel software di analisi monodimensionale si è tenuto conto delle prove geofisiche Masw, interpretate anche alla luce dei risultati di tutte le indagini eseguite e delle conoscenze stratigrafiche della zona, in pratica nel foglio di calcolo EERA.xls utilizzato per l'analisi di RSL è stata inserita, la seguente sismostratigrafia riferita alla stesa MASW n. 1 che ha fatto registrare un'inversione significativa di velocità:

Soil Material Type	Thickness of layer (m)	Maximum shear modulus G_{max} (MPa)	Total unit weight (kN/m ³)	Shear wave velocity (m/sec)
2	4.2	60.7	16.5	190
2	1.2	1068.6	19.3	737
2	4.9	210.6	16.3	356
2	35	1269.2	20.0	789
		1304.8	20.0	800

Visti i terreni presenti nell'area sono state utilizzate le curve dinamiche $V_s/G/G_{max}$ e D tipiche per le sabbie di alterazione e le piroclastiti fornite dalla Regione Lazio (colonna 1 Soil Material Type =2).

Le analisi allo sono state effettuate con un fattore di smorzamento ξ pari al 5%.

3.2 Esecuzione dell'analisi e risultati

L'analisi Monodimensionale è stata svolta con il foglio di calcolo EERA (A computer program for Equivalent Earthquake site Response Analyses of Layered Soil Deposits), immettendo singolarmente i valori dell'accelerazione per i 7 accelerogrammi della combinazioni in esame.

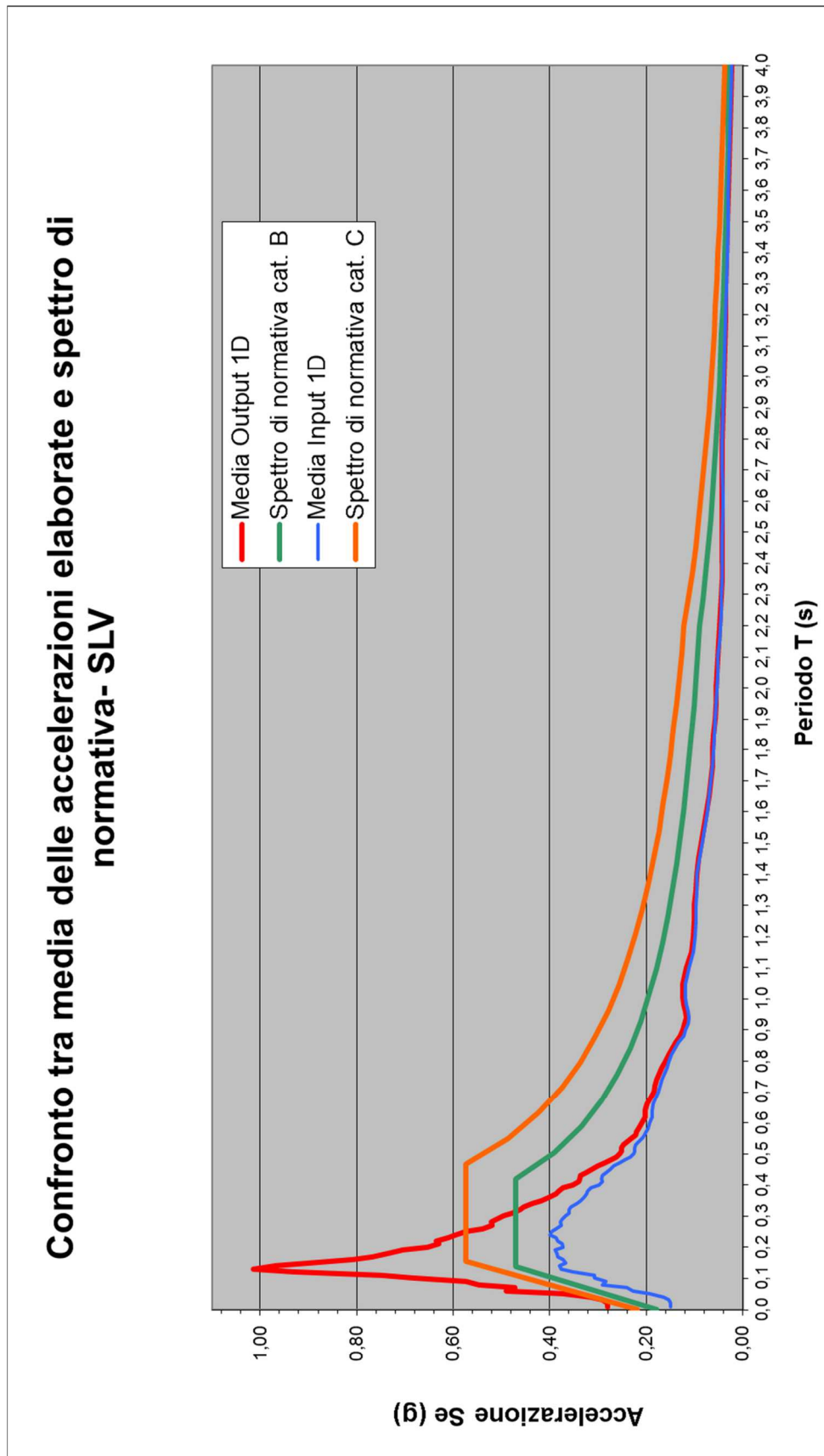
Il programma esegue inizialmente la scalatura al valore di a_g di riferimento, successivamente, viene calcolato lo sforzo compatibile con i dati di input ed infine elaborata l'accelerazione assoluta.

I 7 grafici dell'accelerazione scalata all' a_g relativa allo stato limite considerato, vengono riportati in allegato.

La media dei 7 output (in rosso) è stata infine messa a confronto con gli spettri di normativa (in verde categoria B ed in arancione categoria C), insieme al valore medio dei dati di input (in blu).

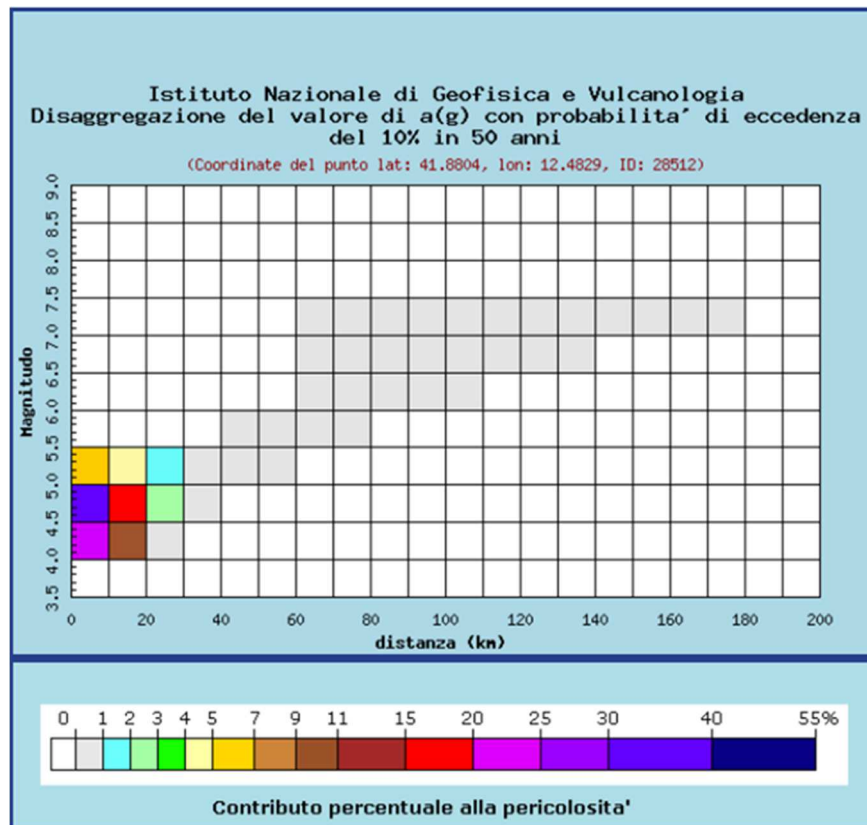
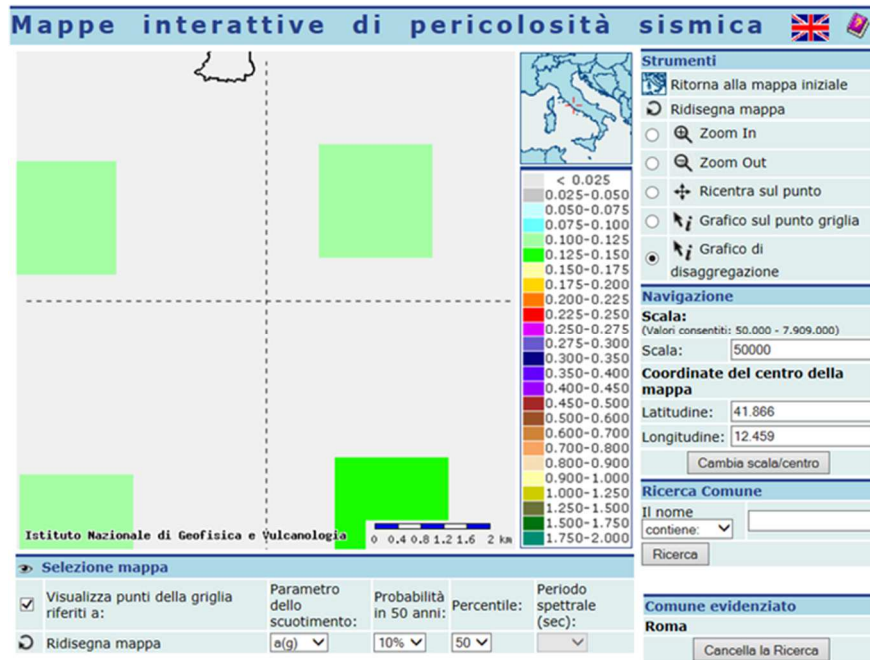
Dall'analisi del grafico di sintesi sotto riportato si evince che la curva di Output supera, per il periodo da 0.02 a 0.25 s, gli spettri di normativa di categoria B ed anche quelli di normativa di categoria C.

Per le verifiche dei fabbricati in esame, quindi, possono venire utilizzati tutti i parametri indipendenti e dipendenti dell'approccio semplificato sia per la categoria di sottosuolo B che di quella C, qualora i periodi dei moti delle strutture siano al di fuori del picco determinato con la RSL, altrimenti si potranno utilizzare i valori di accelerazione dai tabulati in allegato relativi alle medie degli Output (curve in rosso).



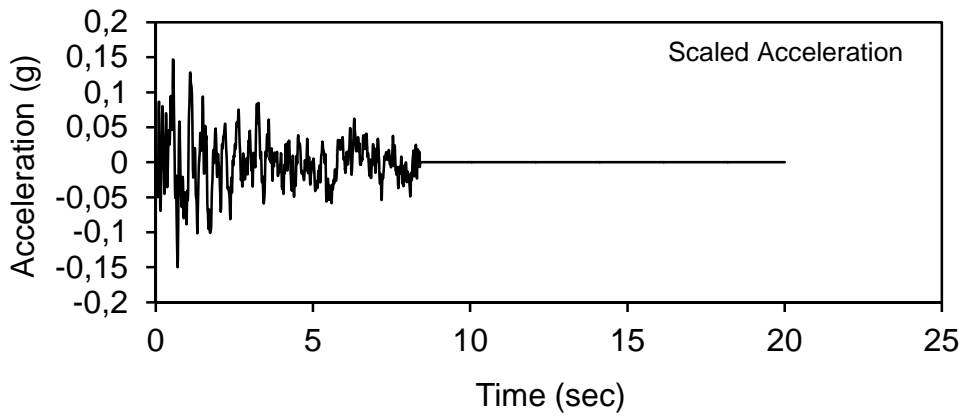
4. Grafici e Tabulati

- Dati di disaggregazione
- Grafici di output
- Tabulati riepilogativi

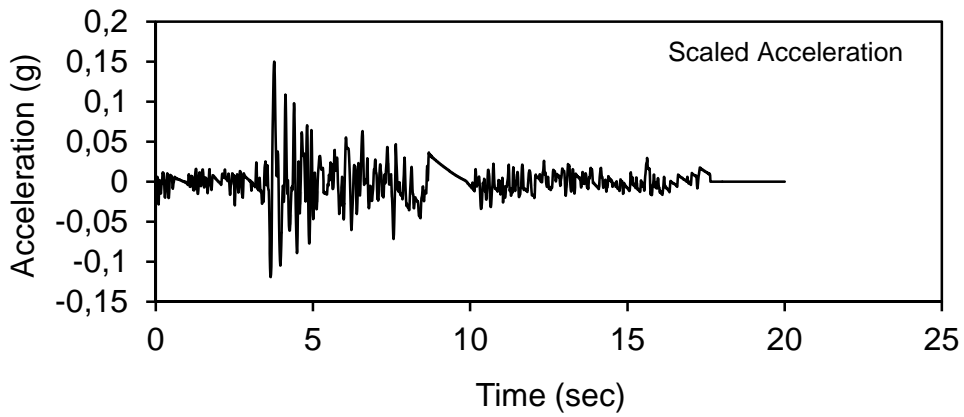


SLV

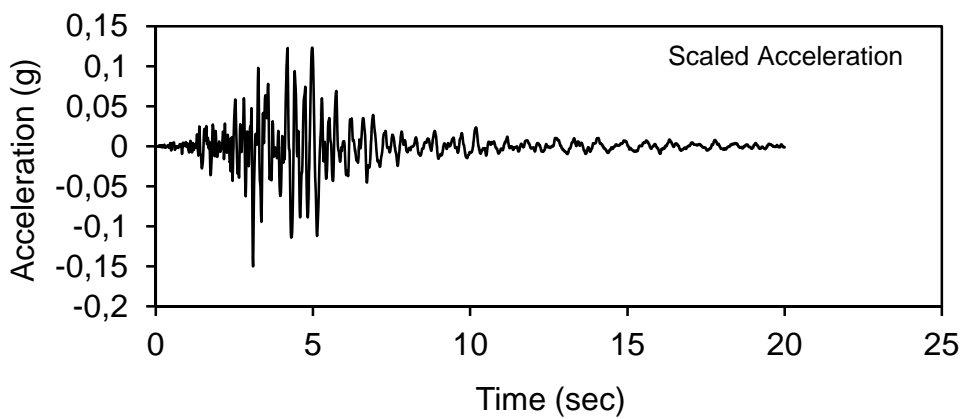
000342xa_record.txt



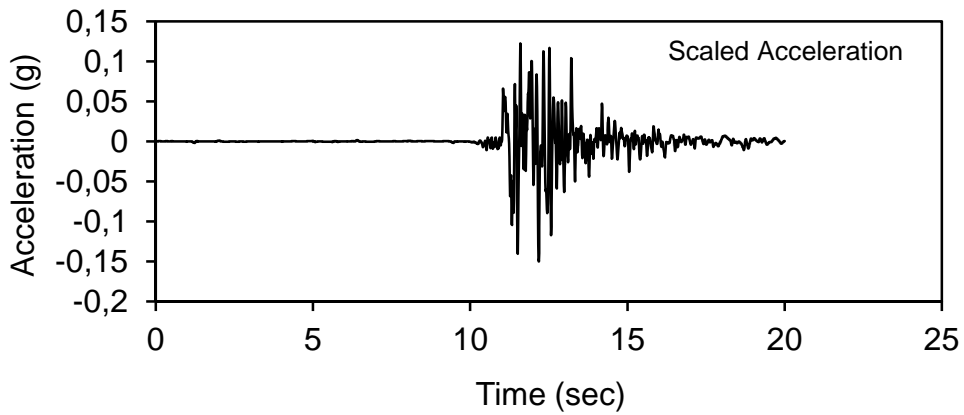
001891ya_record.txt



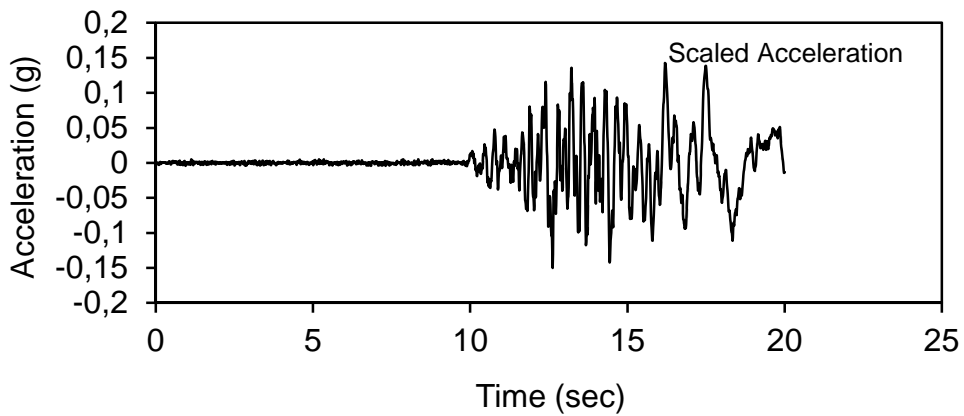
002025xa_record.txt



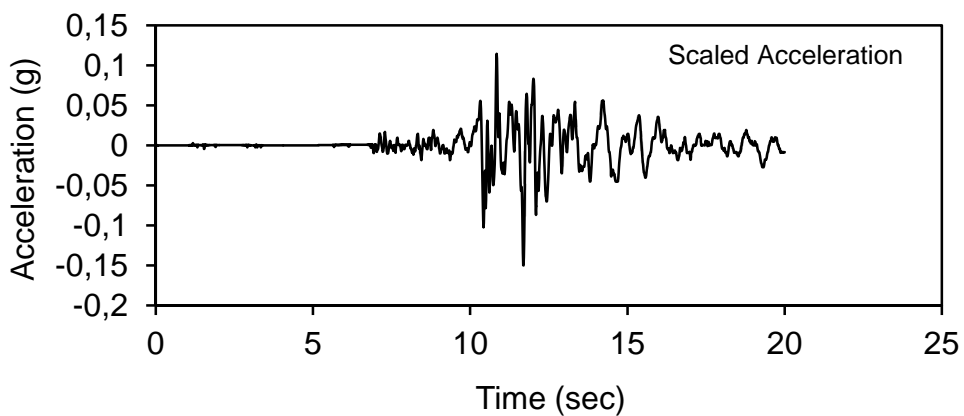
005079xa_record.txt



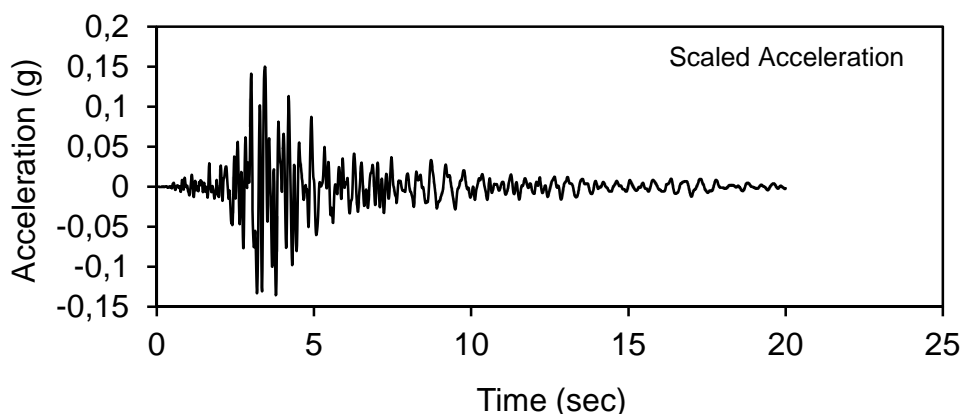
005085xa_record.txt



005089ya_record.txt



006104ya_record.txt



Periodo (sec)	Accelerazione assoluta n. 1 (g)	Accelerazione assoluta n. 2 (g)	Accelerazione assoluta n. 3 (g)	Accelerazione assoluta n. 4 (g)	Accelerazione assoluta n. 5 (g)	Accelerazione assoluta n. 6 (g)	Accelerazione assoluta n. 7 (g)	Media output (g)	Media Input (g)
0.01	0,2034	0,2579	0,3108	0,3285	0,2556	0,2113	0,3906	0,2797	0,1500
0.02	0,2035	0,2579	0,3108	0,3286	0,2556	0,2113	0,3906	0,2797	0,1500
0.03	0,2195	0,2599	0,3255	0,3506	0,2624	0,2164	0,3992	0,2905	0,1534
0.04	0,2860	0,2792	0,3421	0,3778	0,2845	0,2234	0,4098	0,3147	0,1633
0.05	0,3165	0,3329	0,3941	0,5531	0,3438	0,2398	0,4304	0,3729	0,1929
0.06	0,4344	0,3716	0,5280	0,7742	0,5770	0,2795	0,4714	0,4909	0,2282
0.07	0,4884	0,3704	0,5143	0,5754	0,5494	0,3094	0,4972	0,4721	0,2399
0.08	0,6675	0,4206	0,5589	0,7480	0,4299	0,3394	0,6615	0,5465	0,2913
0.09	0,6743	0,5291	0,4766	0,8682	0,3818	0,3974	0,6909	0,5741	0,2829
0.10	0,6877	0,6940	0,5340	0,9960	0,4234	0,5590	0,8913	0,6836	0,3068
0.11	0,8158	0,6267	0,8418	0,9438	0,5871	0,5678	0,8696	0,7503	0,3081
0.12	0,8386	0,6855	1,0793	1,0440	0,8999	0,6423	1,3374	0,9324	0,3519
0.13	0,7370	1,1100	0,8696	1,4308	0,9648	0,5807	1,4005	1,0133	0,3763
0.14	0,6261	1,0420	0,6317	1,3429	0,7265	0,5443	1,8534	0,9667	0,3799
0.15	0,5683	0,7997	0,7830	1,1182	0,5807	0,5523	1,8907	0,8990	0,3667
0.16	0,7310	0,6791	0,6604	0,8697	0,6348	0,6739	1,4058	0,8078	0,3719
0.17	0,7887	0,5670	0,6440	0,9754	0,8293	0,5533	1,0123	0,7671	0,3829
0.18	0,6911	0,5762	0,6334	0,8762	0,9459	0,5643	0,8629	0,7357	0,3856
0.19	0,5705	0,5860	0,5999	0,7454	0,9262	0,6398	0,8626	0,7043	0,3885
0.20	0,5117	0,5672	0,5463	0,6414	0,8406	0,5848	0,8815	0,6533	0,3731
0.21	0,4887	0,5842	0,5012	0,6859	0,7203	0,5827	0,8500	0,6304	0,3749
0.22	0,4686	0,6038	0,5745	0,7790	0,6912	0,5627	0,7731	0,6361	0,3829
0.23	0,4477	0,5910	0,6547	0,7087	0,6049	0,5699	0,6908	0,6097	0,3865
0.24	0,4264	0,5700	0,7953	0,6232	0,6311	0,5415	0,5855	0,5961	0,4005
0.25	0,4060	0,5600	0,8940	0,4917	0,6570	0,5011	0,5086	0,5741	0,3961
0.26	0,4409	0,5552	0,8606	0,3491	0,6883	0,4295	0,4525	0,5394	0,3867
0.27	0,4971	0,5574	0,8479	0,3100	0,6003	0,3914	0,4342	0,5197	0,3764

0.28	0,5330	0,5978	0,8730	0,2684	0,6186	0,3798	0,3778	0,5212	0,3779
0.29	0,5465	0,5884	0,8243	0,2943	0,5655	0,4131	0,3419	0,5106	0,3748
0.30	0,5390	0,6005	0,7009	0,3002	0,5395	0,4655	0,3204	0,4951	0,3676
0.31	0,5154	0,5833	0,6177	0,2843	0,5483	0,4679	0,3228	0,4771	0,3603
0.32	0,5035	0,5445	0,5749	0,2535	0,5802	0,4295	0,3388	0,4607	0,3597
0.33	0,4832	0,5132	0,5118	0,2283	0,6583	0,3973	0,3806	0,4532	0,3567
0.34	0,4961	0,4777	0,4487	0,2181	0,6908	0,3399	0,3797	0,4359	0,3439
0.35	0,4873	0,4447	0,3806	0,2219	0,7201	0,3278	0,3439	0,4180	0,3361
0.36	0,4668	0,4140	0,3270	0,2282	0,7464	0,3073	0,3269	0,4024	0,3289
0.37	0,4395	0,3866	0,2952	0,2250	0,7480	0,2840	0,3283	0,3867	0,3245
0.38	0,4185	0,3608	0,3088	0,2504	0,7256	0,2637	0,3479	0,3822	0,3224
0.39	0,4010	0,3423	0,3182	0,2693	0,6615	0,2474	0,3635	0,3719	0,3150
0.40	0,3890	0,3225	0,3249	0,2764	0,5482	0,2334	0,3722	0,3524	0,2987
0.41	0,3799	0,3010	0,3222	0,2728	0,5130	0,2227	0,3738	0,3408	0,2912
0.42	0,3754	0,2825	0,3082	0,2762	0,5239	0,2168	0,3836	0,3381	0,2935
0.43	0,3709	0,2684	0,2870	0,2715	0,5446	0,2151	0,3927	0,3357	0,2914
0.44	0,3654	0,2559	0,2640	0,2582	0,5352	0,2063	0,3901	0,3250	0,2832
0.45	0,3594	0,2439	0,2426	0,2389	0,5197	0,2024	0,3811	0,3126	0,2743
0.46	0,3503	0,2327	0,2207	0,2161	0,5062	0,2071	0,3661	0,2999	0,2667
0.47	0,3381	0,2214	0,1992	0,1943	0,4754	0,2156	0,3642	0,2869	0,2568
0.48	0,3238	0,2109	0,1759	0,1905	0,4194	0,2291	0,3648	0,2735	0,2441
0.49	0,3075	0,2011	0,1599	0,1859	0,3605	0,2482	0,3661	0,2613	0,2325
0.50	0,2895	0,1908	0,1538	0,1809	0,3283	0,2706	0,3646	0,2541	0,2259
0.51	0,2771	0,1804	0,1479	0,1754	0,3281	0,2931	0,3602	0,2517	0,2246
0.52	0,2801	0,1702	0,1415	0,1698	0,3360	0,3115	0,3531	0,2517	0,2248
0.53	0,2735	0,1595	0,1352	0,1648	0,3329	0,3237	0,3434	0,2476	0,2214
0.54	0,2578	0,1486	0,1293	0,1597	0,3158	0,3288	0,3314	0,2388	0,2152
0.55	0,2358	0,1385	0,1248	0,1577	0,2962	0,3285	0,3218	0,2290	0,2083
0.56	0,2262	0,1333	0,1264	0,1566	0,2783	0,3250	0,3151	0,2230	0,2038
0.57	0,2229	0,1282	0,1291	0,1554	0,2605	0,3305	0,3093	0,2194	0,1997
0.58	0,2228	0,1234	0,1323	0,1531	0,2486	0,3301	0,3028	0,2162	0,1964
0.60	0,2236	0,1149	0,1393	0,1471	0,2453	0,3083	0,2873	0,2094	0,1925
0.62	0,2225	0,1078	0,1446	0,1392	0,2549	0,2646	0,2828	0,2024	0,1871
0.64	0,2210	0,1015	0,1520	0,1491	0,3065	0,2273	0,2641	0,2031	0,1885
0.66	0,2186	0,0950	0,1561	0,1611	0,3155	0,2077	0,2353	0,1985	0,1861
0.68	0,2146	0,1039	0,1515	0,1680	0,2952	0,1848	0,2170	0,1907	0,1803
0.70	0,2085	0,1105	0,1471	0,1735	0,2729	0,1852	0,1969	0,1849	0,1754
0.72	0,2005	0,1078	0,1510	0,1779	0,2694	0,1906	0,1734	0,1815	0,1712
0.74	0,1911	0,0986	0,1481	0,1787	0,2826	0,1952	0,1523	0,1781	0,1677
0.76	0,1802	0,0907	0,1393	0,1756	0,2934	0,1967	0,1386	0,1735	0,1632
0.78	0,1682	0,0923	0,1257	0,1696	0,3011	0,1897	0,1246	0,1673	0,1574
0.80	0,1674	0,1004	0,1088	0,1608	0,3067	0,1732	0,1120	0,1613	0,1535
0.82	0,1700	0,1053	0,0903	0,1504	0,3008	0,1519	0,1063	0,1536	0,1473
0.84	0,1694	0,1026	0,0881	0,1512	0,2761	0,1390	0,1004	0,1467	0,1408
0.86	0,1670	0,0931	0,0864	0,1531	0,2396	0,1349	0,0947	0,1384	0,1324
0.88	0,1627	0,0803	0,0838	0,1531	0,2004	0,1346	0,0892	0,1291	0,1232
0.90	0,1562	0,0686	0,0803	0,1512	0,1915	0,1391	0,0842	0,1244	0,1181
0.92	0,1481	0,0628	0,0761	0,1470	0,1783	0,1476	0,0795	0,1199	0,1138
0.94	0,1394	0,0653	0,0717	0,1416	0,1661	0,1578	0,0751	0,1167	0,1112
0.96	0,1337	0,0728	0,0669	0,1343	0,1889	0,1669	0,0709	0,1192	0,1137
0.98	0,1292	0,0805	0,0619	0,1265	0,2155	0,1721	0,0670	0,1218	0,1166

1.00	0,1245	0,0855	0,0570	0,1238	0,2378	0,1765	0,0634	0,1241	0,1187
1.05	0,1126	0,0845	0,0454	0,1160	0,2855	0,1726	0,0550	0,1245	0,1196
1.10	0,1008	0,0776	0,0434	0,1033	0,2962	0,1459	0,0477	0,1164	0,1122
1.15	0,0896	0,0768	0,0385	0,0884	0,2973	0,1102	0,0415	0,1061	0,1025
1.20	0,0791	0,0774	0,0391	0,0780	0,3069	0,1001	0,0363	0,1024	0,0992
1.25	0,0695	0,0777	0,0372	0,0725	0,3246	0,0876	0,0319	0,1001	0,0972
1.30	0,0607	0,0783	0,0337	0,0652	0,3393	0,0938	0,0282	0,0999	0,0976
1.35	0,0566	0,0770	0,0293	0,0569	0,3417	0,0985	0,0251	0,0979	0,0961
1.40	0,0673	0,0734	0,0245	0,0504	0,3297	0,1041	0,0224	0,0960	0,0944
1.45	0,0758	0,0698	0,0199	0,0451	0,3079	0,1014	0,0201	0,0914	0,0901
1.50	0,0781	0,0688	0,0182	0,0406	0,2791	0,0951	0,0187	0,0855	0,0844
1.55	0,0757	0,0700	0,0173	0,0367	0,2485	0,0942	0,0175	0,0800	0,0791
1.60	0,0728	0,0716	0,0164	0,0333	0,2251	0,0895	0,0164	0,0750	0,0742
1.65	0,0696	0,0721	0,0156	0,0300	0,2048	0,0831	0,0153	0,0701	0,0694
1.70	0,0665	0,0712	0,0149	0,0281	0,1929	0,0756	0,0144	0,0662	0,0654
1.75	0,0644	0,0696	0,0141	0,0265	0,1832	0,0730	0,0135	0,0635	0,0627
1.80	0,0633	0,0679	0,0135	0,0252	0,1765	0,0746	0,0127	0,0619	0,0612
1.85	0,0625	0,0665	0,0128	0,0239	0,1720	0,0705	0,0119	0,0600	0,0593
1.90	0,0611	0,0654	0,0122	0,0228	0,1679	0,0647	0,0112	0,0579	0,0573
1.95	0,0588	0,0645	0,0117	0,0218	0,1640	0,0609	0,0106	0,0560	0,0556
2.00	0,0554	0,0638	0,0111	0,0210	0,1615	0,0594	0,0099	0,0546	0,0541
2.05	0,0514	0,0631	0,0106	0,0202	0,1576	0,0581	0,0094	0,0529	0,0525
2.10	0,0504	0,0629	0,0101	0,0195	0,1528	0,0548	0,0088	0,0513	0,0509
2.15	0,0481	0,0633	0,0096	0,0188	0,1473	0,0505	0,0084	0,0494	0,0490
2.20	0,0447	0,0630	0,0092	0,0183	0,1421	0,0455	0,0079	0,0473	0,0468
2.25	0,0414	0,0622	0,0088	0,0179	0,1378	0,0429	0,0075	0,0455	0,0452
2.30	0,0389	0,0621	0,0084	0,0174	0,1347	0,0401	0,0071	0,0441	0,0438
2.35	0,0386	0,0617	0,0080	0,0169	0,1332	0,0375	0,0068	0,0432	0,0429
2.40	0,0393	0,0608	0,0076	0,0163	0,1329	0,0363	0,0065	0,0428	0,0425
2.50	0,0436	0,0587	0,0071	0,0150	0,1344	0,0314	0,0059	0,0423	0,0419
2.60	0,0518	0,0566	0,0070	0,0136	0,1359	0,0243	0,0054	0,0421	0,0417
2.70	0,0600	0,0537	0,0067	0,0134	0,1351	0,0229	0,0051	0,0424	0,0421
2.80	0,0659	0,0508	0,0064	0,0133	0,1316	0,0226	0,0049	0,0422	0,0419
2.90	0,0695	0,0489	0,0059	0,0125	0,1257	0,0218	0,0047	0,0413	0,0410
3.00	0,0710	0,0473	0,0055	0,0120	0,1172	0,0205	0,0045	0,0397	0,0394
3.10	0,0706	0,0466	0,0050	0,0112	0,1074	0,0193	0,0044	0,0378	0,0375
3.20	0,0687	0,0460	0,0046	0,0104	0,1014	0,0185	0,0042	0,0363	0,0360
3.30	0,0656	0,0458	0,0042	0,0095	0,0959	0,0173	0,0040	0,0346	0,0343
3.40	0,0619	0,0454	0,0038	0,0087	0,0898	0,0168	0,0039	0,0329	0,0326
3.50	0,0576	0,0451	0,0034	0,0080	0,0834	0,0169	0,0037	0,0312	0,0309
3.60	0,0544	0,0442	0,0031	0,0076	0,0769	0,0166	0,0036	0,0295	0,0291
3.70	0,0512	0,0429	0,0029	0,0073	0,0704	0,0174	0,0035	0,0279	0,0276
3.80	0,0475	0,0414	0,0028	0,0069	0,0638	0,0175	0,0034	0,0262	0,0259
3.90	0,0436	0,0409	0,0027	0,0066	0,0574	0,0163	0,0032	0,0244	0,0241
4.00	0,0400	0,0393	0,0025	0,0062	0,0517	0,0141	0,0031	0,0224	0,0221
4.10	0,0364	0,0368	0,0024	0,0059	0,0489	0,0122	0,0030	0,0208	0,0205
4.20	0,0327	0,0337	0,0023	0,0055	0,0459	0,0110	0,0029	0,0191	0,0189
4.30	0,0298	0,0303	0,0022	0,0052	0,0427	0,0101	0,0028	0,0176	0,0173
4.40	0,0278	0,0268	0,0021	0,0049	0,0396	0,0092	0,0028	0,0162	0,0159
4.50	0,0258	0,0234	0,0020	0,0045	0,0365	0,0084	0,0027	0,0148	0,0145
4.60	0,0239	0,0203	0,0019	0,0043	0,0336	0,0076	0,0026	0,0134	0,0132

4.70	0,0220	0,0185	0,0019	0,0040	0,0309	0,0069	0,0025	0,0124	0,0121
4.80	0,0202	0,0173	0,0018	0,0037	0,0285	0,0064	0,0024	0,0115	0,0112
4.90	0,0186	0,0161	0,0018	0,0035	0,0264	0,0060	0,0024	0,0107	0,0104
5.00	0,0171	0,0149	0,0017	0,0033	0,0245	0,0056	0,0023	0,0099	0,0096
5.10	0,0156	0,0139	0,0016	0,0031	0,0228	0,0052	0,0023	0,0092	0,0089
5.20	0,0144	0,0129	0,0016	0,0030	0,0214	0,0049	0,0022	0,0086	0,0083
5.40	0,0122	0,0111	0,0015	0,0027	0,0189	0,0043	0,0021	0,0075	0,0073
5.60	0,0104	0,0097	0,0014	0,0025	0,0170	0,0038	0,0020	0,0067	0,0064
5.80	0,0090	0,0085	0,0013	0,0023	0,0154	0,0035	0,0019	0,0060	0,0057
6.00	0,0079	0,0075	0,0013	0,0021	0,0141	0,0032	0,0018	0,0054	0,0052
6.20	0,0070	0,0068	0,0012	0,0020	0,0130	0,0029	0,0017	0,0049	0,0047
6.40	0,0063	0,0062	0,0011	0,0019	0,0120	0,0027	0,0017	0,0045	0,0043
6.60	0,0057	0,0057	0,0011	0,0018	0,0111	0,0025	0,0016	0,0042	0,0040
6.80	0,0053	0,0053	0,0010	0,0017	0,0103	0,0023	0,0015	0,0039	0,0037
7.00	0,0049	0,0049	0,0010	0,0016	0,0096	0,0022	0,0015	0,0037	0,0035
7.20	0,0047	0,0046	0,0009	0,0016	0,0090	0,0020	0,0014	0,0035	0,0033
7.40	0,0044	0,0043	0,0009	0,0015	0,0084	0,0019	0,0014	0,0033	0,0031
7.60	0,0042	0,0041	0,0008	0,0014	0,0079	0,0018	0,0013	0,0031	0,0029
7.80	0,0041	0,0039	0,0008	0,0014	0,0075	0,0017	0,0013	0,0029	0,0028
8.00	0,0039	0,0037	0,0008	0,0013	0,0071	0,0016	0,0012	0,0028	0,0026
8.50	0,0036	0,0032	0,0007	0,0012	0,0062	0,0014	0,0012	0,0025	0,0024
9.00	0,0033	0,0028	0,0007	0,0011	0,0055	0,0013	0,0011	0,0023	0,0021
9.50	0,0031	0,0025	0,0006	0,0011	0,0049	0,0012	0,0010	0,0021	0,0019
10.00	0,0028	0,0023	0,0006	0,0010	0,0045	0,0011	0,0010	0,0019	0,0018

Roma Capitale

Ospedale Lazzaro Spallanzani
Padiglioni Baglivi e Del Vecchio

Caratterizzazione sismica del terreno
mediante prospezione tipo M.A.S.W.

Dicembre 2014

Premessa

Nel mese di dicembre 2014 è stata eseguita un'indagine geofisica a mezzo MASW finalizzata alla caratterizzazione sismica del sottosuolo in un'area del comune di Roma, all'interno dell'Ospedale Lazzaro Spallanzani, nei pressi dei padiglioni Baglivi e Del Vecchio.

Nello specifico sono state eseguite 3 stese Masw, ubicate come riportato nella planimetria allegata.

Le procedure adottate sono state eseguite in accordo alle norme tecniche per le costruzioni del DM 14 gennaio 2008 (NTC 2008) che correlano la stima dell'effetto di sito alle caratteristiche del profilo di velocità delle onde di taglio (V_s).

La classificazione dei terreni è stata svolta sulla base del valore della V_{s30} (il valore della V_s nei primi 30 m di profondità) definita dalla relazione:

$$V_s = \frac{30}{\sum_{i=1}^N \frac{H_i}{V_i}}$$

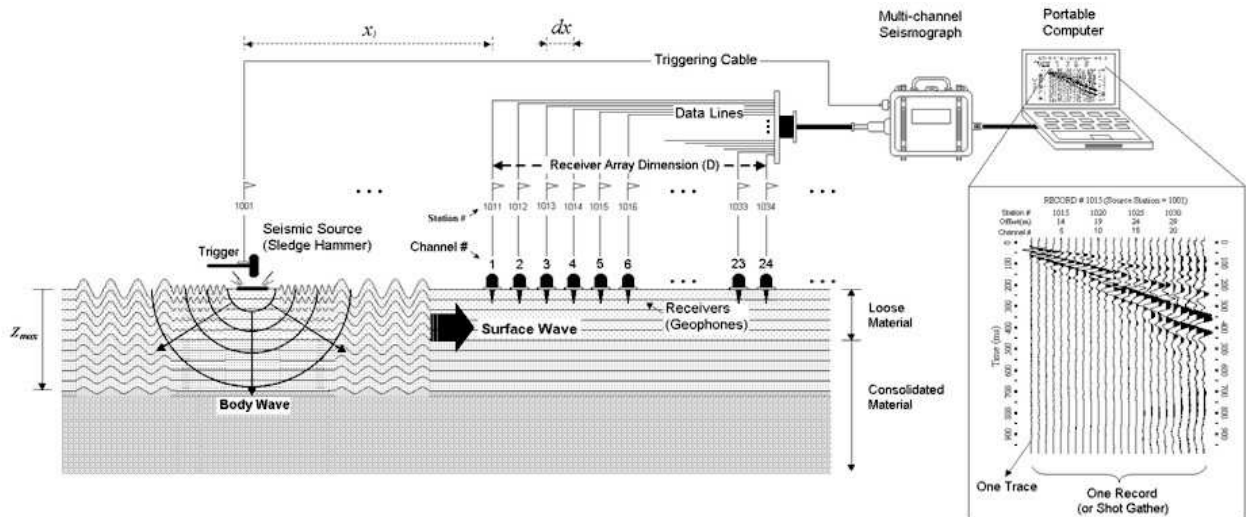
Dove H_i e V_i indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (m/s) dello strato i – esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m di sottosuolo.

Prospezione sismica tipo M.A.S.W. – principi, metodologia e strumentazione

Le acquisizioni vengono eseguite con stendimenti lineari in cui i geofoni sono collocati su una linea retta ad una distanza reciproca costante determinata dalle condizioni geologiche locali e logistiche.

La sorgente, generalmente una mazza o un grave di peso superiore, deve essere sempre posizionata esternamente allo stendimento (prima del primo geofono), e sempre in asse con

esso. La generazione di onde viene eseguita utilizzando sorgenti diverse, per peso e forma della superficie di impatto al suolo, in grado di produrre un maggiore spettro di frequenze.



L'acquisizione di campagna è stata condotta mediante sistema *Doremi* a 24 bit, con geofoni verticali a 4,5 Hz mentre per l'elaborazione dei dati sperimentali è stato utilizzato il software *Geopsy* (www.geopsy.org/).

La prospezione MASW è stata eseguita nell'area di progetto utilizzando 24 geofoni distanti tra loro 2 m, tempo di acquisizione pari a 0.5 secondi e *off-set* di energizzazione pari a 6 m; per l'esatta disposizione degli stendimenti si rimanda alla planimetria allegata alla presente

Come sorgente è stata utilizzata una mazza da 5 kg.

Prospezione sismica tipo M.A.S.W. – risultati delle indagini

I dati acquisiti sono stati elaborati tramite il software il software GEOPSY, sviluppato nell'ambito del progetto europeo Sesame (<http://sesame-fp5.obs.ujf-grenoble.fr/index.htm>).

La qualità dei dati acquisiti consente la determinazione di spettri di velocità mediamente chiari nei quali dominano segnali riferiti al modo fondamentale e ad alcuni modi superiori, più sensibili a variazioni in profondità (come dimostra l'estensione dello schema interpretativo in alcuni casi).

Il calcolo della curva di dispersione è effettuato mediante analisi F-k, realizzando spettri f-k a diversi intervalli di frequenza, e ripetendo il calcolo per tutti i range contenuti nei segnali acquisiti.

La curva di dispersione viene quindi invertita per la determinazione del profilo di velocità mediante l'algoritmo di inversione "neighbourhood algorithm" (Sambridge, 1999, implementato da Wathelet, 2005), tramite il software DINVER (www.geopsy.org/), che si basa su:

1. Decomposizione dello spazio dei parametri (V_s , V_p , spessori e densità) fornito dall'operatore all'inizio del processo di inversione come range di variazione;
2. Generazione di diversi modelli, per ognuno dei quali è calcolata una curva di dispersione sintetica;
3. Confronto della curva sintetica con la curva sperimentale.

L'andamento dello spettro di velocità testimonia l'assenza di inversioni di velocità e una successione a velocità delle onde di taglio crescente con la profondità.

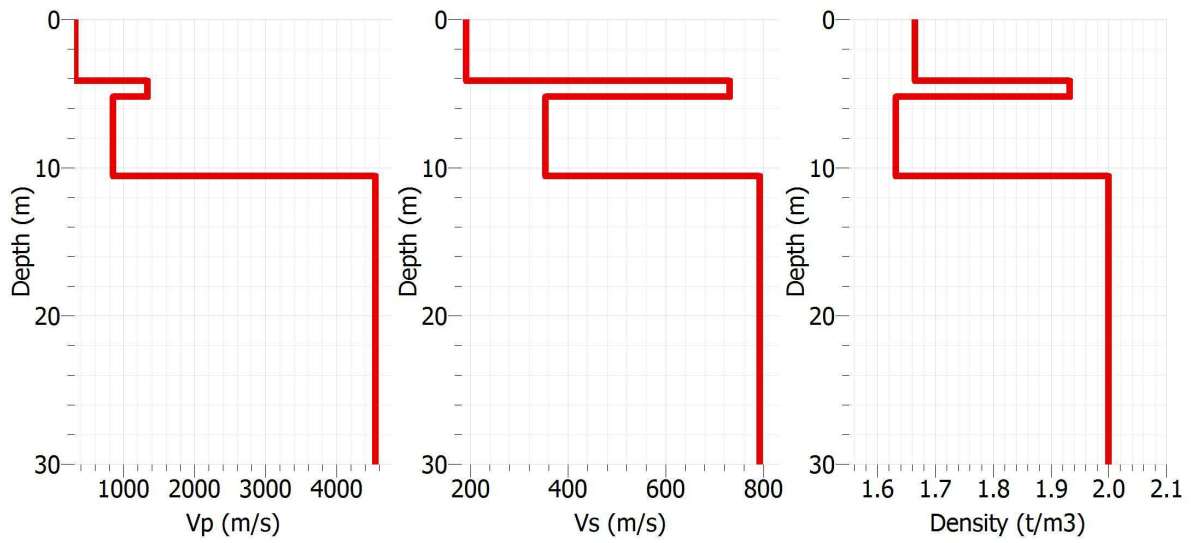
In relazione ai parametri riportati in tabella, si ricorda che il valore di V_p stimato da analisi MASW è caratterizzato da affidabilità medio-bassa; ne consegue che i moduli basati sul valore di V_p – moduli di Young e di compressione – vanno considerati puramente indicativi. Viceversa, il valore del modulo di taglio, che dipende dalla V_s , può essere considerato una buona stima del valore reale.

Si allegano inoltre i diagrammi di elaborazione (spettro di velocità, curva di dispersione, profilo V_s) relativi agli stendimenti eseguiti.

Come accennato per ogni stendimento è stata calcolata la velocità di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 m (V_{s30}), calcolata a partire dalla profondità di riferimento significativa, in accordo con le indicazioni delle NTC2008.

Di seguito vengono riportati i grafici con il profilo delle velocità delle onde V_p , V_s e della densità con misfit minimo tra quelli calcolati e le tabelle riassuntive delle velocità e dei parametri per ogni stesa eseguita.

MASW 1

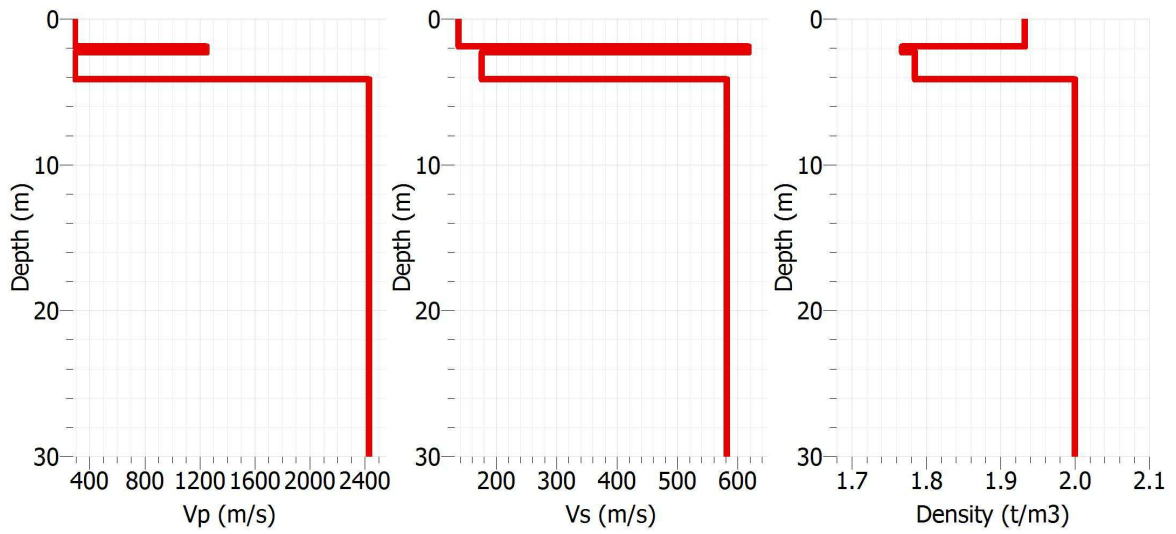


n.	Spessore strato H	Vs	Vp	Gamma	Coefficiente di Poisson	Modulo di compressione M0	Modulo di Young Ey	Modulo di Taglio Dinamico G0
	(m)	(m/s)	(m/s)	(t/mc)		(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)
1	4,20	190	338	1,65	0,27	109	151	60
2	1,20	737	1342	1,93	0,28	2078	2692	1048
3	5,20	356	857	1,63	0,40	922	577	207
4	> 19,4	789	4550	2,00	0,48	39745	3697	1245

Vs30 = 477 m/s

Categoria S2

MASW 2

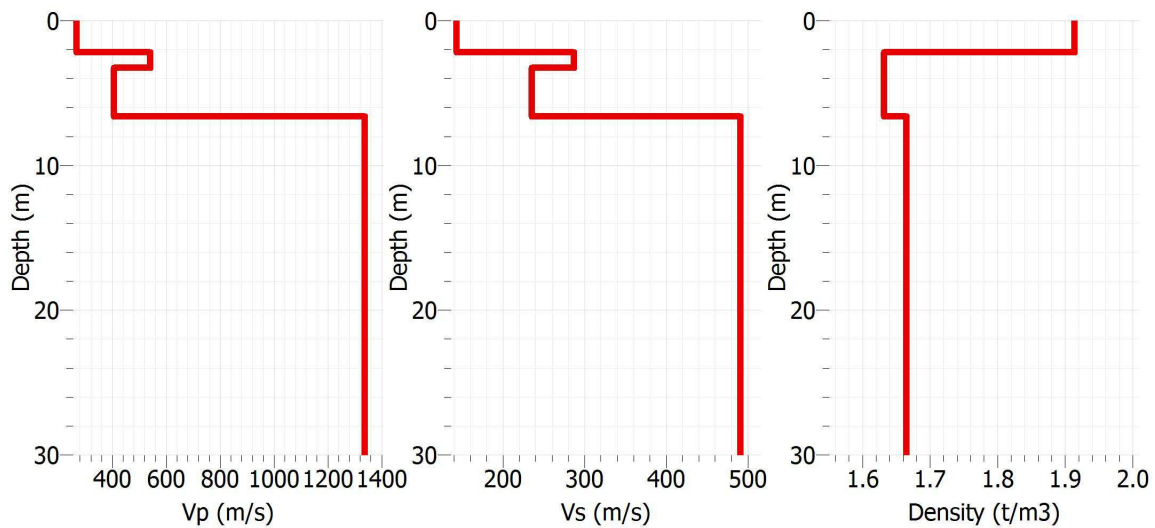


n.	Spessore strato H	Vs	Vp	Gamma	Coefficiente di Poisson	Modulo di compressione M0	Modulo di Young Ey	Modulo di Taglio Dinamico G0
	(m)	(m/s)	(m/s)	(t/mc)		(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)
1	1,90	138	293	1,93	0,36	117	100	37
2	0,60	615	1250	1,77	0,34	1873	1795	669
3	1,85	176	294	1,79	0,22	81	135	55
4	> 25,65	581	2436	1,99	0,47	10913	1975	672

Vs30 = 432 m/s

Categoria B

MASW 3



n.	Spessore strato H	Vs	Vp	Gamma	Coefficiente di Poisson	Modulo di compressione M0	Modulo di Young Ey	Modulo di Taglio Dinamico G0
	(m)	(m/s)	(m/s)	(t/mc)		(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)
1	2,00	144	270	1,91	0,30	86	103	40
2	1,30	284	537	1,63	0,31	295	343	131
3	3,40	235	403	1,63	0,24	145	224	90
4	> 23,3	491	1338	1,66	0,42	2438	1138	400

$V_{s30} = 373 \text{ m/s}$

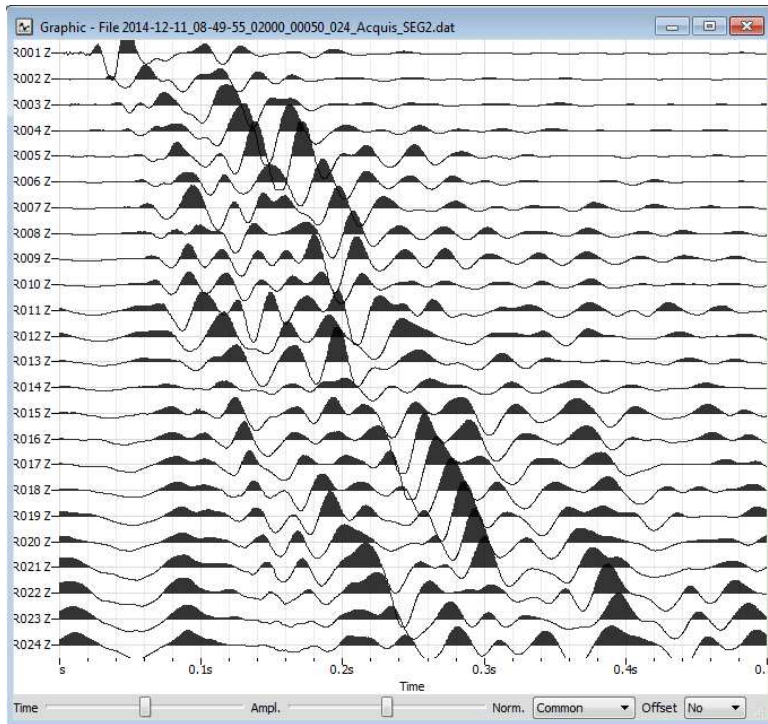
Categoria B

Ai fini della definizione delle azioni sismiche, secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni, V_{s30} stimate per le prove n. 2 e 3 permettono di classificare il sottosuolo come appartenente alla **Categoria B**, mentre per la prova n. 1 la **categoria è la S2** vista la **presenza dell'inversione di velocità** tra i 5,4 ed i 10 metri di profondità.

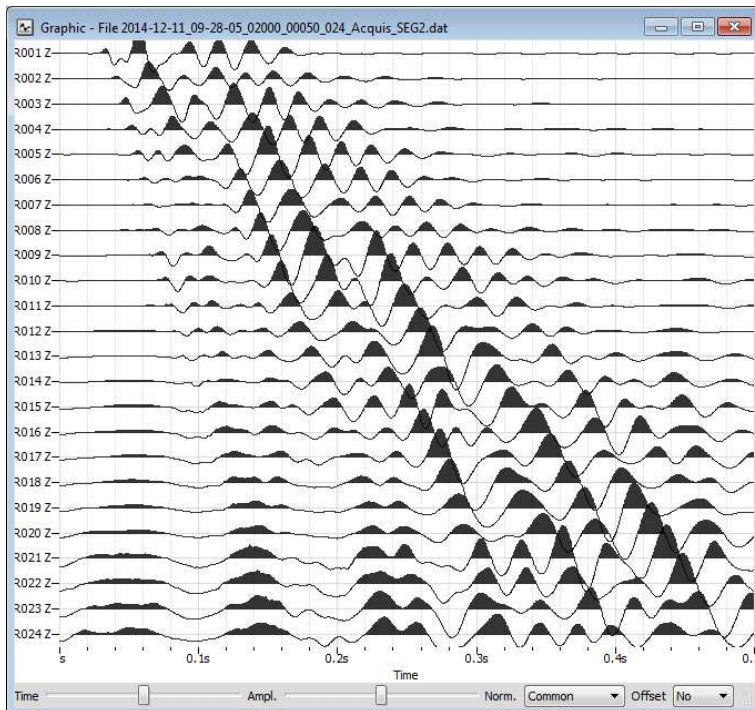
ALLEGATI

Segnali registrati dall'array dei geofoni

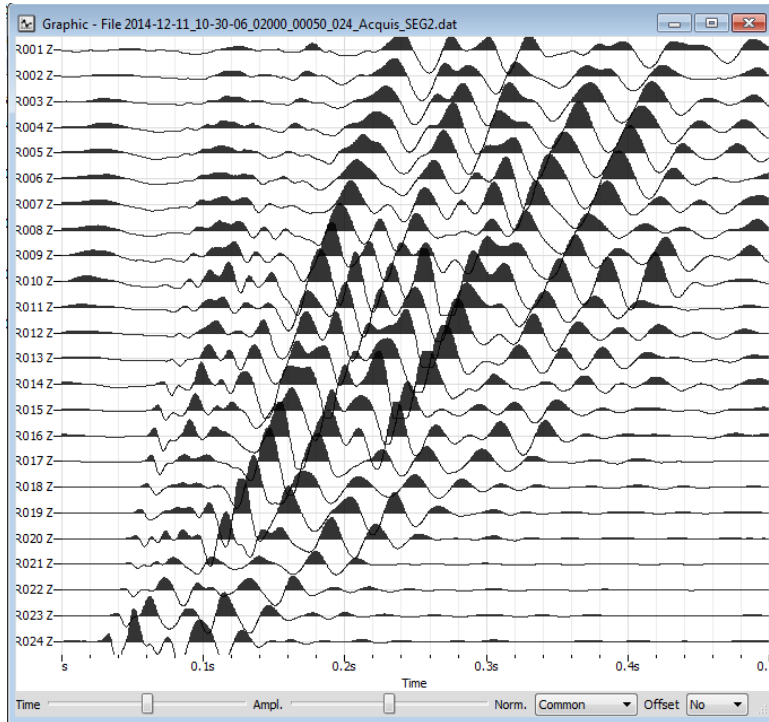
MASW 1



MASW 2



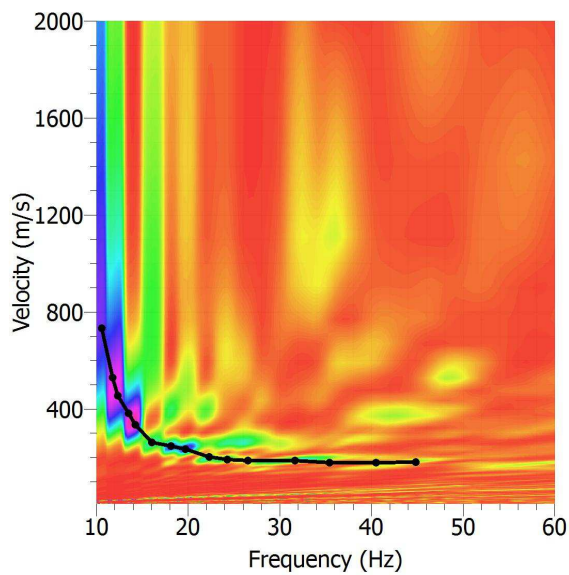
MASW 3



Risultati dell'analisi F-K con curve di dispersione

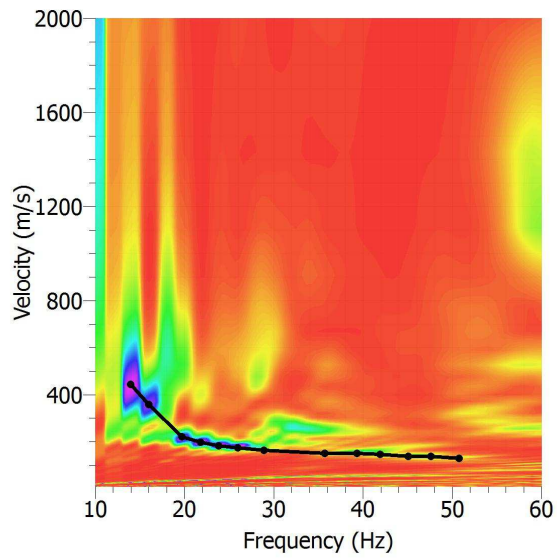
MASW1

Shot at (0, 0, 0), time=2014-12-11 08:49:55



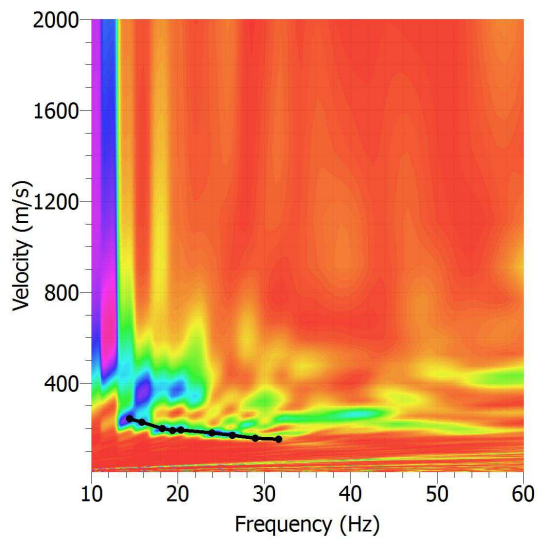
MASW 2

Shot at (0, 0, 0), time=2014-12-11 09:28:05



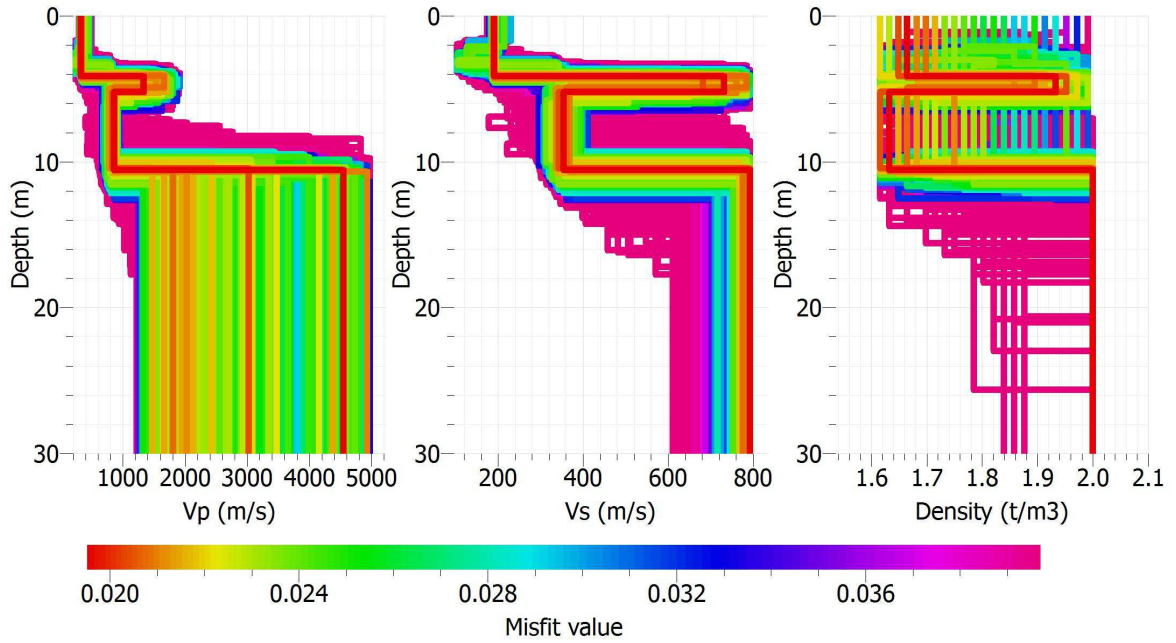
MASW 3

Shot at (58, 0, 0), time=2014-12-11 10:30:06

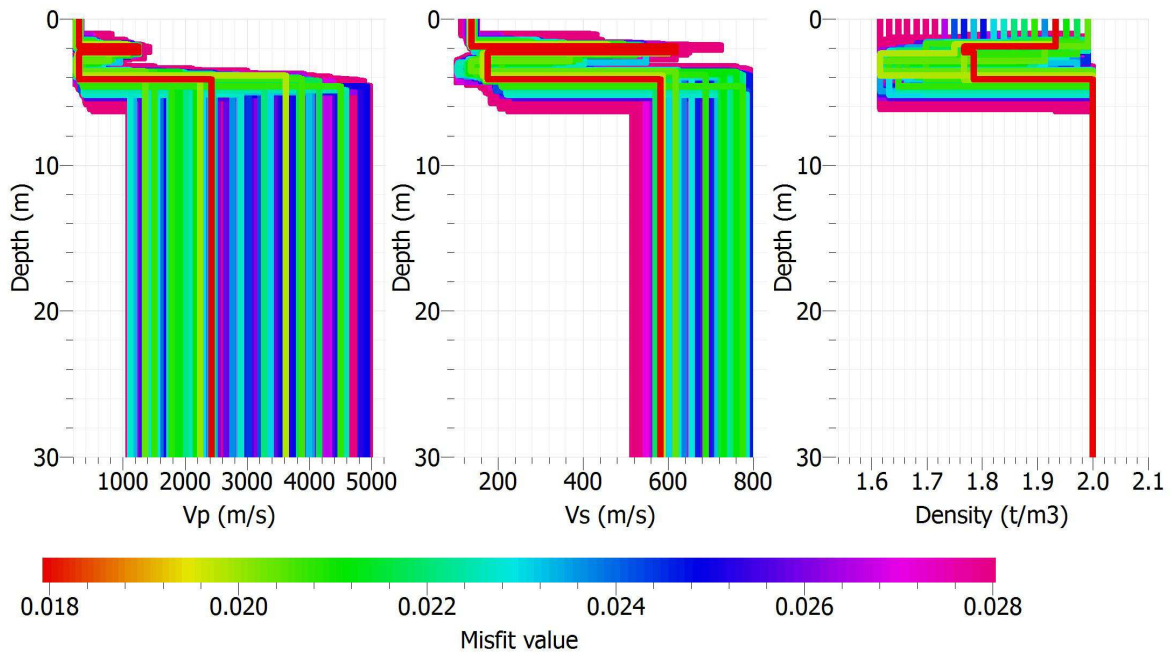


Risultati del processo di inversione

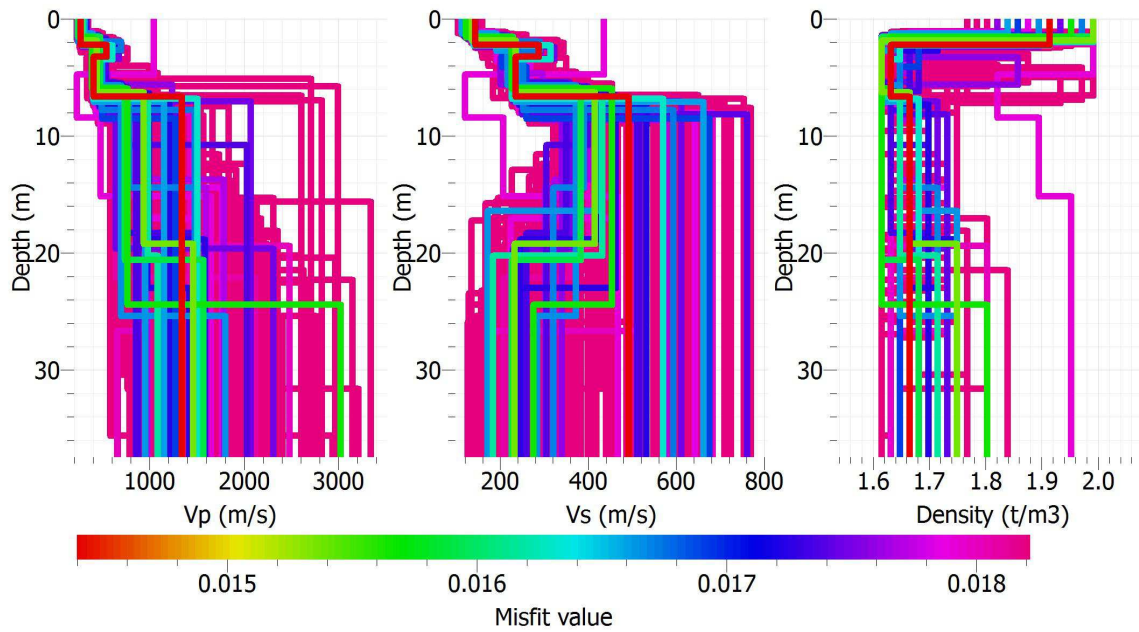
MASW 1



MASW 2

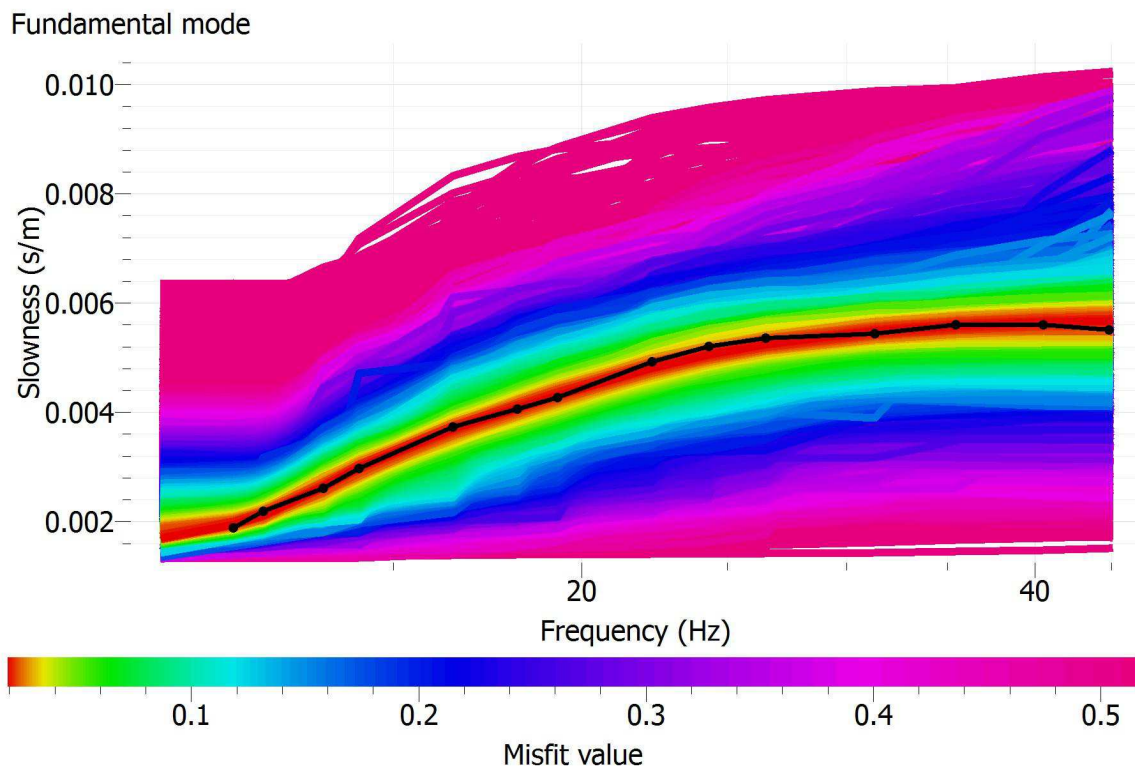


MASW 3

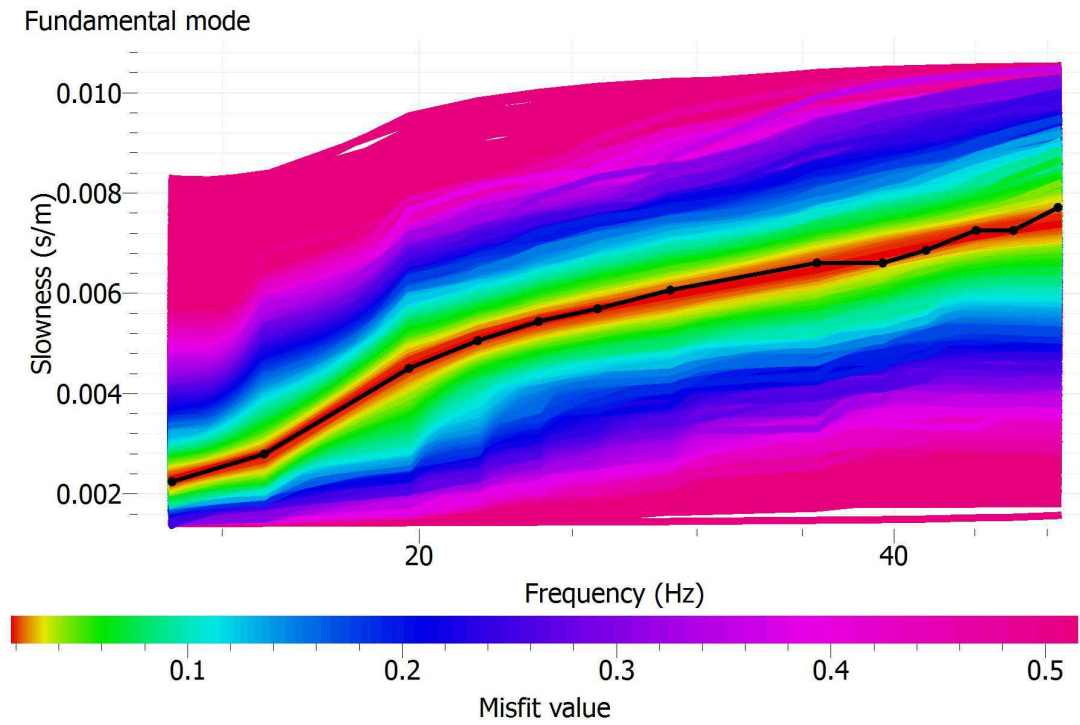


CURVE DI DISPERSIONE

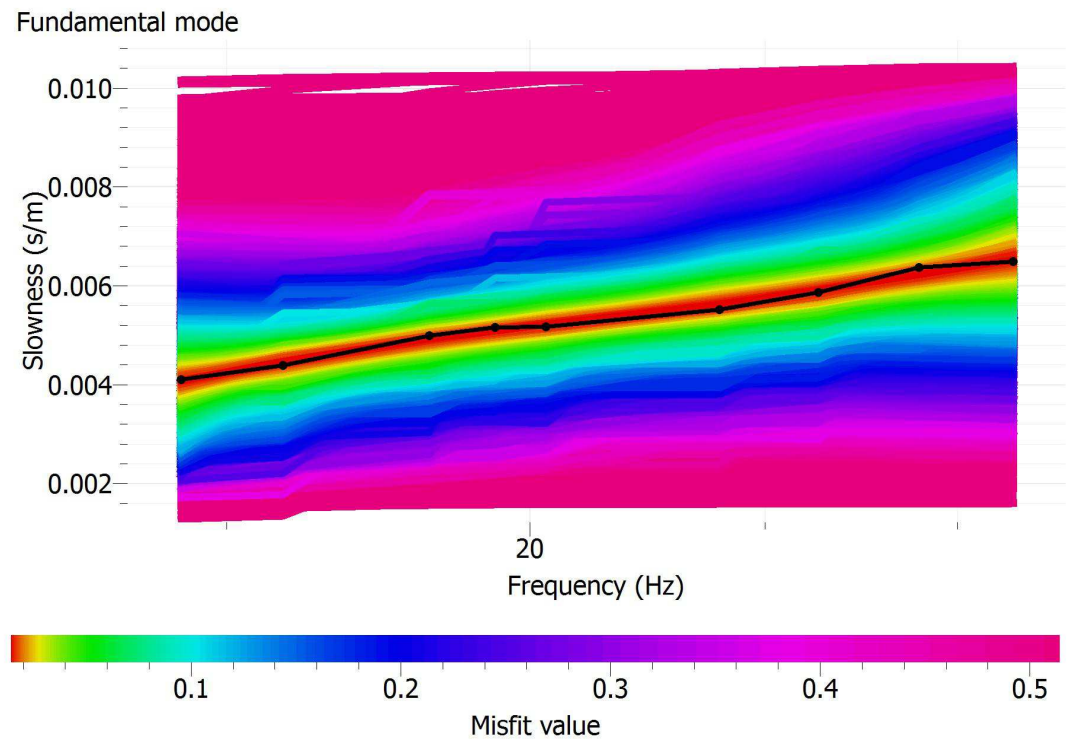
MASW 1



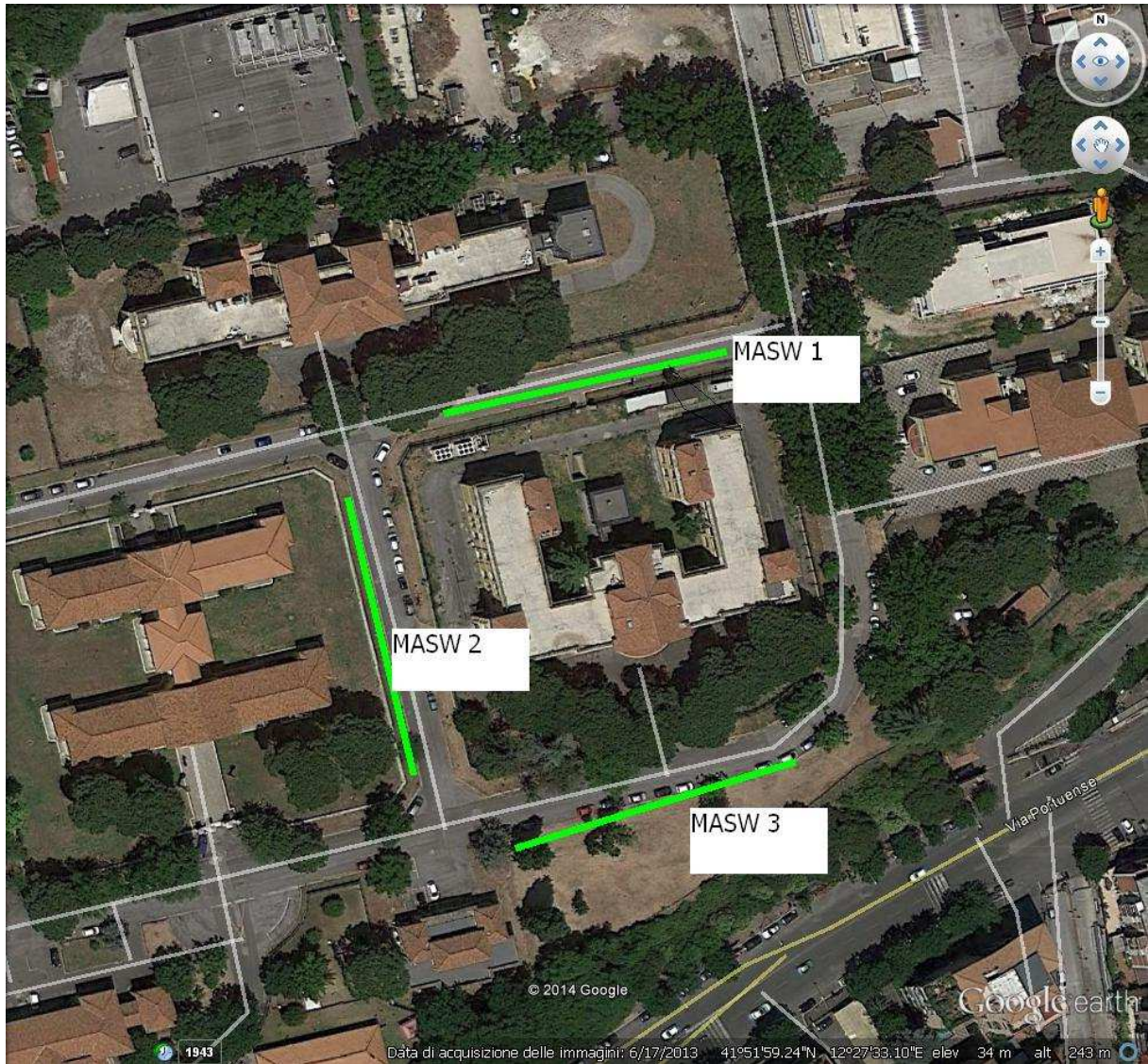
MASW 2



MASW 3



Planimetria ubicazione MASW



Documentazione fotografica

MASW 1



MASW 2



MASW 3

