

DOTT. GEOLOGO SANTE STANGONIGEOLOGO SPECIALISTA, N° 789 ALBO SEZIONE A, ORDINE DEI GEOLOGI DELLE MARCHE
RUA DELLA CASERMA 4/A - 63100 ASCOLI PICENO (AP) - TELEFAX 0736.780369
MOBILE 328.5882488 - E-MAIL: SANTE.STANGONI@LIBERO.IT - P. IVA 01917800441

Comune di MONTEMONACO

Provincia di Ascoli Piceno

Riparazione danni e miglioramento sismico su edificio adibito a civile abitazione, gravemente danneggiato dalla crisi sismica iniziata il 24/08/2016, sito in Frazione Vallegrascia.

RISPOSTA SISMICA LOCALE

Ascoli Piceno, 09.02.2024

Dott. Geologo Sante Stangoni

n° 789 Albo sezione A Ordine dei Geologi della Regione Marche

Documento informatico firmato digitalmente ai sensi del testo unico D.P.R. 28 dicembre 2000, n.445, del D.Lgs. 7 marzo 2005, n. 82 e norme collegate, il quale sostituisce il testo cartaceo e la firma autografa

MATTIOLI RINALDO

Frazione Vallegrascia n. 27 - 63088 MONTEMONACO (AP)

C.F.: MTTRLD46H07F570U



DATI CATASTALI		TITOLO			ALLEGATI
Foglio	41	RISPOSTA SISMICA LOCALE			1
P.Ile	464				
03					
02	INTEGRAZIONI	09/02/2024	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
01	INTEGRAZIONI	05/02/2024	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
00	PRIMA EMISSIONE	02/10/2023	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
REV.	DESCRIZIONE	DATA	PREPARATO	RIESAMINATO	VALIDATO

DOTT. GEOLOGO SANTE STANGONI

GEOLOGO SPECIALISTA N. 789 ALBO SEZIONE A, ORDINE DEI GEOLOGI DELLE MARCHE
RUA DELLA CASERMA 4/A – 63100 ASCOLI PICENO (AP) – TELEFAX 0736.780369
MOBILE 328.5882488 – E-MAIL: SANTE.STANGONI@LIBERO.IT – P.IVA 01917800441

SOMMARIO

PREMESSA	3
INQUADRAMENTO SISMICO DI BASE	4
DEFINIZIONE DELL'INPUT SISMICO	5
SETTAGGIO DEI PARAMETRI DI <i>INPUT</i> IN STRATA	8
MODELLO GEOTECNICO E SISMICO	10
CURVE DI DECADIMENTO DEL MODULO DI TAGLIO E SMORZAMENTO-DEFORMAZIONE	12
ANALISI PROBABILISTICA DI RISPOSTA SISMICA LOCALE	12
ANALISI DEI RISULTATI	14
CONCLUSIONI	16

RISPOSTA SISMICA LOCALE					Pagina 1 di 19
Riparazione danni e miglioramento sismico su edificio adibito a civile abitazione, gravemente danneggiato dalla crisi sismica iniziata il 29/09/2009, Comune di Montemonaco (AP)					
02	Integrazioni	09/02/2024	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
01	Integrazioni	05/02/2024	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
00	Prima emissione	02/10/2023	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
REV	DOCUMENTO	DATA	PREPARATO	RIESAMINATO	VALIDATO

DOTT. GEOLOGO SANTE STANGONI

GEOLOGO SPECIALISTA N. 789 ALBO SEZIONE A, ORDINE DEI GEOLOGI DELLE MARCHE
RUA DELLA CASERMA 4/A - 63100 ASCOLI PICENO (AP) - TELEFAX 0736.780369
MOBILE 328.5882488 - E-MAIL: SANTE.STANGONI@LIBERO.IT - P.IVA 01917800441

ALLEGATI (forniti su dispositivo informatico)

1_SLO_Spettri.xls

2_SLD_Spettri.xls

3_SLV_Spettri.xls

4_SLC_Spettri.xls

1_SLO_regolarizzato.txt

2_SLD_regolarizzato.txt

3_SLV_regolarizzato.txt

4_SLC_regolarizzato.txt

RISPOSTA SISMICA LOCALE					Pagina 2 di 19
Riparazione danni e miglioramento sismico su edificio adibito a civile abitazione, gravemente danneggiato dalla crisi sismica iniziata il 2 Comune di Montemonaco (AP)					
02	Integrazioni	09/02/2024	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
01	Integrazioni	05/02/2024	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
00	Prima emissione	02/10/2023	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
REV	DOCUMENTO	DATA	PREPARATO	RIESAMINATO	VALIDATO

DOTT. GEOLOGO SANTE STANGONI

GEOLOGO SPECIALISTA N. 789 ALBO SEZIONE A, ORDINE DEI GEOLOGI DELLE MARCHE
RUA DELLA CASERMA 4/A - 63100 ASCOLI PICENO (AP) - TELEFAX 0736.780369
MOBILE 328.5882488 - E-MAIL: SANTE.STANGONI@LIBERO.IT - P.IVA 01917800441

PREMESSA

Il presente studio viene redatto su incarico del sig. Mattioli Rinaldo, al fine di analizzare la Risposta Sismica Locale (RSL) in corrispondenza di un edificio di civile abitazione situato in località Vallegrascia, frazione del Comune di Monemonaco (AP), gravemente danneggiato dagli eventi sismici verificatisi a far data dal 24 Agosto 2016.

La presente analisi è stata sviluppata sulla base delle seguenti indagini geognostiche eseguite in corrispondenza del sito di sedime degli interventi (e in settori adiacenti) e atte a ricostruire il modello geotecnico e geofisico dell'area di studio:

- n.1 MASW, - n. 2 DPSH;

Si è inoltre tenuto in considerazione, al fine di relazionare il modello sismostratigrafico al contesto geologico in esame, quanto emerso dallo Studio di Microzonazione Sismica di livello avanzato del Comune di Montemonaco (Gentili et alii, 2017).

Di concerto con i progettisti strutturali delle opere in oggetto, nel presente studio di Risposta Sismica Locale (RSL), vengono ricercati e determinati gli spettri di risposta relativi a diversi tempi di ritorno previsti dal D.M. 17 gennaio 2018 e necessari per la verifica delle strutture: $T_r=30$ anni (SLO); $T_r=50$ anni (SLD); $T_r=475$ anni (SLV); $T_r=975$ anni (SLC).

Le modellazioni che hanno condotto alla definizione dello spettro di risposta finale in corrispondenza del sito di sedime degli interventi sono state effettuate con il *software STRATA* (Kottke & Rathje, 2018) che permette analisi di risposta sismica locale 1D (monodimensionale). Esso è in grado di tradurre i dati di *input* in maniera probabilistica, ossia considerando una certa incertezza in relazione ad essi, propagando gli errori associati a tale incertezza con il metodo Monte Carlo e ottenendo così non un unico risultato per ogni serie in ingresso, ma un insieme di risultati statisticamente plausibili.

L'analisi monodimensionale è ritenuta sufficiente, nella presente situazione, a valutare la RSL del sito; ciò in seguito al fatto che l'effetto degli aspetti geomorfologici sulla modifica del segnale sismico può essere considerato trascurabile rispetto a quello dovuto all'assetto stratigrafico.

RISPOSTA SISMICA LOCALE					Pagina 3 di 19
Riparazione danni e miglioramento sismico su edificio adibito a civile abitazione, gravemente danneggiato dalla crisi sismica iniziata il 24/08/2016, Comune di Montemonaco (AP)					
02	Integrazioni	09/02/2024	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
01	Integrazioni	05/02/2024	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
00	Prima emissione	02/10/2023	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
REV	DOCUMENTO	DATA	PREPARATO	RIESAMINATO	VALIDATO

DOTT. GEOLOGO SANTE STANGONI

GEOLOGO SPECIALISTA N. 789 ALBO SEZIONE A, ORDINE DEI GEOLOGI DELLE MARCHE
RUA DELLA CASERMA 4/A – 63100 ASCOLI PICENO (AP) – TELEFAX 0736.780369
MOBILE 328.5882488 – E-MAIL: SANTE.STANGONI@LIBERO.IT – P.IVA 01917800441

INQUADRAMENTO SISMICO DI BASE

Il Comune di Montemonaco rientra, secondo la Riclassificazione Sismica della Regione Marche (D.G.R. n. 1142 del 19.09.2022), in ZONA 2 (Fig.1); essa prevede accelerazioni sismiche $0,25 g > a_g > 0,15 g$ con un tempo di ritorno $T_r=475$ anni.

In relazione all'**approccio semplificato** per la determinazione delle azioni sismiche proposto dal D.M. 17 gennaio 2018 e sulla base delle indagini geognostiche effettuate in sito (cfr. Premessa), al contesto in esame possono essere attribuiti i seguenti parametri:

- Vita nominale $V_n = 50$ anni (costruzioni con livelli di prestazioni ordinari);
- Classe d'uso **II**, coefficiente d'uso $C_u = 1,0$;
- Categoria del sottosuolo **B**;
- Categoria topografica **T1**.

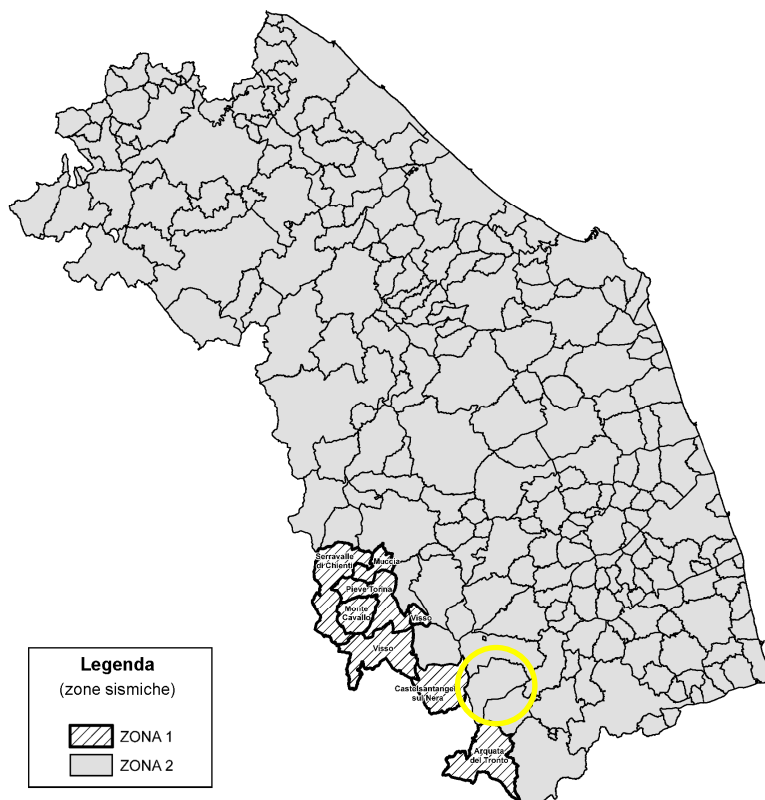


Figura 1 – Riclassificazione sismica della Regione Marche (D.G.R. n. 1142 del 19.09.2022); con il cerchio giallo viene indicata la posizione del Comune di Montemonaco (AP).

RISPOSTA SISMICA LOCALE					Pagina 4 di 19
Riparazione danni e miglioramento sismico su edificio adibito a civile abitazione, gravemente danneggiato dalla crisi sismica iniziata il 2009, Comune di Montemonaco (AP)					
02	Integrazioni	09/02/2024	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
01	Integrazioni	05/02/2024	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
00	Prima emissione	02/10/2023	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
REV	DOCUMENTO	DATA	PREPARATO	RIESAMINATO	VALIDATO

DOTT. GEOLOGO SANTE STANGONI

GEOLOGO SPECIALISTA N. 789 ALBO SEZIONE A, ORDINE DEI GEOLOGI DELLE MARCHE
RUA DELLA CASERMA 4/A – 63100 ASCOLI PICENO (AP) – TELEFAX 0736.780369
MOBILE 328.5882488 – E-MAIL: SANTE.STANGONI@LIBERO.IT – P.IVA 01917800441

In funzione dei suddetti parametri, possono essere calcolati i quattro spettri di risposta sismica relativi agli altrettanti livelli di danneggiamento indicati dalle NTC 2018: **SLO**; **SLD**; **SLV** ed **SLC**. I parametri relativi ai suddetti spettri, per la località di Valleggrascia, vengono riportati in Tabella 1, mentre i grafici vengono illustrati in Figura 2.

	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	Sf [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1.0	0.069	2.423	0.276	1.200	1.420	1.000	1.200	1.000	0.131	0.392	1.875	0.082	0.200
SLD	1.0	0.086	2.417	0.289	1.200	1.410	1.000	1.200	1.000	0.136	0.407	1.946	0.104	0.251
SLV	1.0	0.220	2.425	0.337	1.190	1.370	1.000	1.190	1.000	0.154	0.461	2.479	0.262	0.634
SLC	1.0	0.283	2.445	0.352	1.120	1.360	1.000	1.120	1.000	0.160	0.479	2.732	0.317	0.775

Tabella 1 – Parametri degli spettri di risposta definiti con il metodo semplificato delle NTC 2018.

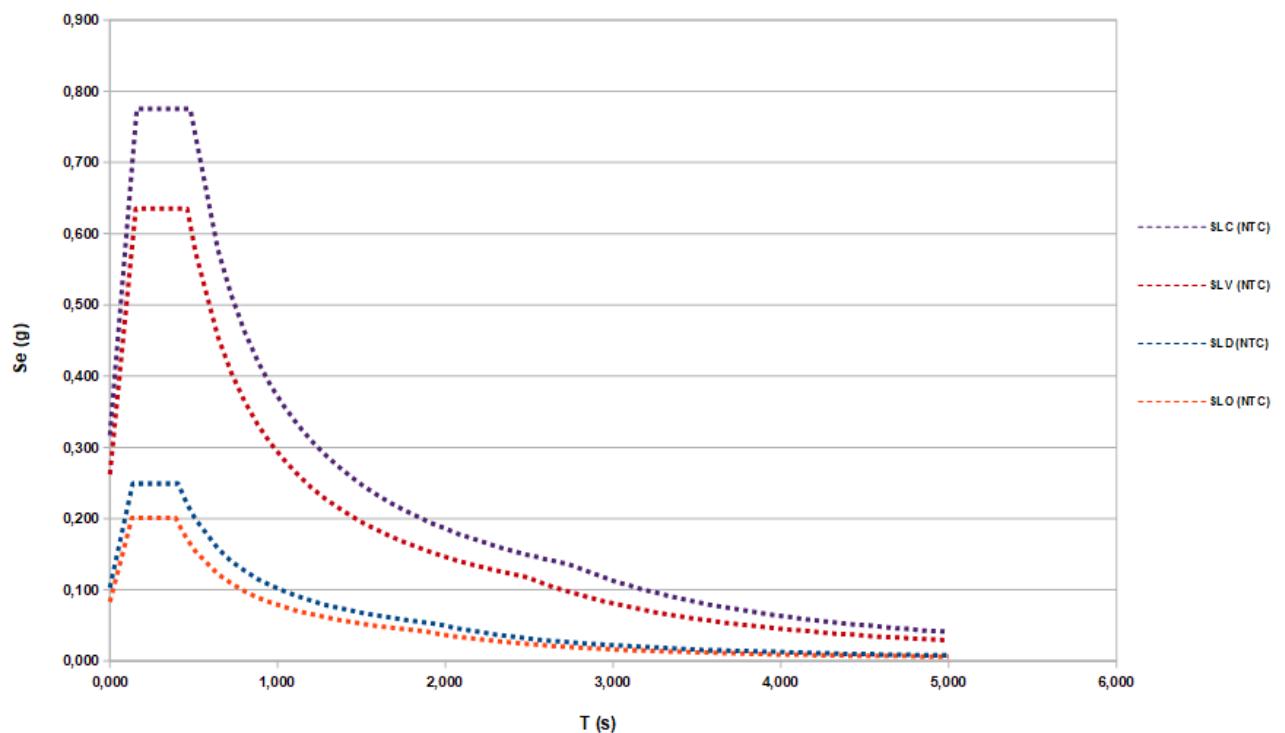


Figura 2 – Grafici degli spettri di risposta definiti con il metodo semplificato delle NTC 2018.

DEFINIZIONE DELL'INPUT SISMICO

Al fine di determinare l'*input* sismico relativo ai diversi tempi di ritorno, necessario per la definizione degli spettri di risposta degli stati limite richiesti per la progettazione strutturale (**SLO**, **SLD**, **SLV** ed **SLC**), si è operato attraverso l'applicativo *online* **REXELweb** (Fig.3), il quale permette l'accesso alla banca dati accelerometrica italiana **Itaca**.

RISPOSTA SISMICA LOCALE					Pagina 5 di 19
Riparazione danni e miglioramento sismico su edificio adibito a civile abitazione, gravemente danneggiato dalla crisi sismica iniziata il 2009, Comune di Montemonaco (AP)					
02	Integrazioni	09/02/2024	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
01	Integrazioni	05/02/2024	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
00	Prima emissione	02/10/2023	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
REV	DOCUMENTO	DATA	PREPARATO	RIESAMINATO	VALIDATO

DOTT. GEOLOGO SANTE STANGONI

GEOLOGO SPECIALISTA N. 789 ALBO SEZIONE A, ORDINE DEI GEOLOGI DELLE MARCHE
RUA DELLA CASERMA 4/A - 63100 ASCOLI PICENO (AP) - TELEFAX 0736.780369
MOBILE 328.5882488 - E-MAIL: SANTE.STANGONI@LIBERO.IT - P.IVA 01917800441

Per quanto riguarda l'SLV si è anche fatto un confronto con l'*input* sismico che è stato utilizzato dal CMS (Centro di Microzonazione Sismica), con la collaborazione dei geologi professionisti, per la realizzazione degli studi di microzonazione sismica di livello 3 per il Comune di Montemonaco; tale settupla, che fa riferimento unicamente ad un tempo di ritorno di $T_r = 475$ anni, pari ad una probabilità di accadimento del 10% in 50 anni (**SLV** del D.M. 17 gennaio 2018), ha restituito azioni sismiche sostanzialmente confrontabili con quella determinata tramite REXEweb.

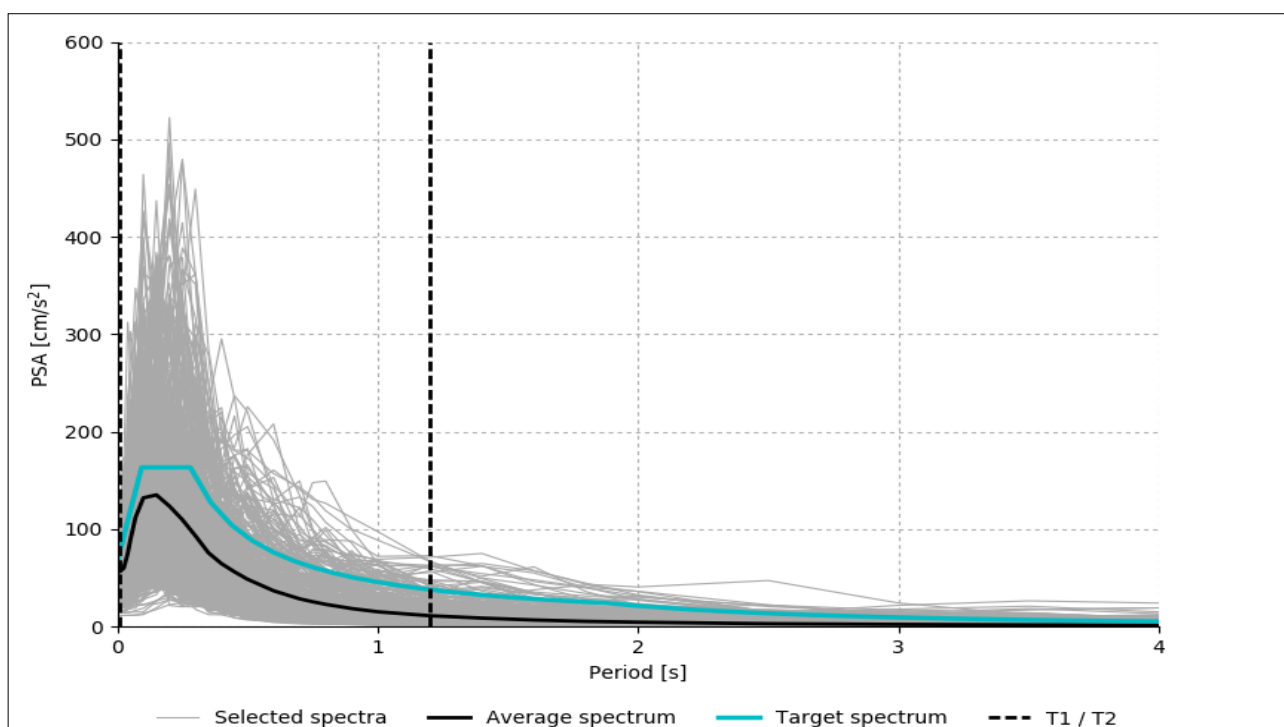


Figura 3 - Schermata del software REXEweb per la determinazione degli accelerogrammi di *input* da utilizzare nelle analisi di RSL allo SLO.

REXEweb rende possibile ricavare una settupla di segnali come quella riportata in Figura 4, tramite il settaggio di una serie di parametri che vanno a definire uno spettro di *target* (riferimento) per l'area in esame (definito sulla base di impostazioni definite nelle NTC 2018).

RISPOSTA SISMICA LOCALE					Pagina 6 di 19
Riparazione danni e miglioramento sismico su edificio adibito a civile abitazione, gravemente danneggiato dalla crisi sismica iniziata il 2009, Comune di Montemonaco (AP)					
02	Integrazioni	09/02/2024	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
01	Integrazioni	05/02/2024	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
00	Prima emissione	02/10/2023	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
REV	DOCUMENTO	DATA	PREPARATO	RIESAMINATO	VALIDATO

DOTT. GEOLOGO SANTE STANGONI

GEOLOGO SPECIALISTA N. 789 ALBO SEZIONE A, ORDINE DEI GEOLOGI DELLE MARCHE
RUA DELLA CASERMA 4/A - 63100 ASCOLI PICENO (AP) - TELEFAX 0736.780369
MOBILE 328.5882488 - E-MAIL: SANTE.STANGONI@LIBERO.IT - P.IVA 01917800441

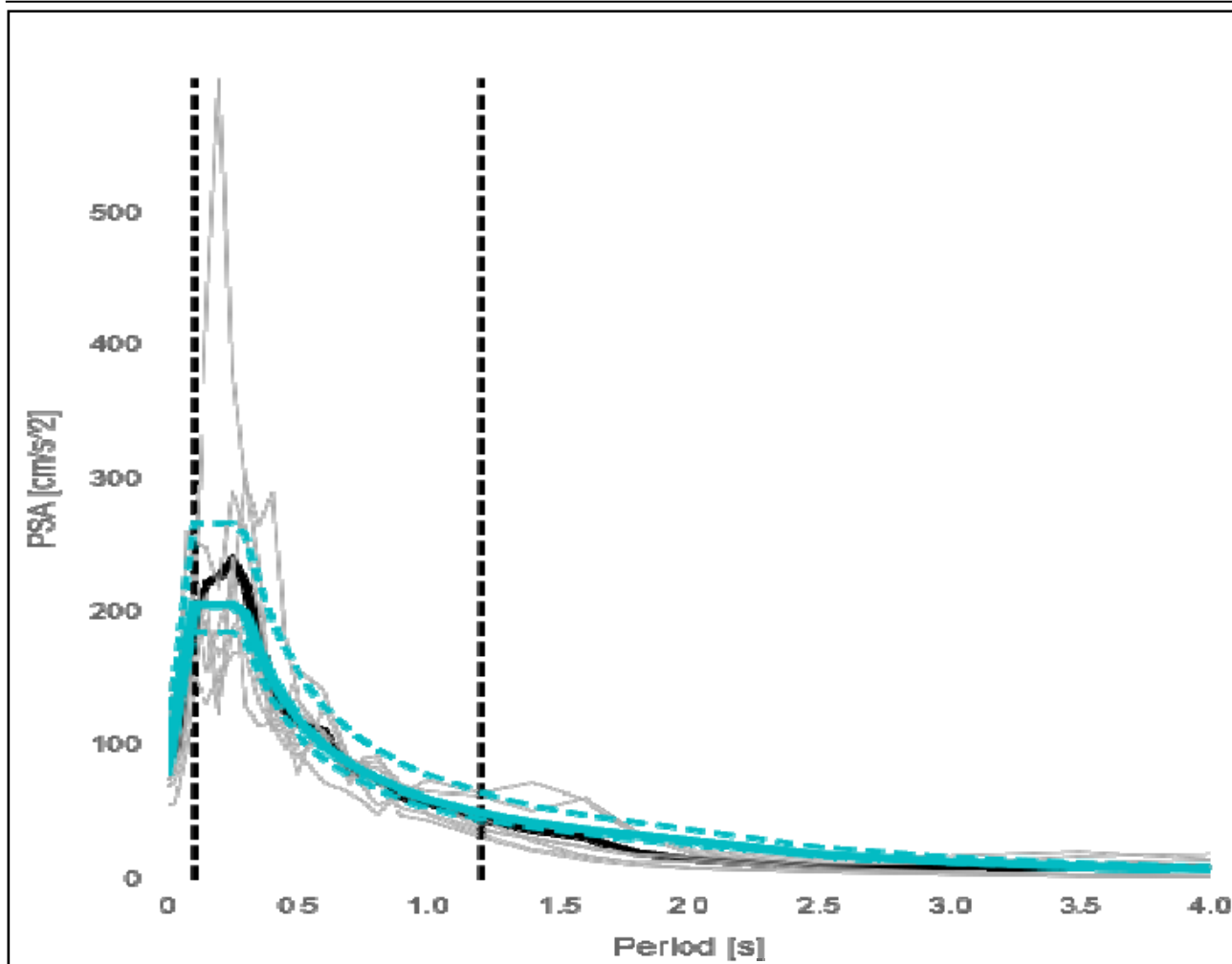


Figura 4 - Esempio di settupla di segnali simici ottenuti tramite REXEweb per lo SLD.

Fra i parametri richiesti da REXEweb per la definizione della settupla di segnali di riferimento, ci sono le coppie **M** (magnitudo) e **D** (distanza) afferenti ad un determinato tempo di ritorno (T_r), per una determinata area: per quanto riguarda questi parametri, indicati come termini di disaggregazione (Fig.5), si è fatto riferimento alle mappe interattive di pericolosità sismica di INGV.

RISPOSTA SISMICA LOCALE					Pagina 7 di 19
Riparazione danni e miglioramento sismico su edificio adibito a civile abitazione, gravemente danneggiato dalla crisi sismica iniziata il 2009, Comune di Montemonaco (AP)					
02	Integrazioni	09/02/2024	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
01	Integrazioni	05/02/2024	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
00	Prima emissione	02/10/2023	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
REV	DOCUMENTO	DATA	PREPARATO	RIESAMINATO	VALIDATO

DOTT. GEOLOGO SANTE STANGONI

GEOLOGO SPECIALISTA N. 789 ALBO SEZIONE A, ORDINE DEI GEOLOGI DELLE MARCHE
RUA DELLA CASERMA 4/A – 63100 ASCOLI PICENO (AP) – TELEFAX 0736.780369
MOBILE 328.5882488 – E-MAIL: SANTE.STANGONI@LIBERO.IT – P.IVA 01917800441

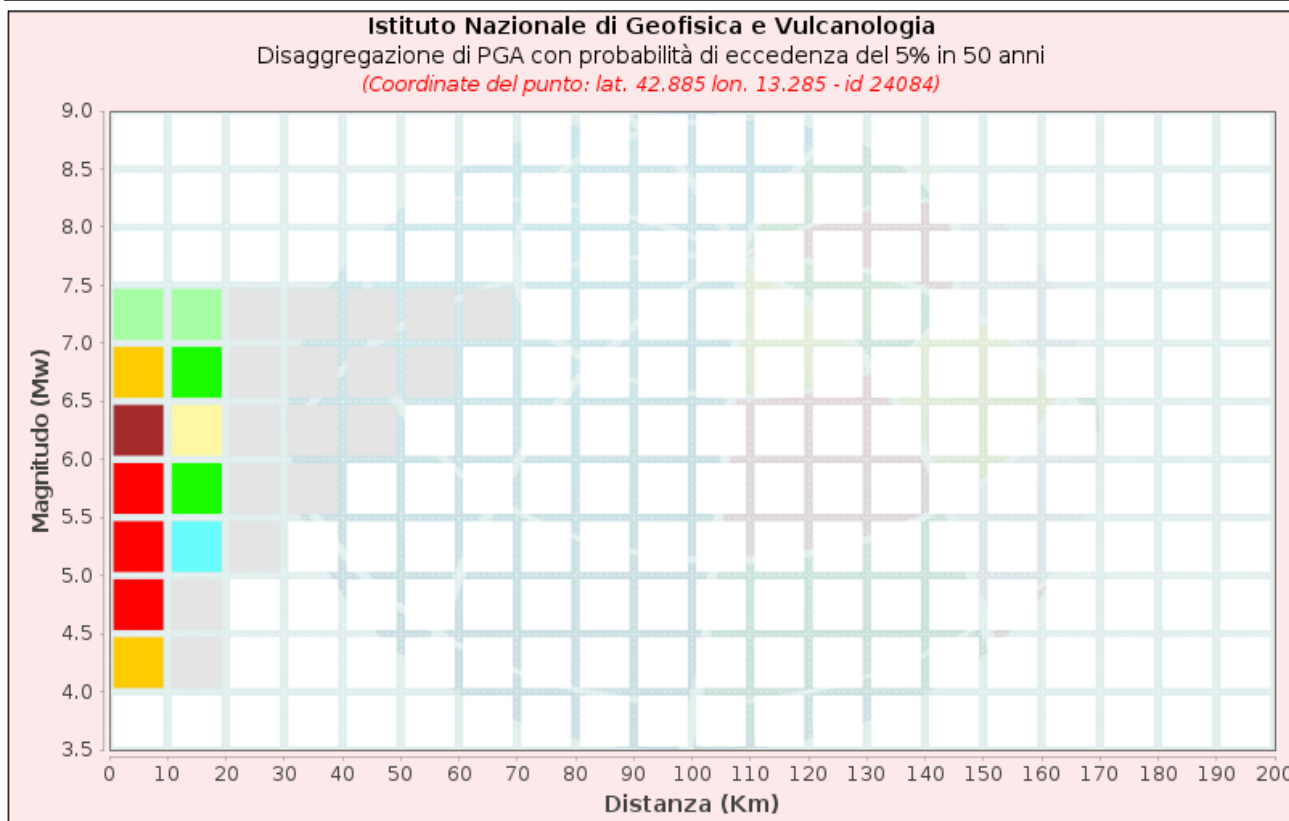


Figura 5 – Mappe interattive di pericolosità sismica; parametri di disaggregazione per il Comune di Montemonaco (località Valleggrascia) con una probabilità di accadimento pari al 5% in 50 anni ($T_r=975$ anni; SLC).

SETTAGGIO DEI PARAMETRI DI INPUT IN STRATA

Per le modellazioni di risposta sismica locale previste nel presente studio, è stata effettuata un'analisi tramite metodo **lineare equivalente (EQL)**, a partire da registrazioni di segnali sismici reali.

I diversi accelerogrammi assunti nelle analisi, sono stati inseriti all'interno del *software* STRATA, tramite l'apposita funzionalità, per ognuno dei quattro stati limite considerati nel presente studio (Fig.6).

RISPOSTA SISMICA LOCALE					Pagina 8 di 19
Riparazione danni e miglioramento sismico su edificio adibito a civile abitazione, gravemente danneggiato dalla crisi sismica iniziata il 2009, Comune di Montemonaco (AP)					
02	Integrazioni	09/02/2024	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
01	Integrazioni	05/02/2024	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
00	Prima emissione	02/10/2023	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
REV	DOCUMENTO	DATA	PREPARATO	RIESAMINATO	VALIDATO

DOTT. GEOLOGO SANTE STANGONI

GEOLOGO SPECIALISTA N. 789 ALBO SEZIONE A, ORDINE DEI GEOLOGI DELLE MARCHE
RUA DELLA CASERMA 4/A - 63100 ASCOLI PICENO (AP) - TELEFAX 0736.780369
MOBILE 328.5882488 - E-MAIL: SANTE.STANGONI@LIBERO.IT - P.IVA 01917800441

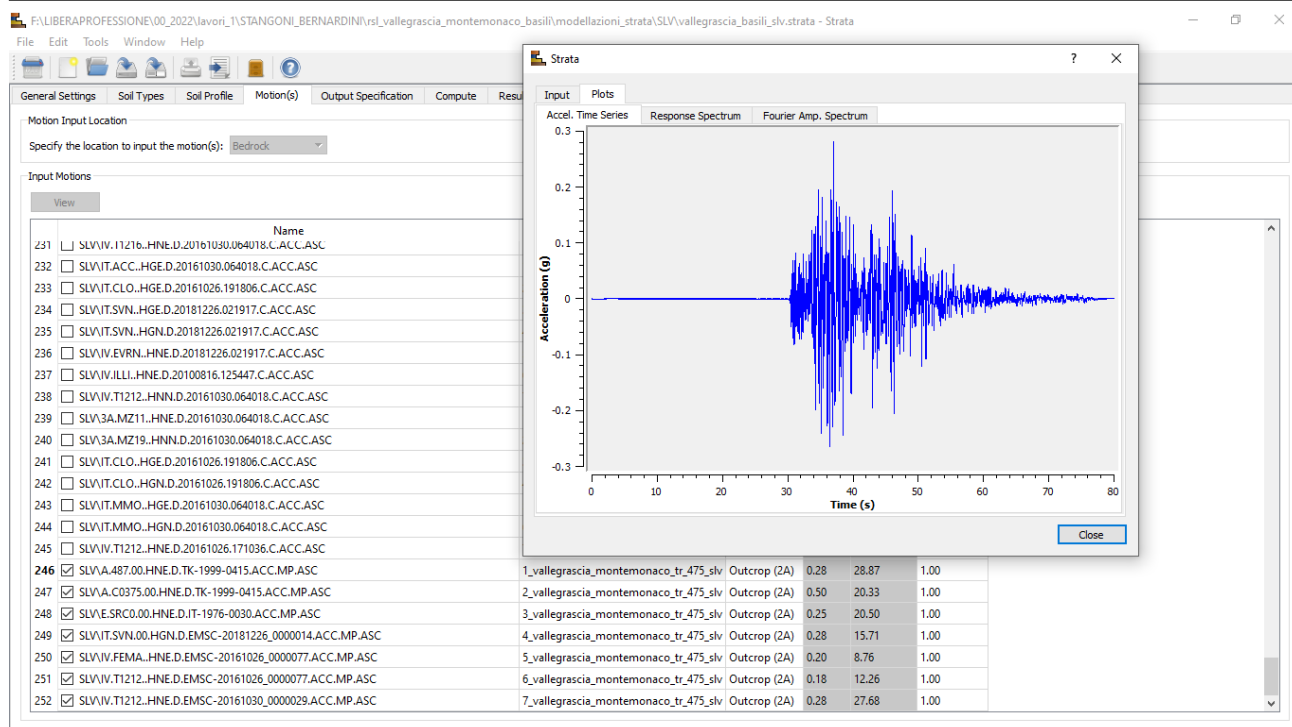


Figura 6 – Inserimento dell'input sismico all'interno di STRATA (analisi SLV; Tr=475 anni).

Per i diversi stati limite considerati nelle analisi, sono state realizzate 100 simulazioni per ogni segnale sismico di ingresso considerato, decidendo di effettuare un'analisi statistica e quindi variando le caratteristiche dinamiche dei terreni presenti al sito (V_s , spessori, profondità del *bedrock*).

Si è scelto di variare i diversi parametri in entrata, sia dinamici che geometrici, al fine di considerare l'incertezza intrinseca riscontrabile nella loro determinazione.

I settaggi dei restanti parametri generali, necessari alle simulazioni con STRATA, sono illustrati in Figura 7.

RISPOSTA SISMICA LOCALE					Pagina 9 di 19
Riparazione danni e miglioramento sismico su edificio adibito a civile abitazione, gravemente danneggiato dalla crisi sismica iniziata il 2009, Comune di Montemonaco (AP)					
02	Integrazioni	09/02/2024	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
01	Integrazioni	05/02/2024	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
00	Prima emissione	02/10/2023	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
REV	DOCUMENTO	DATA	PREPARATO	RIESAMINATO	VALIDATO

DOTT. GEOLOGO SANTE STANGONI

GEOLOGO SPECIALISTA N. 789 ALBO SEZIONE A, ORDINE DEI GEOLOGI DELLE MARCHE
RUA DELLA CASERMA 4/A – 63100 ASCOLI PICENO (AP) – TELEFAX 0736.780369
MOBILE 328.5882488 – E-MAIL: SANTE.STANGONI@LIBERO.IT – P.IVA 01917800441

Type of Analysis

Method: Equivalent Linear (EQL)

Approach: Time Series

☒ Vary the properties

Site Property Variation

Number of realizations: 100

☐ Vary the nonlinear properties

- shear-modulus reduction curve
- damping ratio curve
- damping of the bedrock

☒ Vary the site profile

- shear-wave velocity
- layer thickness
- depth to bedrock

☐ Specify seed number 42

Calculation Parameters

Error tolerance: 2.0 %

Maximum number of iterations: 10

Effective strain ratio: 0.65

Layer Discretization

Maximum frequency: 20 Hz

Wavelength fraction: 0.20

☐ Disable auto-discretization

Figura 7 – Settaggio dei parametri di base in STRATA.

MODELLO GEOTECNICO E SISMICO

Dovendo sviluppare l'analisi di risposta sismica locale dell'area relativa all'edificio in esame, si sono considerate una serie di indagini geognostiche al fine della ricostruzione del modello geotecnico e sismico (cfr. informazioni riportate in **Premessa**). Tali indagini hanno permesso di riconoscere un assetto geologico-stratigrafico che si riflette in maniera marcata sulla ricostruzione del modello geotecnico e sismico dell'area.

L'assetto geologico-stratigrafico riconosciuto e quindi il modello geotecnico-sismico ottenuto, viene riassunto nella seguente tabella di sintesi:

RISPOSTA SISMICA LOCALE					Pagina 10 di 19
Riparazione danni e miglioramento sismico su edificio adibito a civile abitazione, gravemente danneggiato dalla crisi sismica iniziata il 2009, Comune di Montemonaco (AP)					
02	Integrazioni	09/02/2024	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
01	Integrazioni	05/02/2024	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
00	Prima emissione	02/10/2023	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
REV	DOCUMENTO	DATA	PREPARATO	RIESAMINATO	VALIDATO

DOTT. GEOLOGO SANTE STANGONI

GEOLOGO SPECIALISTA N. 789 ALBO SEZIONE A, ORDINE DEI GEOLOGI DELLE MARCHE
RUA DELLA CASERMA 4/A – 63100 ASCOLI PICENO (AP) – TELEFAX 0736.780369
MOBILE 328.5882488 – E-MAIL: SANTE.STANGONI@LIBERO.IT – P.IVA 01917800441

Profondità (m dal p.r.)	Spessore (m)	Tipologia (USCS)	Vs (m/s)	ΔV_s^* (m/s)	Densità (kN/m ³)
0-5	5	Sabbie e ghiaie sabbiose (SW-SP)	250	10,00%	19
5-11	6	Ghiaie sabbiose e limose (GM)	470	10,00%	20
11-33	12	Substrato fratturato (lineare)	580	15,00%	22,5
Bedrock	/	Substrato integro	850	20,00%	23

* ranges di variabilità delle Vs assunto nei calcoli.

Il modello geotecnico e sismico sopra descritto, è stato quindi implementato all'interno del *software* STRATA per le analisi di RSL, tenendo in considerazione la variabilità dei parametri che lo caratterizzano sia dal punto di vista dinamico che geometrico (Fig.8). Per ogni strato considerato, si è assunta una data incertezza relativamente ai valori di velocità sismica Vs delle onde di taglio determinate con le indagini geofisiche; anche per la profondità H del *bedrock* sismico è stata assunta una incertezza del 10% (Δh).

The screenshot shows the STRATA software interface. The 'Site Profile' tab is active, displaying a table with the following data:

Depth (m)	Thickness (m)	Soil Type	Vs (m/s)	Std. Dev.	Minimum (m/s)	Maximum (m/s)	Varied
1 0.00	5.00	Idriss (1990) (SW, SP, SM, SC)	250.00	0.10	0.00	0.00	☒
2 5.00	6.00	Rollins et al. (1998) (GW, GP, GM, GC)	470.00	0.10	0.00	0.00	☒
3 11.00	12.00	Substrato fratturato (lineare)	580.00	0.15	0.00	0.00	☒
4 23.00	Half-Space	Bedrock	850.00	0.20	800.00	1200.00	☒

The 'Variation of the Site Profile' tab is also visible, showing the 'Toro (1992) Site Variation Model' settings. The 'Vary the shear-wave velocity of the layers' checkbox is checked. The 'Velocity Variation Parameters' section shows 'Layer specific standard deviation' checked, with a 'Standard deviation' of 0.150. The 'Correlation model' is set to 'Custom', and the 'Correlation Parameters' section shows 'Correl. coeff. at surface (p_0)' set to 0.960, 'Correl. coeff. at 200 m (p_200)' set to 0.960, 'Change in correl. with depth (Δ)' set to 10.000, 'Depth intercept (d_0)' set to 0.00 m, and 'Exponent (b)' set to 0.0950.

Figura 8 – Inserimento del modello geotecnico-geofisico nel *software* STRATA.

RISPOSTA SISMICA LOCALE					Pagina 11 di 19
Riparazione danni e miglioramento sismico su edificio adibito a civile abitazione, gravemente danneggiato dalla crisi sismica iniziata il 2009, Comune di Montemonaco (AP)					
02	Integrazioni	09/02/2024	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
01	Integrazioni	05/02/2024	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
00	Prima emissione	02/10/2023	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
REV	DOCUMENTO	DATA	PREPARATO	RIESAMINATO	VALIDATO

DOTT. GEOLOGO SANTE STANGONI

GEOLOGO SPECIALISTA N. 789 ALBO SEZIONE A, ORDINE DEI GEOLOGI DELLE MARCHE
RUA DELLA CASERMA 4/A - 63100 ASCOLI PICENO (AP) - TELEFAX 0736.780369
MOBILE 328.5882488 - E-MAIL: SANTE.STANGONI@LIBERO.IT - P.IVA 01917800441

CURVE DI DECADIMENTO DEL MODULO DI TAGLIO E SMORZAMENTO-DEFORMAZIONE

Le curve di decadimento del modulo di taglio G/G_0 e di smorzamento-deformazione $D\%$ utilizzate per le analisi sono quelle rese disponibili dal CMS (Centro di Microzonazione Sismica) per l'esecuzione degli studi di microzonazione sismica delle aree del centro Italia danneggiate dalla sequenza sismica del 2016. Per quanto riguarda le coperture di origine alluvionale e detritica, è stata identificata una porzione più superficiale a granulometria maggiormente sabbiosa (**SW, SP**) per la quale è stato ritenuto valido il modello di **Idriss (1990)** e una porzione inferiore a granulometria più grossolana (**GM**); esse ricoprono il *bedrock* con limitati spessori (circa 10 m), si sono assunte le curve di decadimento di **Rollins et alii (1998)**.

ANALISI PROBABILISTICA DI RISPOSTA SISMICA LOCALE

Le diverse settuple considerate nelle analisi di RSL sono state inserite in STRATA ed è stata valutata la loro coerenza assoluta e relativa; tutti i segnali si sono dimostrati adeguati alla tipologia di analisi prevista dal presente studio.

L'*output* ottenuto da ogni analisi, relativo ad un determinato tempo di ritorno **T_r** , consiste in n. 700 simulazioni di amplificazione del segnale sismico di base (100 simulazioni per ogni *input* considerato). L'analisi probabilistica sviluppata in campo elastico ha restituito dei risultati coerenti con quanto registrato sperimentalmente tramite le indagini HVSR effettuate in corrispondenza del sito in esame, con frequenze principali poste tra circa **6,0 Hz** e **11,0 Hz**. I grafici della funzione di trasferimento dal *bedrock* alla superficie (Fig.9) mostrano un picco di amplificazione (medio) posto circa in corrispondenza della frequenza **5,6 Hz** (per SLV; comunque variabile sulla base dello stato limite considerato).

Tale frequenza principale appare assolutamente compatibile con la situazione stratigrafica del sito, caratterizzata da coperture alluvionali di significativo spessore (circa 10 m).

Le modellazioni effettuate, in coerenza con i dati geofisici osservati sperimentalmente, hanno condotto alla restituzione di tutta una serie di risultati utili alla determinazione della risposta sismica locale e alla validazione sperimentale delle medesime analisi.

RISPOSTA SISMICA LOCALE					Pagina 12 di 19
Riparazione danni e miglioramento sismico su edificio adibito a civile abitazione, gravemente danneggiato dalla crisi sismica iniziata il 2016, Comune di Montemonaco (AP)					
02	Integrazioni	09/02/2024	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
01	Integrazioni	05/02/2024	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
00	Prima emissione	02/10/2023	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
REV	DOCUMENTO	DATA	PREPARATO	RIESAMINATO	VALIDATO

DOTT. GEOLOGO SANTE STANGONI

GEOLOGO SPECIALISTA N. 789 ALBO SEZIONE A, ORDINE DEI GEOLOGI DELLE MARCHE
RUA DELLA CASERMA 4/A – 63100 ASCOLI PICENO (AP) – TELEFAX 0736.780369
MOBILE 328.5882488 – E-MAIL: SANTE.STANGONI@LIBERO.IT – P.IVA 01917800441

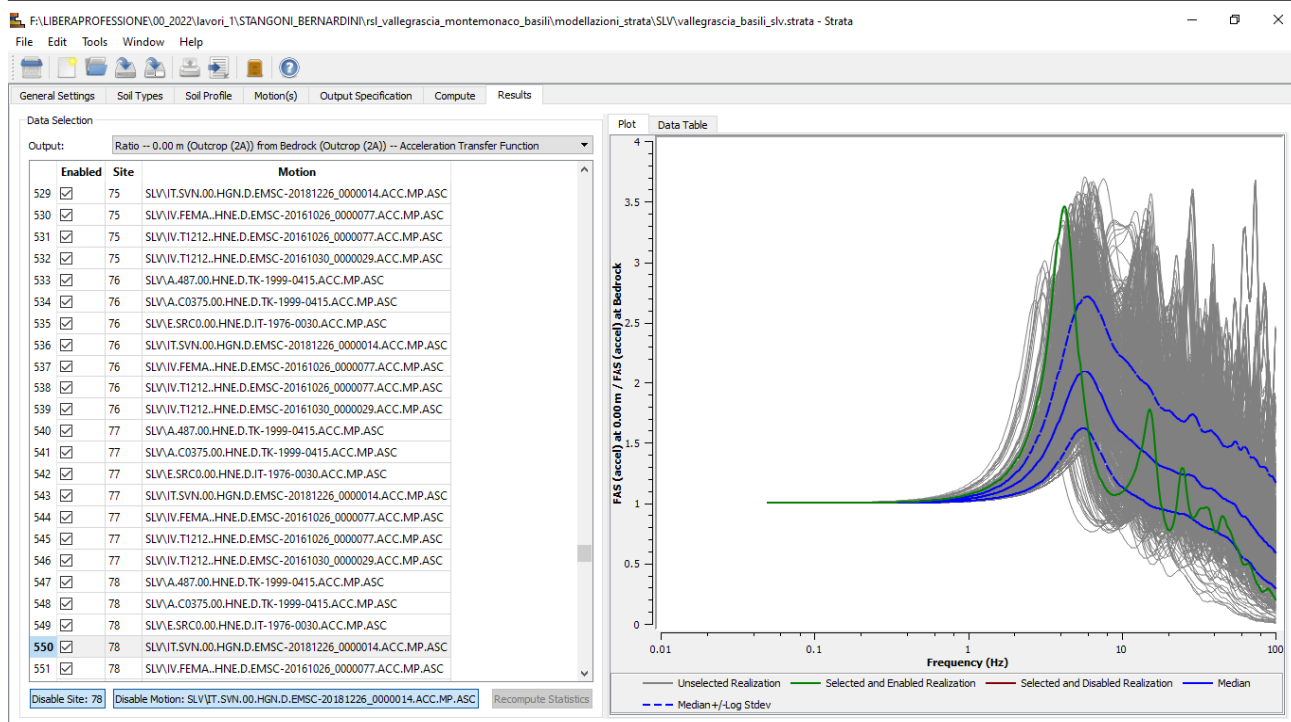


Figura 9 – Grafico relativo alla funzione di trasferimento dal *bedrock* alla superficie; 1-D, analisi statistica effettuata con STRATA (restituzione per $T_r=475$ yr; SLV).

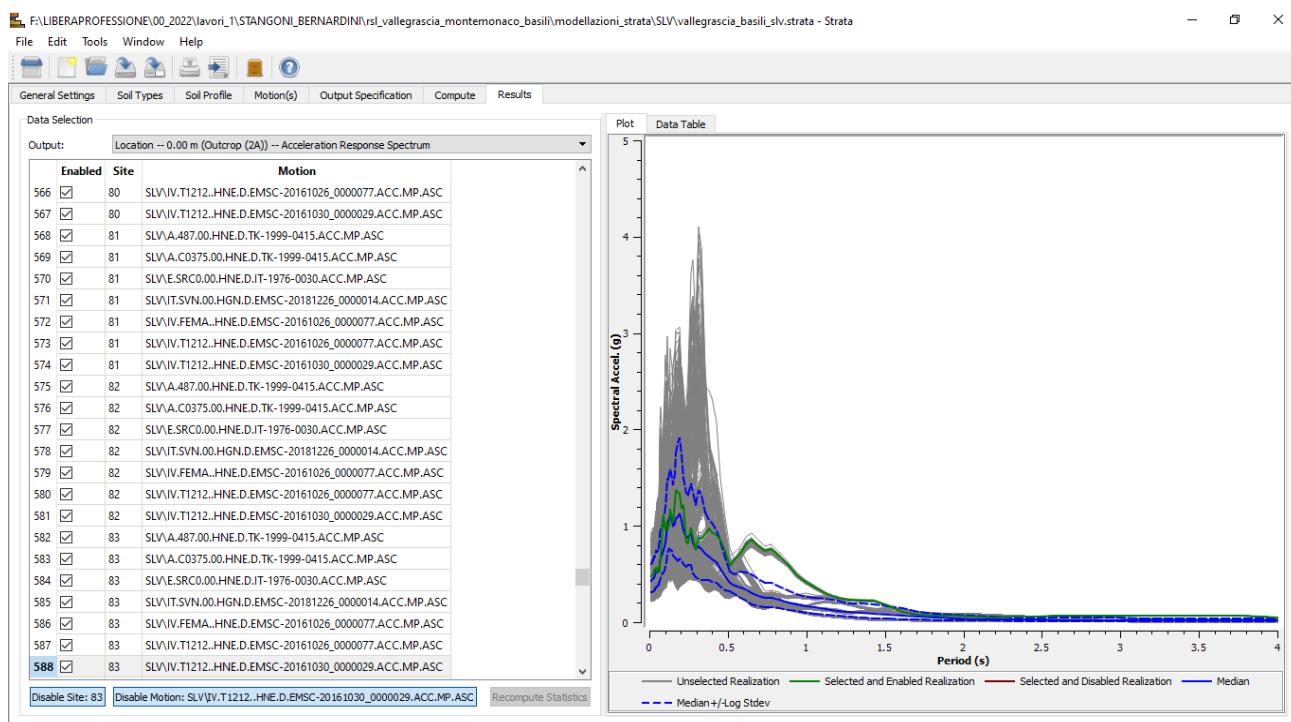


Figura 10 – Grafico degli spettri di risposta al piano di riferimento derivanti dalle simulazioni (700) effettuate da STRATA per il sito in esame (restituzione per $T_r=475$ yr; SLV).

In Figura 10 viene illustrato quello che è il risultato principale ricercato attraverso il presente studio, ossia gli spettri di risposta finali al piano di riferimento restituiti da STRATA sulla base

RISPOSTA SISMICA LOCALE					Pagina 13 di 19
Riparazione danni e miglioramento sismico su edificio adibito a civile abitazione, gravemente danneggiato dalla crisi sismica iniziata il 2009, Comune di Montemonaco (AP)					
02	Integrazioni	09/02/2024	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
01	Integrazioni	05/02/2024	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
00	Prima emissione	02/10/2023	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
REV	DOCUMENTO	DATA	PREPARATO	RIESAMINATO	VALIDATO

DOTT. GEOLOGO SANTE STANGONI

GEOLOGO SPECIALISTA N. 789 ALBO SEZIONE A, ORDINE DEI GEOLOGI DELLE MARCHE
RUA DELLA CASERMA 4/A – 63100 ASCOLI PICENO (AP) – TELEFAX 0736.780369
MOBILE 328.5882488 – E-MAIL: SANTE.STANGONI@LIBERO.IT – P.IVA 01917800441

delle modellazioni effettuate (n. 700 considerando la situazione stratigrafica e i sette segnali sismici presi in esame); il *software* riporta il tracciato e i valori dello spettro (**Se**; g) di tutte le simulazioni, il valore della **mediana** e il valore della **mediana + sigma** (scarto quadratico medio) degli spettri con smorzamento al 5%.

ANALISI DEI RISULTATI

Si è scelto di trattare i dati di *output* di STRATA tramite un foglio di calcolo, in modo da effettuare analisi del segnale adatte a rappresentare al meglio l'azione sismica effettiva attesa al sito. Si sono calcolati quindi, a partire dalle 700 modellazioni considerate (per ogni tempo di ritorno T_r necessario allo studio e quindi per ogni Stato Limite), lo **spettro medio** (50° percentile) e lo **spettro 84° percentile** della distribuzione dei valori (Fig.11), che rappresentano rispettivamente le azioni sismiche attese al sito che hanno la probabilità del 50% e del 16% di essere superate per i differenti tempi di ritorno (rispettivamente 30, 50, 475 e 975 anni).

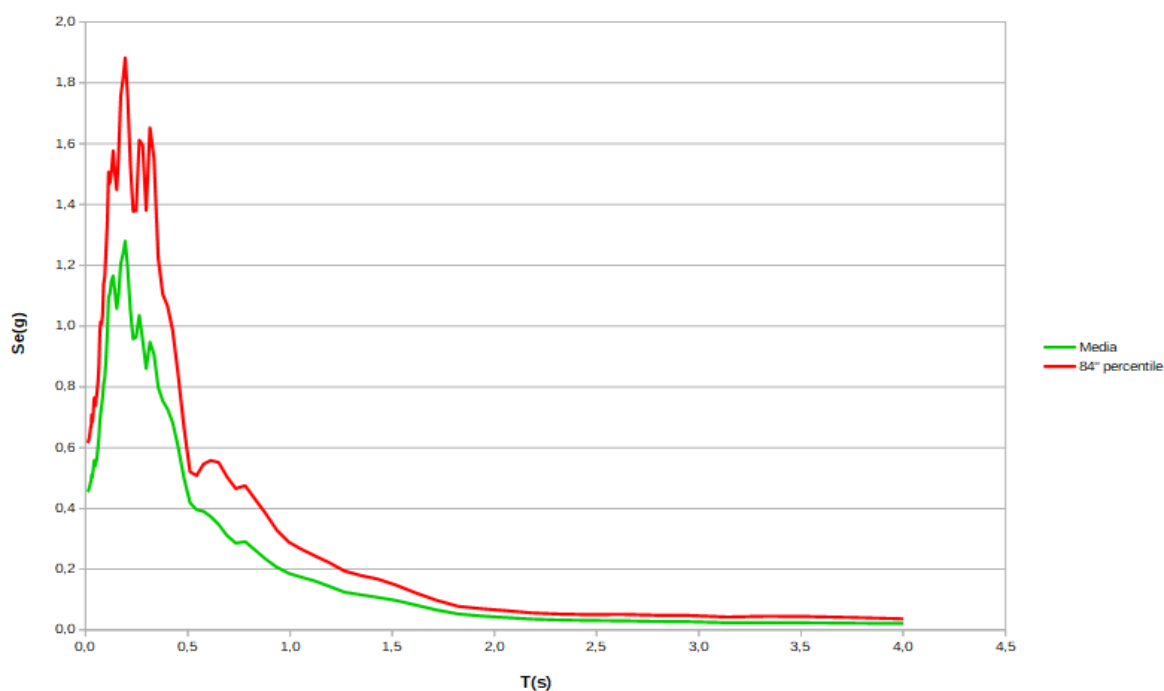


Figura 11 – Confronto fra spettro 50° percentile (media, in verde) e lo spettro 84° percentile (media+1 σ , in rosso) per il sito in esame (restituzione per $T_r=475$ yr; SLV).

Va da sé che gli spettri 84° percentile presentano delle azioni sismiche attese molto più elevate

RISPOSTA SISMICA LOCALE					Pagina 14 di 19
Riparazione danni e miglioramento sismico su edificio adibito a civile abitazione, gravemente danneggiato dalla crisi sismica iniziata il 2009, Comune di Montemonaco (AP)					
02	Integrazioni	09/02/2024	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
01	Integrazioni	05/02/2024	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
00	Prima emissione	02/10/2023	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
REV	DOCUMENTO	DATA	PREPARATO	RIESAMINATO	VALIDATO

DOTT. GEOLOGO SANTE STANGONI

GEOLOGO SPECIALISTA N. 789 ALBO SEZIONE A, ORDINE DEI GEOLOGI DELLE MARCHE
RUA DELLA CASERMA 4/A – 63100 ASCOLI PICENO (AP) – TELEFAX 0736.780369
MOBILE 328.5882488 – E-MAIL: SANTE.STANGONI@LIBERO.IT – P.IVA 01917800441

rispetto agli spettri medi e che quindi, assumendo tale modellazione, si utilizzerebbe un approccio alla progettazione assai più cautelativo.

Lo spettro medio è stato scelto al fine dello sviluppo degli spettri regolarizzati secondo la procedura consigliata sull'Allegato 1 dell'Ordinanza n.24/2018 (Commissario alla ricostruzione); qualora il progettista ritenga di dover utilizzare degli approcci caratterizzati da una metodologia maggiormente conservativa, si potrà scegliere di regolarizzare lo spettro relativo all'84° percentile della distribuzione dei valori, per ognuno dei T_r considerati nella presente analisi.

In Figura 12 viene riportato lo spettro medio (50° percentile) normalizzato secondo la procedura consigliata dalla suddetta Ordinanza del Commissario alla ricostruzione e relativo ad un $T_r=475$ anni.

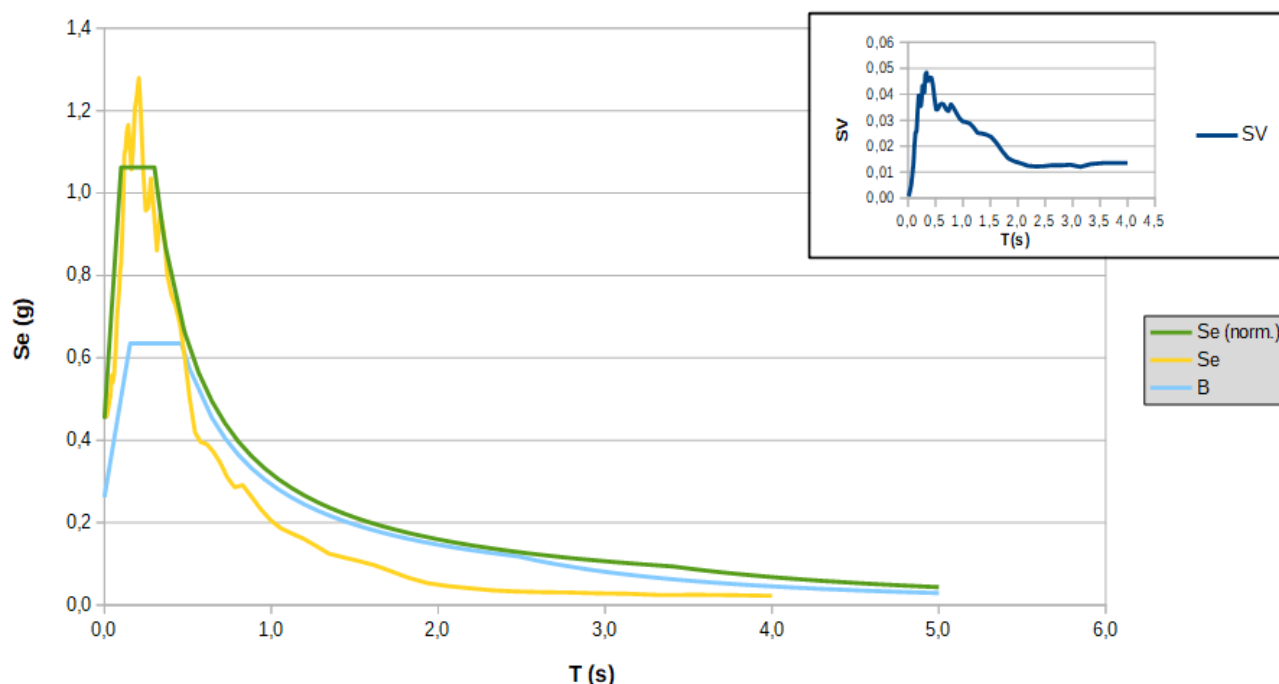


Figura 12 – Regolarizzazione dello spettro medio derivante dalle analisi di RSL ($T_r=475$ yr; SLV), messo a confronto con lo spettro relativo all'approccio semplificato ($T_r = 475$ yr; SLV, categoria di sottosuolo B, categoria topografica T1).

In Tabella 2 vengono riportati i parametri di riferimento dello spettro normalizzato (T_b , T_c , etc.), relativi ai diversi spettri di risposta calcolati nel presente studio, necessari al progettista

RISPOSTA SISMICA LOCALE					Pagina 15 di 19
Riparazione danni e miglioramento sismico su edificio adibito a civile abitazione, gravemente danneggiato dalla crisi sismica iniziata il 2009, Comune di Montemonaco (AP)					
02	Integrazioni	09/02/2024	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
01	Integrazioni	05/02/2024	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
00	Prima emissione	02/10/2023	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
REV	DOCUMENTO	DATA	PREPARATO	RIESAMINATO	VALIDATO

DOTT. GEOLOGO SANTE STANGONI

GEOLOGO SPECIALISTA N. 789 ALBO SEZIONE A, ORDINE DEI GEOLOGI DELLE MARCHE
RUA DELLA CASERMA 4/A - 63100 ASCOLI PICENO (AP) - TELEFAX 0736.780369
MOBILE 328.5882488 - E-MAIL: SANTE.STANGONI@LIBERO.IT - P.IVA 01917800441

per inserire le azioni sismiche riconosciute all'interno dei codici di calcolo utili al dimensionamento strutturale.

Tr	SL	P _{VR}	V _N	Cu	V _R	PGA	Tb	Tc	Td	F0	n	S	Cc	Tc*	ε%
[anni]			[anni]		[anni]	[g]	[s]	[s]	[s]					[s]	
30	SLO	81%	50	1	50	0,131	0,082	0,245	2,124	2,45	1	1	1	0,245	5
50	SLD	63%	50	1	50	0,139	0,09	0,27	2,156	2,72	1	1	1	0,27	5
475	SLV	10%	50	1	50	0,452	0,1	0,3	3,408	2,35	1	1	1	0,3	5
975	SLC	5%	50	1	50	0,542	0,11	0,33	0,542	2,45	1	1	1	0,33	5

Tabella 2 - Parametri di riferimento relativi ai diversi spettri considerati nelle analisi.

In Figura 13 si riportano graficamente, per un rapido confronto, i diversi spettri determinati per il presente lavoro.

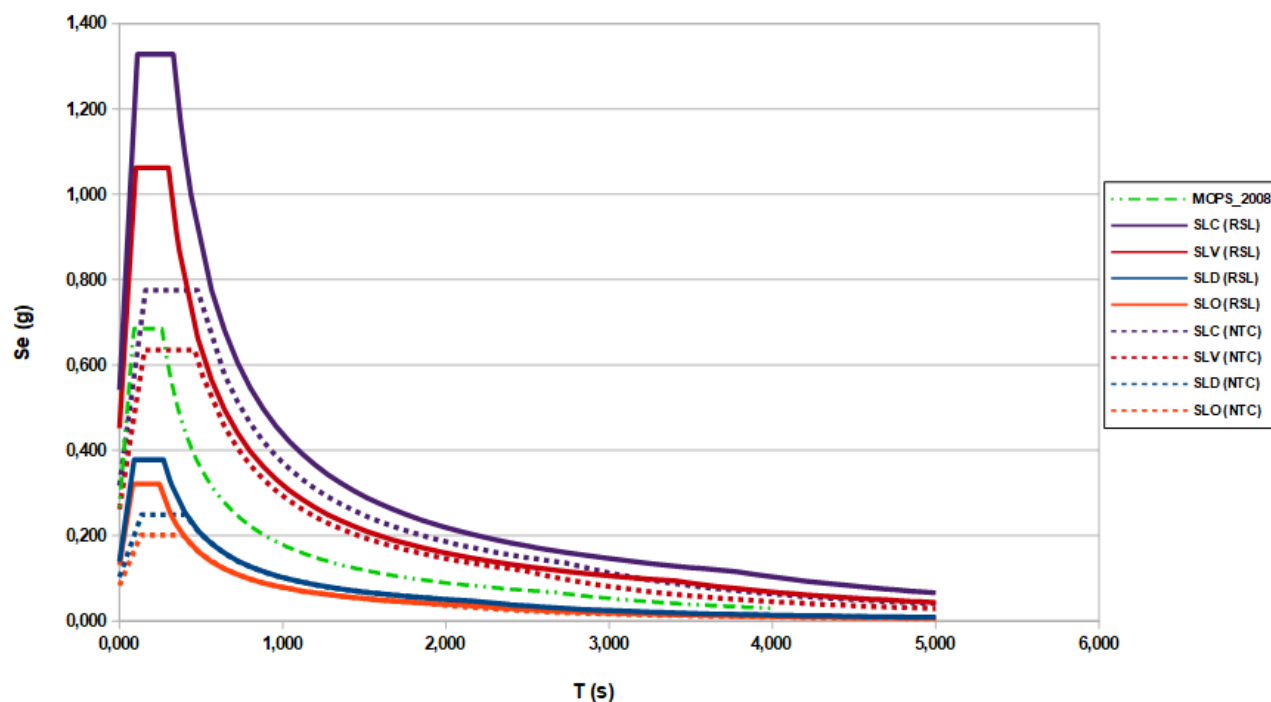


Figura 13 - Grafici regolarizzati relativi ai diversi spettri considerati nelle analisi.

CONCLUSIONI

Dalle elaborazioni dello studio di Risposta Sismica Locale (RSL) effettuato per il sito in esame, emerge che tutti gli spettri determinati tramite l'approccio rigoroso delle NTC2018 mostrano

RISPOSTA SISMICA LOCALE					Pagina 16 di 19
Riparazione danni e miglioramento sismico su edificio adibito a civile abitazione, gravemente danneggiato dalla crisi sismica iniziata il 2009, Comune di Montemonaco (AP)					
02	Integrazioni	09/02/2024	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
01	Integrazioni	05/02/2024	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
00	Prima emissione	02/10/2023	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
REV	DOCUMENTO	DATA	PREPARATO	RIESAMINATO	VALIDATO

DOTT. GEOLOGO SANTE STANGONI

GEOLOGO SPECIALISTA N. 789 ALBO SEZIONE A, ORDINE DEI GEOLOGI DELLE MARCHE
RUA DELLA CASERMA 4/A - 63100 ASCOLI PICENO (AP) - TELEFAX 0736.780369
MOBILE 328.5882488 - E-MAIL: SANTE.STANGONI@LIBERO.IT - P.IVA 01917800441

azioni simiche superiori a quelle ottenute con l'approccio semplificato delle NTC2018 (B-T1) per tutto il *range* di periodi considerati (0 - 5,0 s).

Lo spettro di risposta sismica locale determinato per il sito in esame allo SLV ($T_r=475$ anni), supera in maniera molto marcata quello sviluppato nell'ambito degli studi di microzonazione sismica.

NOTA TECNICA

Per quanto riguarda l'osservazione avanzata da USR con specifica nota di richiesta chiarimento tecnico inerentemente l'utilizzo di un profilo sismostratigrafico non perfettamente corrispondente al profilo MASW, si precisa quanto segue:

L'indagine geofisica è stata realizzata mediante n.1 profili in *array* con tecnica MASW e misurazioni a stazione singola H/V con tecnica HVSR.

Il profilo sismostratigrafico utilizzato per l'analisi di risposta sismica locale è stato in seguito definito mediante modellazione pseudo-congiunta tra tecnica MASW e H/V, tenendo anche in considerazione le risultanze di indagini effettuate nell'ambito degli Studi di Microzonazione sismica ed è pertanto da considerarsi più attendibile rispetto alla singola elaborazione MASW, poiché l'analisi pseudo-congiunta consente la definizione del profilo verticale di velocità delle onde di taglio S al di sotto del limite inferiore di leggibilità della sola prova multicanale e soprattutto permette di considerare le frequenze principali di vibrazione del sito (contenuti in frequenza).

Il suddetto processo di analisi viene effettuato attraverso STRATA (o altri programmi di modellazione) in maniera iterativa, ossia assumendo il profilo Vs derivante da una MASW e proseguendo in seguito ad una ridefinizione dello stesso sulla base delle frequenze emerse dalla prova HVSR: nel presente caso la ridefinizione del profilo Vs sulla base delle frequenze osservate in campo elastico ($f_0 = 6,0$ Hz; $f_1=11,0$ Hz) ha comportato l'introduzione dei due sismostrati con Vs 470 e 580 m/s (che non erano emersi dall'inversione della prova MASW).

La funzione di trasferimento derivante da una analisi di RSL è il rapporto tra lo spettro dell'accelerogramma in superficie e di quello al *bedrock* e rappresenta il valore di

RISPOSTA SISMICA LOCALE					Pagina 17 di 19
Riparazione danni e miglioramento sismico su edificio adibito a civile abitazione, gravemente danneggiato dalla crisi sismica iniziata il 2009, Comune di Montemonaco (AP)					
02	Integrazioni	09/02/2024	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
01	Integrazioni	05/02/2024	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
00	Prima emissione	02/10/2023	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
REV	DOCUMENTO	DATA	PREPARATO	RIESAMINATO	VALIDATO

DOTT. GEOLOGO SANTE STANGONI

GEOLOGO SPECIALISTA N. 789 ALBO SEZIONE A, ORDINE DEI GEOLOGI DELLE MARCHE
RUA DELLA CASERMA 4/A – 63100 ASCOLI PICENO (AP) – TELEFAX 0736.780369
MOBILE 328.5882488 – E-MAIL: SANTE.STANGONI@LIBERO.IT – P.IVA 01917800441

amplificazione del moto del suolo alle varie frequenze. Ne deriva che la funzione di trasferimento ottenuta nella RSL, in campo elastico, deve necessariamente avere lo stesso andamento delle curve HVSr misurate in sito, riproducendone grossomodo le frequenze principali di risonanza (picchi; Fig.14): tale aspetto assume priorità nelle analisi, rappresentando di fatto la validazione del modello di sottosuolo utilizzato.

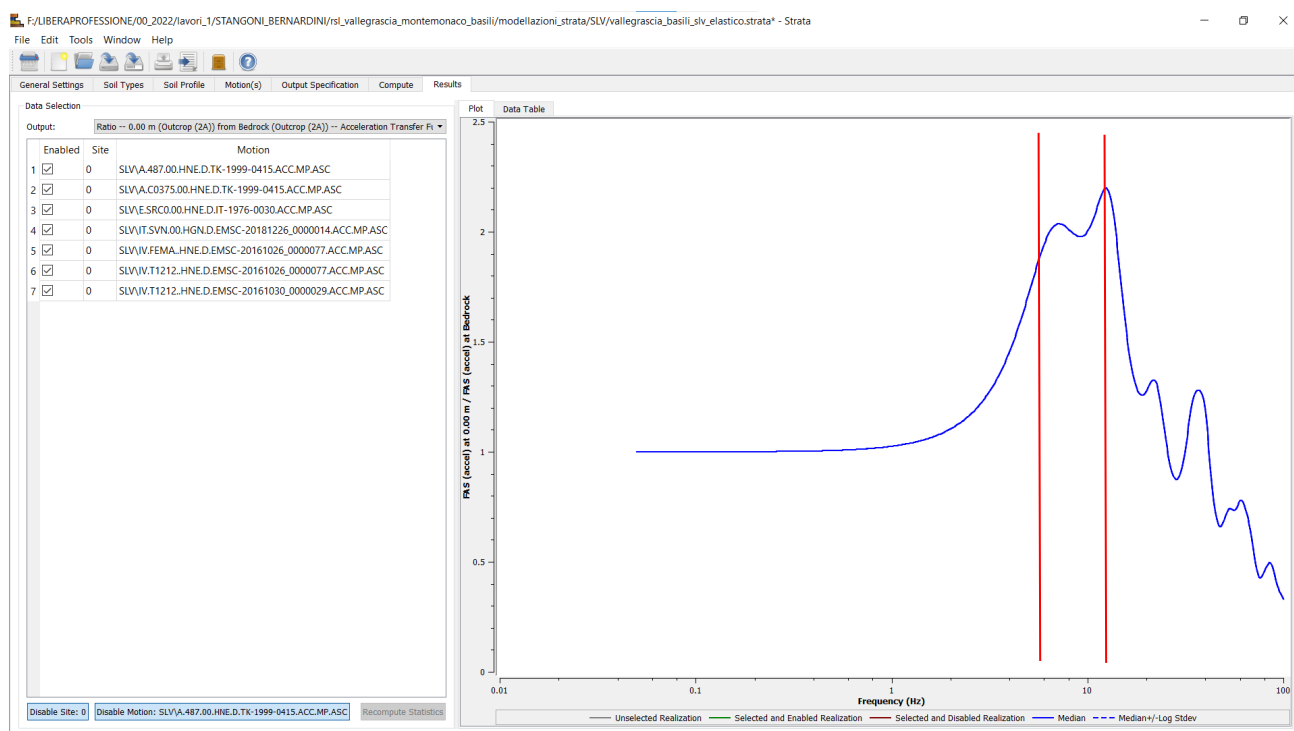


Figura 14 – Modellazione di RSL effettuata in campo elastico al fine di validare il modello sismostratigrafico relativamente al contenuto in frequenza misurato al sito con le indagini HVSr ($f_0 = 6,0$ Hz; $f_1 = 11,0$ Hz).

Ascoli Piceno, 09.02.2024

Dott. Geologo Sante Stangoni

n° 789 Albo sezione A Ordine dei Geologi della Regione Marche

Documento informatico firmato digitalmente ai sensi del testo unico D.P.R. 28 dicembre 2000, n.445, del D.Lgs. 7 marzo 2005, n. 82 e norme collegate, il quale sostituisce il testo cartaceo e la firma autografa

RISPOSTA SISMICA LOCALE					Pagina 18 di 19
Riparazione danni e miglioramento sismico su edificio adibito a civile abitazione, gravemente danneggiato dalla crisi sismica iniziata il 29/09/2009, sito in via ... Comune di Montemonaco (AP)					
02	Integrazioni	09/02/2024	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
01	Integrazioni	05/02/2024	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
00	Prima emissione	02/10/2023	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
REV	DOCUMENTO	DATA	PREPARATO	RIESAMINATO	VALIDATO

DOTT. GEOLOGO SANTE STANGONI

GEOLOGO SPECIALISTA N. 789 ALBO SEZIONE A, ORDINE DEI GEOLOGI DELLE MARCHE
RUA DELLA CASERMA 4/A - 63100 ASCOLI PICENO (AP) - TELEFAX 0736.780369
MOBILE 328.5882488 - E-MAIL: SANTE.STANGONI@LIBERO.IT - P.IVA 01917800441

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Pacetti D., Gubinelli M., Fabiani F., 2018 – Microzonazione sismica di livello 3 del Comune di Montemonaco ai sensi dell'Ordinanza del Commissario straordinario n.24 del 15/04/2017 al n.1065. Relazione illustrativa.

Iervolino I., Galasso C., Cosenza E., 2010 – REXEL: computer aided record selection for code-based seismic structural analysis, Bull. Earthquake Eng.; 8:339-362.

Kottke A., Rathje E., 2018 – Technical Manual for Strata.

RISPOSTA SISMICA LOCALE					Pagina 19 di 19
Riparazione danni e miglioramento sismico su edificio adibito a civile abitazione, gravemente danneggiato dalla crisi sismica iniziata il 2009, Comune di Montemonaco (AP)					
02	Integrazioni	09/02/2024	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
01	Integrazioni	05/02/2024	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
00	Prima emissione	02/10/2023	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
REV	DOCUMENTO	DATA	PREPARATO	RIESAMINATO	VALIDATO

DOTT. GEOLOGO SANTE STANGONI

GEOLOGO SPECIALISTA, N°.789 ALBO SEZIONE A, ORDINE DEI GEOLOGI DELLE MARCHE
RUA DELLA CASERMA 4/A - 63100 ASCOLI PICENO (AP) - TELEFAX 0736.780369
MOBILE 328.5882488 - E-MAIL SANTE.STANGONI@LIBERO.IT - P. IVA 01917800441

**ALLEGATO 1:
SPETTRI DI RISPOSTA SISMICA LOCALE**

SPETTRI DI RSL					ALLEGATO 1
Riparazione danni e miglioramento sismico su edificio adibito a civile abitazione, gravemente danneggiato dalla crisi sismica iniziata il 24/08/2016, sito in Frazione Valleggrascia, Comune di Montemonaco (AP)					
02	Prima emissione	09/02/2024	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
01	Prima emissione	05/02/2024	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
00	Prima emissione	02/10/2023	Stangoni Sante	Stangoni Sante	Stangoni Sante
REV.	DESCRIZIONE	DATA	PREPARATO	RIESAMINATO	VALIDATO

T(s)	SLO (RSL)	T(s)	SLD (RSL)	T(s)	SLO (NTC)	T(s)	SLD (NTC)	T(s)	SLV (NTC)	T(s)	SLC (NTC)	T(s)	SLV (RSL)	T(s)	SLC (RSL)	T(s)	MOPS_2008
0,000	0,131	0,000	0,139	0,000	0,083	0,000	0,103	0,000	0,262	0,000	0,317	0,000	0,452	0,000	0,542	0,000	0,266
0,082	0,321	0,090	0,378	0,010	0,092	0,010	0,114	0,010	0,286	0,010	0,346	0,100	1,062	0,110	1,328	0,010	0,315
0,136	0,321	0,136	0,378	0,089	0,163	0,089	0,199	0,089	0,478	0,089	0,572	0,136	1,062	0,136	1,328	0,020	0,363
0,245	0,321	0,238	0,378	0,131	0,201	0,136	0,249	0,154	0,635	0,160	0,775	0,267	1,062	0,279	1,328	0,030	0,411
0,314	0,250	0,270	0,378	0,248	0,201	0,248	0,249	0,248	0,635	0,248	0,775	0,300	1,062	0,330	1,328	0,040	0,459
0,350	0,225	0,309	0,330	0,325	0,201	0,325	0,249	0,325	0,635	0,325	0,775	0,350	0,910	0,372	1,178	0,050	0,507
0,400	0,197	0,320	0,319	0,392	0,201	0,407	0,249	0,327	0,635	0,426	0,775	0,367	0,868	0,400	1,096	0,060	0,555
0,477	0,165	0,400	0,255	0,400	0,197	0,412	0,246	0,426	0,635	0,469	0,775	0,477	0,668	0,440	0,996	0,070	0,604
0,485	0,162	0,477	0,214	0,426	0,185	0,463	0,219	0,461	0,635	0,479	0,775	0,485	0,657	0,564	0,776	0,080	0,652
0,564	0,139	0,485	0,210	0,463	0,170	0,510	0,199	0,510	0,574	0,644	0,577	0,564	0,565	0,644	0,681	0,090	0,685
0,644	0,122	0,564	0,181	0,510	0,154	0,644	0,158	0,644	0,455	0,723	0,514	0,644	0,495	0,723	0,606	0,100	0,685
0,723	0,109	0,644	0,159	0,644	0,122	0,723	0,140	0,723	0,405	0,802	0,463	0,723	0,441	0,802	0,546	0,110	0,685
0,802	0,098	0,723	0,141	0,723	0,109	0,802	0,127	0,802	0,365	0,881	0,421	0,802	0,397	0,881	0,497	0,120	0,685
0,881	0,089	0,802	0,127	0,802	0,098	0,881	0,115	0,881	0,332	0,960	0,386	0,881	0,362	0,960	0,456	0,130	0,685
0,960	0,082	0,881	0,116	0,881	0,089	0,960	0,106	0,960	0,305	1,040	0,357	0,960	0,332	1,040	0,421	0,140	0,685
1,040	0,076	0,960	0,106	0,960	0,082	1,040	0,098	1,040	0,282	1,119	0,332	1,040	0,306	1,119	0,392	0,150	0,685
1,119	0,070	1,040	0,098	1,040	0,076	1,119	0,091	1,119	0,262	1,198	0,310	1,119	0,285	1,198	0,366	0,160	0,685
1,198	0,066	1,119	0,091	1,119	0,070	1,198	0,085	1,198	0,244	1,277	0,291	1,198	0,266	1,277	0,343	0,170	0,685
1,277	0,062	1,198	0,085	1,198	0,066	1,277	0,079	1,277	0,229	1,357	0,274	1,277	0,249	1,357	0,323	0,180	0,685
1,357	0,058	1,277	0,080	1,277	0,062	1,357	0,075	1,357	0,216	1,436	0,259	1,357	0,235	1,436	0,305	0,190	0,685
1,436	0,055	1,357	0,075	1,357	0,058	1,436	0,071	1,436	0,204	1,515	0,245	1,436	0,222	1,515	0,289	0,200	0,685
1,515	0,052	1,436	0,071	1,436	0,055	1,515	0,067	1,515	0,193	1,594	0,233	1,515	0,210	1,594	0,275	0,210	0,685
1,594	0,049	1,515	0,067	1,515	0,052	1,594	0,064	1,594	0,184	1,673	0,222	1,594	0,200	1,673	0,262	0,220	0,685
1,673	0,047	1,594	0,064	1,594	0,049	1,673	0,061	1,673	0,175	1,753	0,212	1,673	0,190	1,753	0,250	0,230	0,685
1,753	0,045	1,673	0,061	1,673	0,047	1,753	0,058	1,753	0,167	1,832	0,203	1,753	0,182	1,853	0,236	0,240	0,685
1,900	0,041	1,753	0,058	1,827	0,043	1,946	0,052	1,832	0,160	1,911	0,194	1,853	0,172	1,990	0,220	0,250	0,685
2,124	0,037	1,853	0,055	1,875	0,042	1,990	0,050	1,911	0,153	1,990	0,187	1,990	0,160	2,069	0,212	0,260	0,685
2,140	0,036	1,984	0,051	1,960	0,038	2,063	0,046	1,990	0,147	2,069	0,179	2,069	0,154	2,149	0,204	0,270	0,662
2,228	0,034	2,156	0,047	2,069	0,034	2,228	0,040	2,069	0,141	2,149	0,173	2,149	0,148	2,228	0,197	0,280	0,638
2,307	0,031	2,240	0,044	2,149	0,032	2,301	0,037	2,149	0,136	2,228	0,167	2,228	0,143	2,307	0,190	0,290	0,616
2,394	0,029	2,384	0,039	2,228	0,030	2,485	0,032	2,303	0,127	2,301	0,161	2,307	0,138	2,394	0,183	0,300	0,596
2,525	0,026	2,394	0,038	2,301	0,028	2,550	0,030	2,479	0,118	2,485	0,149	2,394	0,133	2,525	0,174	0,310	0,576
2,545	0,026	2,525	0,035	2,485	0,024	2,593	0,029	2,550	0,112	2,510	0,148	2,525	0,126	2,545	0,172	0,320	0,558
2,624	0,024	2,545	0,034	2,550	0,023	2,639	0,028	2,593	0,108	2,550	0,146	2,612	0,122	2,624	0,167	0,330	0,542
2,760	0,022	2,624	0,032	2,593	0,022	2,711	0,027	2,639	0,104	2,593	0,143	2,760	0,115	2,760	0,159	0,340	0,526
2,836	0,021	2,760	0,029	2,639	0,021	2,861	0,024	2,711	0,099	2,639	0,141	2,790	0,114	2,968	0,148	0,350	0,511
3,052	0,018	2,836	0,027	2,711	0,020	2,941	0,023	2,861	0,089	2,711	0,137	2,836	0,112	3,052	0,144	0,360	0,496
3,244	0,016	3,052	0,024	2,861	0,018	3,020	0,022	2,941	0,084	2,732	0,136	3,052	0,104	3,244	0,135	0,370	0,483
3,337	0,015	3,244	0,021	2,941	0,017	3,099	0,021	3,020	0,080	3,018	0,111	3,244	0,098	3,337	0,131	0,380	0,470
3,416	0,014	3,337	0,020	3,020	0,016	3,178	0,020	3,099	0,076	3,099	0,106	3,408	0,094	3,416	0,128	0,390	0,458
3,495	0,014	3,416	0,019	3,099	0,015	3,257	0,019	3,178	0,072	3,178	0,100	3,495	0,089	3,495	0,125	0,400	0,447
3,574	0,013	3,495	0,018	3,178	0,015	3,337	0,018	3,257	0,068	3,257	0,096	3,574	0,085	3,574	0,123	0,410	0,436
3,653	0,013	3,574	0,017	3,257	0,014	3,416	0,017	3,337	0,065	3,337	0,091	3,653	0,081	3,768	0,116	0,420	0,425
3,733	0,012	3,653	0,016	3,337	0,013	3,495	0,016	3,416	0,062	3,416	0,087	3,733	0,078	3,788	0,115	0,430	0,416
3,812	0,011	3,733	0,016	3,416	0,013	3,574	0,015	3,495	0,059	3,495	0,083	3,812	0,075	3,891	0,109	0,440	0,406
3,891	0,011	3,812	0,015	3,495	0,012	3,653	0,015	3,574	0,057	3,574	0,079	3,891	0,072	3,970	0,105	0,450	0,397
3,970	0,011	3,891	0,015	3,574	0,012	3,733	0,014	3,653	0,054	3,653	0,076	3,970	0,069	4,050	0,101	0,460	0,388
4,050	0,010	3,970	0,014	3,653	0,011	3,812	0,014	3,733	0,052	3,733	0,073	4,050	0,066	4,129	0,097	0,470	0,380
4,129	0,010	4,050	0,013	3,733	0,011	3,891	0,013	3,812	0,050	3,812	0,070	4,129	0,064	4,208	0,093	0,480	0,372
4,208	0,009	4,129	0,013	3,812	0,010	3,970	0,013	3,891	0,048	3,891	0,067	4,208	0,061	4,287	0,090	0,490	0,365
4,287	0,009	4,208	0,012	3,891	0,010	4,050	0,012	3,970	0,046	3,970	0,064	4,287	0,059	4,366	0,087	0,500	0,357
4,366	0,009	4,287	0,012	3,970	0,009	4,129	0,012	4,050	0,044	4,050	0,062	4,366	0,057	4,446	0,084	0,510	0,350
4,446	0,008	4,366	0,012	4,050	0,009	4,208	0,011	4,129	0,043	4,129	0,059	4,446	0,055	4,525	0,081	0,520	0,344
4,525	0,008	4,446	0,011	4,129	0,009	4,287	0,011	4,208	0,041	4,208	0,057	4,525	0,053	4,604	0,078	0,530	0,337
4,604	0,008	4,525	0,011	4,208	0,008	4,366	0,010	4,287	0,039	4,287	0,055	4,604	0,051	4,683	0,075	0,540	0,331
4,683	0,008	4,604	0,010	4,287	0,008	4,446	0,010	4,366	0,038	4,366	0,053	4,683	0,050	4,762	0,073	0,550	0,325
4,762	0,007	4,683	0,010	4,366	0,008	4,525	0,010	4,446	0,037	4,446	0,051	4,762	0,048	4,842	0,070	0,560	0,319
4,842	0,007	4,762	0,010	4,446	0,007	4,604	0,009	4,525	0,035	4,525	0,050	4,842	0,046	4,921	0,068	0,570	0,314
4,921	0,007	4,842	0,009	4,525	0,007	4,683	0,009	4,604	0,034	4,604	0,048	4,921	0,045	5,000	0,066	0,580	0,308
5,000	0,007	4,921	0,009	4,604	0,007	4,762	0,009	4,683	0,033	4,683	0,046	5,000	0,043			0,590	0,303
		5,000	0,009	4,683	0,007	4,842	0,008	4,762	0,032	4,762	0,045					0,600	0,298
				4,762	0,007	4,921	0,008	4,842	0,031	4,842	0,043					0,610	0,293
				4,842	0,006	5,000	0,008	4,921	0,030	4,921	0,042					0,620	0,288
				4,921	0,006			5,000	0,029	5,000	0,041					0,630	0,284
				5,000	0,006											0,640	0,279
																0,650	0,275
																0,660	0,271
																0,670	0,267
																0,680	0,263
																0,690	0,259
																0,700	0,255

T(s)	SLO (RSL)	T(s)	SLD (RSL)	T(s)	SLO (NTC)	T(s)	SLD (NTC)	T(s)	SLV (NTC)	T(s)	SLC (NTC)	T(s)	SLV (RSL)	T(s)	SLC (RSL)	T(s)	MOPS_2008
																0,920	0,194
																0,930	0,192
																0,940	0,190
																0,950	0,188
																0,960	0,186
																0,970	0,184
																0,980	0,182
																0,990	0,181
																1,000	0,179
																1,010	0,177
																1,020	0,175
																1,030	0,173
																1,040	0,172
																1,050	0,170
																1,060	0,169
																1,070	0,167
																1,080	0,165
																1,090	0,164
																1,100	0,162
																1,110	0,161
																1,120	0,160
																1,130	0,158
																1,140	0,157
																1,150	0,155
																1,160	0,154
																1,170	0,153
																1,180	0,151
																1,190	0,150
																1,200	0,149
																1,210	0,148
																1,220	0,146
																1,230	0,145
																1,240	0,144
																1,250	0,143
																1,260	0,142
																1,270	0,141
																1,280	0,140
																1,290	0,139
																1,300	0,137
																1,310	0,136
																1,320	0,135
																1,330	0,134
																1,340	0,133
																1,350	0,132
																1,360	0,131
																1,370	0,130
																1,380	0,129
																1,390	0,129
																1,400	0,128
																1,410	0,127
																1,420	0,126
																1,430	0,125
																1,440	0,124
																1,450	0,123
																1,460	0,122
																1,470	0,122
																1,480	0,121
																1,490	0,120
																1,500	0,119
																1,510	0,118
																1,520	0,118
																1,530	0,117
																1,540	0,116
																1,550	0,115
																1,560	0,115
																1,570	0,114
																1,580	0,113
																1,590	0,112
																1,600	0,112
																1,610	0,111
																1,620	0,110
																1,630	0,110
																1,640	0,109
																1,650	0,108
																1,660	0,108
																1,670	0,107
																1,680	0,106
																1,690	0,106
																1,700	0,105
																1,710	0,105
																1,720	0,104
																1,730	0,103
																1,740	0,103
																1,750	0,102
																1,760	0,102
																1,770	0,101
																1,780	0,100
																1,790	0,100
																1,800	0,099
																1,810	0,099
																1,820	0,098
																1,830	0,098

T(s)	SLO (RSL)	T(s)	SLD (RSL)	T(s)	SLO (NTC)	T(s)	SLD (NTC)	T(s)	SLV (NTC)	T(s)	SLC (NTC)	T(s)	SLV (RSL)	T(s)	SLC (RSL)	T(s)	MOPS_2008
																1,840	0,097
																1,850	0,097
																1,860	0,096
																1,870	0,096
																1,880	0,095
																1,890	0,095
																1,900	0,094
																1,910	0,094
																1,920	0,093
																1,930	0,093
																1,940	0,092
																1,950	0,092
																1,960	0,091
																1,970	0,091
																1,980	0,090
																1,990	0,090
																2,000	0,089
																2,010	0,089
																2,020	0,088
																2,030	0,088
																2,040	0,088
																2,050	0,087
																2,060	0,087
																2,070	0,086
																2,080	0,086
																2,090	0,086
																2,100	0,085
																2,110	0,085
																2,120	0,084
																2,130	0,084
																2,140	0,084
																2,150	0,083
																2,160	0,083
																2,170	0,082
																2,180	0,082
																2,190	0,082
																2,200	0,081
																2,210	0,081
																2,220	0,080
																2,230	0,080
																2,240	0,080
																2,250	0,079
																2,260	0,079
																2,270	0,079
																2,280	0,078
																2,290	0,078
																2,300	0,078
																2,310	0,077
																2,320	0,077
																2,330	0,077
																2,340	0,076
																2,350	0,076
																2,360	0,076
																2,370	0,075
																2,380	0,075
																2,390	0,075
																2,400	0,074
																2,410	0,074
																2,420	0,074
																2,430	0,074
																2,440	0,073
																2,450	0,073
																2,460	0,073
																2,470	0,072
																2,480	0,072
																2,490	0,072
																2,500	0,071
																2,510	0,071
																2,520	0,071
																2,530	0,071
																2,540	0,070
																2,550	0,070
																2,560	0,070
																2,570	0,070
																2,580	0,069
																2,590	0,069
																2,600	0,069
																2,610	0,068
																2,620	0,068
																2,630	0,068
																2,640	0,068
																2,650	0,067
																2,660	0,067
																2,670	0,067
																2,680	0,066
																2,690	0,066
																2,700	0,065
																2,710	0,065
																2,720	0,064
																2,730	0,064
																2,740	0,063
																2,750	0,063

T(s)	SLO (RSL)	T(s)	SLD (RSL)	T(s)	SLO (NTC)	T(s)	SLD (NTC)	T(s)	SLV (NTC)	T(s)	SLC (NTC)	T(s)	SLV (RSL)	T(s)	SLC (RSL)	T(s)	MOPS_2008
																2,760	0,063
																2,770	0,062
																2,780	0,062
																2,790	0,061
																2,800	0,061
																2,810	0,060
																2,820	0,060
																2,830	0,059
																2,840	0,059
																2,850	0,059
																2,860	0,058
																2,870	0,058
																2,880	0,057
																2,890	0,057
																2,900	0,057
																2,910	0,056
																2,920	0,056
																2,930	0,055
																2,940	0,055
																2,950	0,055
																2,960	0,054
																2,970	0,054
																2,980	0,054
																2,990	0,053
																3,000	0,053
																3,010	0,053
																3,020	0,052
																3,030	0,052
																3,040	0,052
																3,050	0,051
																3,060	0,051
																3,070	0,051
																3,080	0,050
																3,090	0,050
																3,100	0,050
																3,110	0,049
																3,120	0,049
																3,130	0,049
																3,140	0,048
																3,150	0,048
																3,160	0,048
																3,170	0,047
																3,180	0,047
																3,190	0,047
																3,200	0,047
																3,210	0,046
																3,220	0,046
																3,230	0,046
																3,240	0,045
																3,250	0,045
																3,260	0,045
																3,270	0,045
																3,280	0,044
																3,290	0,044
																3,300	0,044
																3,310	0,043
																3,320	0,043
																3,330	0,043
																3,340	0,043
																3,350	0,042
																3,360	0,042
																3,370	0,042
																3,380	0,042
																3,390	0,041
																3,400	0,041
																3,410	0,041
																3,420	0,041
																3,430	0,040
																3,440	0,040
																3,450	0,040
																3,460	0,040
																3,470	0,040
																3,480	0,039
																3,490	0,039
																3,500	0,039
																3,510	0,039
																3,520	0,038
																3,530	0,038
																3,540	0,038
																3,550	0,038
																3,560	0,038
																3,570	0,037
																3,580	0,037
																3,590	0,037
																3,600	0,037
																3,610	0,037
																3,620	0,036
																3,630	0,036
																3,640	0,036
																3,650	0,036
																3,660	0,036
																3,670	0,035

T(s)	SLO (RSL)	T(s)	SLD (RSL)	T(s)	SLO (NTC)	T(s)	SLD (NTC)	T(s)	SLV (NTC)	T(s)	SLC (NTC)	T(s)	SLV (RSL)	T(s)	SLC (RSL)	T(s)	MOPS_2008
																3,680	0,035
																3,690	0,035
																3,700	0,035
																3,710	0,035
																3,720	0,034
																3,730	0,034
																3,740	0,034
																3,750	0,034
																3,760	0,034
																3,770	0,034
																3,780	0,033
																3,790	0,033
																3,800	0,033
																3,810	0,033
																3,820	0,033
																3,830	0,032
																3,840	0,032
																3,850	0,032
																3,860	0,032
																3,870	0,032
																3,880	0,032
																3,890	0,031
																3,900	0,031
																3,910	0,031
																3,920	0,031
																3,930	0,031
																3,940	0,031
																3,950	0,031
																3,960	0,030
																3,970	0,030
																3,980	0,030
																3,990	0,030
																4,000	0,030