



AGENZIA DEL DEMANIO
DIREZIONE REGIONALE CALABRIA
SERVIZI TECNICI

RISTRUTTURAZIONE E RIFUNZIONALIZZAZIONE DI DUE IMMOBILI
SITI IN CONTRADA LENZI - SIDERNO (RC) DA DESTINARE A UFFICI
E ALLOGGI PER LA POLIZIA DI STATO: COMMISSARIATO, R.P.C. E
DISTACCAMENTO POLIZIA STRADALE.
SCHEDE RCB1327 E RCB1328

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ECONOMICA

RELAZIONE SULLA RISPOSTA SISMICA
LOCALE

IL RESPONSABILE SERVIZI TECNICI



ING. SALVATORE CONCETTINO

IL TECNICO ISTRUTTORE



ING. ALESSANDRA LEGATO

CODICE ELABORATO
R09 c

SCALA

PROTOCOLLO E DATA
2019/2356 /DRCAL/STE del 6/02/2019

Committente:



**AGENZIA
DEL DEMANIO**

**AGENZIA DEL DEMANIO
DIREZIONE REGIONALE CALABRIA**
Via Gioacchino Da Fiore, 34 - 88100 CATANZARO (CZ)
Tel. 0961/778911 - Fax 06/50516080
e-mail: dre.Calabria@agenziademanio.it
PEC: dre_Calabria@pce.agenziademanio.it

Il Direttore Regionale:
Ing. Pier Giorgio Allegroni
Il Responsabile Unico del Procedimento:
Ing. Salvatore Concettino

Contrada Lenzi - 89048 SIDERNO (RC)



Progettista:



SIDOTI ENGINEERING S.R.L. UNIPERSONALE
ARCHITETTURA >> INGEGNERIA

Sede legale: via Borgo Garibaldi 33 - 00041 Albano Laziale (RM)
Tel. e fax: 06.9323891 - cell. 393.9868781
REA CCIAA di RM 1379068

Filiali:
Regione Marche: Via Roma 12 - 63081 Castorano (AP)
Regione Sicilia: c/da Bastione 56 - 98071 Capo d'Orlando (ME)
Regione Lombardia: Via degli Scipioni, n. 7 20129 - Milano (MI)
Capitale sociale €. 10.000,00 i.v. - C.F. e P.IVA 12502151009
A.U. e D.T. Arch. Vincenzo Sidoti
Email: sidotiengineering@gmail.com
PEC: sidotiengineering@legalmail.it

Responsabile delle Integrazioni Specialistiche,
Direttore per l'esecuzione delle indagini, Progettista:
Arch. Vincenzo SIDOTI

Dipartimento Geologia e Geotecnica, Direttore Tecnico:
Geol. Fabrizio MARINI

Dipartimento Strutture, Progettista:
Ing. Simone SENZACQUA

Dipartimento Impianti Tecnologici, Esperto Gestione Energia -
Direttore Tecnico:
Ing. Francesco QUONDAMATTEO

Indagini e Rilievi, Progettista Opere Edili:
Arch. Jlenia ALLEVI

Indagini e Diagnostica strutturale UNI 9712:
Arch. Vincenzo SIDOTI
Arch. Jlenia ALLEVI
Ing. Simone SENZACQUA
Ing. Sara ERCOLANI
Archeologo Fabio NIEDDU

**VERIFICA DI VULNERABILITÀ SISMICA E
VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA STRUTTURALE,
RILIEVO ARCHITETTONICO, TOPOGRAFICO,
IMPIANTISTICO E STRUTTURALE E VERIFICA
PREVENTIVA DELL'INTERESSE ARCHEOLOGICO,
FINALIZZATI ALLA REDAZIONE DEL PROGETTO DI
FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA
DELL'INTERVENTO DI RISTRUTTURAZIONE
RIFUNZIONALIZZAZIONE DA EFFETTUARSI SUL
COMPENDIO DEMANIALE "IMMOBILI CONFISCATI",
SITO IN CONTRADA LENZI, SIDERNO (RC) -
SCHEDE RCB1327 - RCB1328**

Livello Progettuale:

VULNERABILITÀ SISMICA

Riferimento Immobile:

-

Descrizione elaborato:

**RELAZIONE SULLA RISPOSTA
SISMICA LOCALE**

Timbri e firme:

Responsabile delle Integrazioni Specialistiche,
Direttore per l'esecuzione delle indagini, Progettista:
Arch. Vincenzo SIDOTI

Dipartimento Geologia e Geotecnica, Direttore Tecnico:
Geol. Fabrizio MARINI

Dipartimento Strutture, Progettista:
Ing. Simone SENZACQUA

Indagini e Rilievi, Progettista Opere Edili:
Arch. Jlenia ALLEVI

| NOME FILE | | AMBIENTE SOFTWARE | | SCALA |
|------------------|-------------------|-------------------|-------------|-----------|
| R08c.doc | | Word | | - |
| DATA | DESCRIZIONE | REDATTO | VERIFICATO | APPROVATO |
| 15/07/2018 | Prima emissione | S.SENZACQUA | S.SENZACQUA | V.SIDOTI |
| 17/09/2018 | Seconda emissione | | | |
| Codice commessa: | Livello progett.: | Elaborato: | | |
| 31.18 | VS | R08c | | |

SOMMARIO

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | PREMESSA | 2 |
| 2 | DEFINIZIONE SCELTA PROGETTUALE | 4 |
| 3 | DEFINIZIONE PARAMETRI DI DISAGGREGAZIONE | 4 |
| 4 | DEFINIZIONE INPUT SISMICO | 7 |
| 5 | ANALISI 1D DI RISPOSTA SISMICA LOCALE | 10 |
| 5.1 | <i>SOFTWARE UTILIZZATO NELLA MODELLAZIONE NUMERICA</i> | 10 |
| 5.2 | <i>SISMOSTRATIGRAFIA</i> | 12 |
| 5.3 | <i>GRAFICI FUNZIONE DI TRASFERIMENTO</i> | 13 |
| 5.4 | <i>SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI IN ACCELERAZIONE DELLE COMPONENTI ORIZZONTALI</i> | 16 |

1 PREMESSA

Il presente studio di risposta sismica locale è finalizzato alla definizione dell'azione sismica nel sito in cui verrà realizzato il progetto di "Progetto di fattibilità tecnico economica dell'interventi di ristrutturazione rifunzionalizzazione da effettuarsi sul compendio demaniale "Immobili confiscati" sito in contrada Lenzi, Siderno (RC) – Schede RCB1327 – RCB1328".

Ai sensi del paragrafo 3.2.2 delle NTC 2018, *"ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel paragrafo 7.11.3. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio Vs".* Pertanto, secondo quanto riportato nel paragrafo 7.11.3.1 delle NTC 2018 *"Il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche del sottosuolo e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei terreni e degli ammassi rocciosi di cui è costituito. Alla scala della singola opera o del singolo sistema geotecnico, l'analisi della risposta sismica locale consente quindi di definire le modifiche che il segnale sismico di ingresso subisce, a causa dei suddetti fattori locali".*

Nel caso oggetto del presente studio la valutazione della risposta sismica locale mediante analisi 1D permette di definire una realistica risposta sismica stratigrafica di terreni non affetti da problematiche bidimensionali (sia sepolte che topografiche).

Il lavoro è stato eseguito in ottemperanza alla normativa vigente in materia di Edilizia urbana e nello specifico:

- Legge 2 febbraio 1974, n. 64, "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";
- D.M. 11.03.1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione", G.U. 01.06.1988, n. 127. S.O.
- Circolare 09.01.1996 n. 218/24/3 "L. 02.02.1974, n. 64. Decreto del Ministro dei lavori pubblici 11.03.1988. Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica", G.U. 29.02.1996, n. 50.
- L.R. 7 del 27-4-1998 concernente "Disciplina per le costruzioni ricadenti in zone sismiche"
- P.A.I. Piano stralcio per l'assetto idrogeologico delibera C. R. n. 115 del 28/12/2002 e relative "Norme di attuazione e misure di salvaguardia" emanate dall'Autorità di Bacino Regionale (ABR)

R08C_Relazione sulla risposta sismica locale

Progetto di fattibilità tecnico economica dell'interventi di ristrutturazione rifunzionalizzazione da effettuarsi sul compendio demaniale "Immobili confiscati" sito in contrada Lenzi, Siderno (RC) – Schede RCB1327 – RCB1328

- O.P.C.M. 3274 del 20/03/03 *"Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"*
- R.R. n. 15 del 29/11/2016: *Procedure per la denuncia, il deposito e l'autorizzazione di interventi di carattere strutturale e per la pianificazione territoriale in prospettiva sismica di cui alla legge regionale n. 37 del 28 dicembre 2015*
- D.M. 17-01-2018 *(Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni") e successive modifiche ed integrazioni*

2 DEFINIZIONE SCELTA PROGETTUALE

L'intervento in oggetto verrà progettato con i seguenti parametri:

Vita nominale $V_n = 100$ anni, Coefficiente d'uso = 2.0 (Classe d'uso IV) e Periodo di riferimento $V_R = 200$ anni, Stati limite SLO, SLD, SLV, SLC.

Inserendo i suddetti parametri e le coordinate del sito secondo il sistema ED50, Longitudine = 16.3083°; Latitudine = 38.2862°, nel programma Spettri NTC vers. 1.0.3. del Consiglio Superiore dei lavori pubblici, sono stati calcolati i parametri indipendenti riferiti a ciascuno stato limite, di seguito riportati:

| STATO LIMITE | SLO | SLD | SLV | SLC |
|--------------|-------|-------|-------|-------|
| TR [anni] | 120 | 201 | 1898 | 2475 |
| ag [g] | 0.097 | 0.124 | 0.303 | 0.332 |
| F0 | 2.384 | 2.391 | 2.465 | 2.483 |
| T'c [s] | 0.340 | 0.356 | 0.426 | 0.434 |

3 DEFINIZIONE PARAMETRI DI DISAGGREGAZIONE

L'estrazione degli accelerogrammi di input prevede la determinazione di altri parametri sismologici, oltre il valore di ag. In particolare, bisognerà conoscere per il sito in esame i dati di disaggregazione (variabilità in termini di magnitudo e distanza).

Tali parametri sono stati ottenuti dal sito dell'Istituto di Geofisica e Vulcanologia di Milano (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>), dedicato ai dati di pericolosità sismica nazionale, indicando le coordinate geografiche del sito di indagine, la probabilità di accadimento in 50 anni e il percentile (50 per la progettazione secondo le NTC), secondo la seguente formula (allegato A NTC 2018):

$$P_{Vr} = 1 - e^{-V_r/T_r}$$

I parametri ottenuti sono riassunti nella tabella seguente:

| STATO LIMITE | SLO | SLD | SLV | SLC |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| P_{Vr} (%) | 34 | 22 | 3 | 2 |
| M (magnitudo) | 4-7.5 | 4-7.5 | 4-7.5 | 4-7.5 |
| R (distanza Km) | 0-50 | 0-50 | 0-40 | 0-30 |

R08C_Relazione sulla risposta sismica locale

Progetto di fattibilità tecnico economica dell'interventi di ristrutturazione rifunzionalizzazione da effettuarsi sul compendio demaniale "Immobili confiscati" sito in contrada Lenzi, Siderno (RC) – Schede RCB1327 – RCB1328

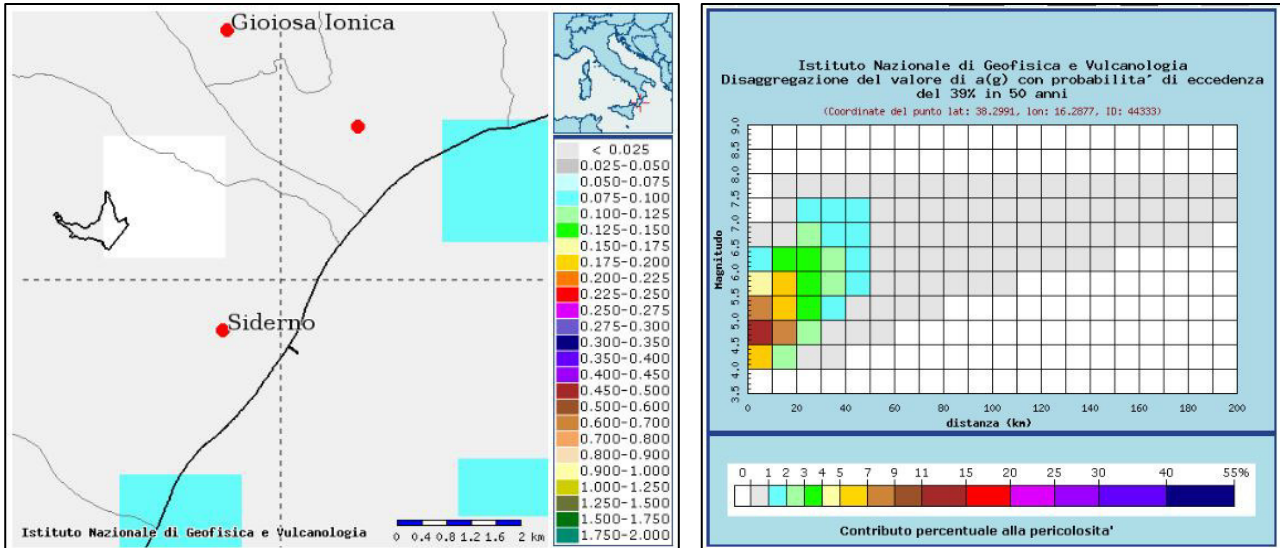


Figura 1 Mappa (sx) e grafico di disaggregazione (dx) per lo SLO

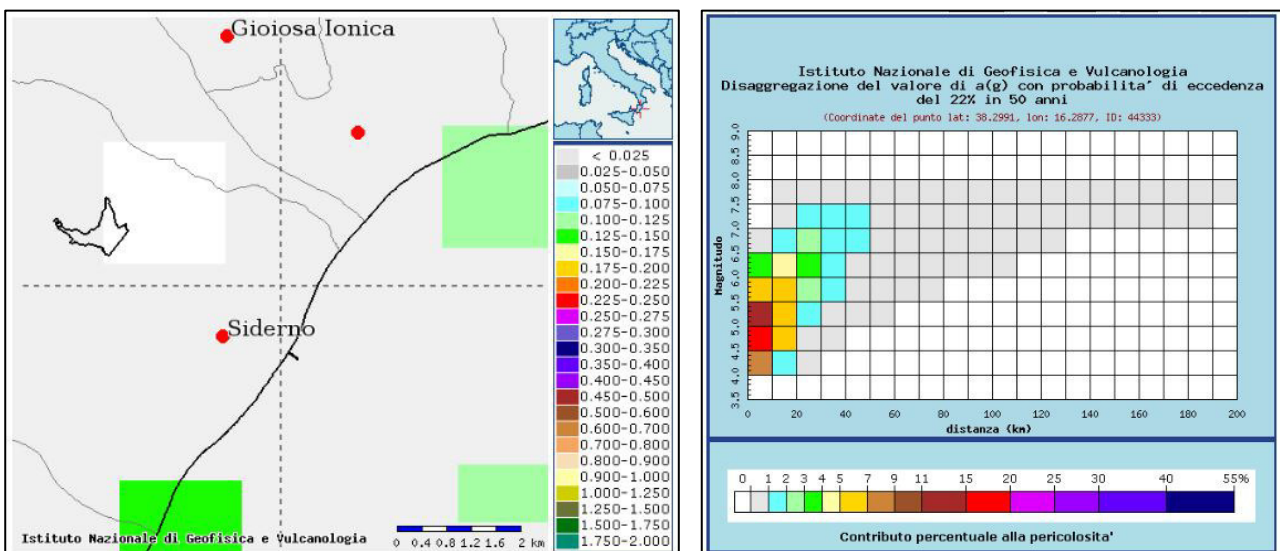


Figura 2 Mappa (sx) e grafico di disaggregazione (dx) per lo SLD

R08C_Relazione sulla risposta sismica locale

Progetto di fattibilità tecnico economica dell'interventi di ristrutturazione rifunzionalizzazione da effettuarsi sul compendio demaniale "Immobili confiscati" sito in contrada Lenzi, Siderno (RC) – Schede RCB1327 – RCB1328

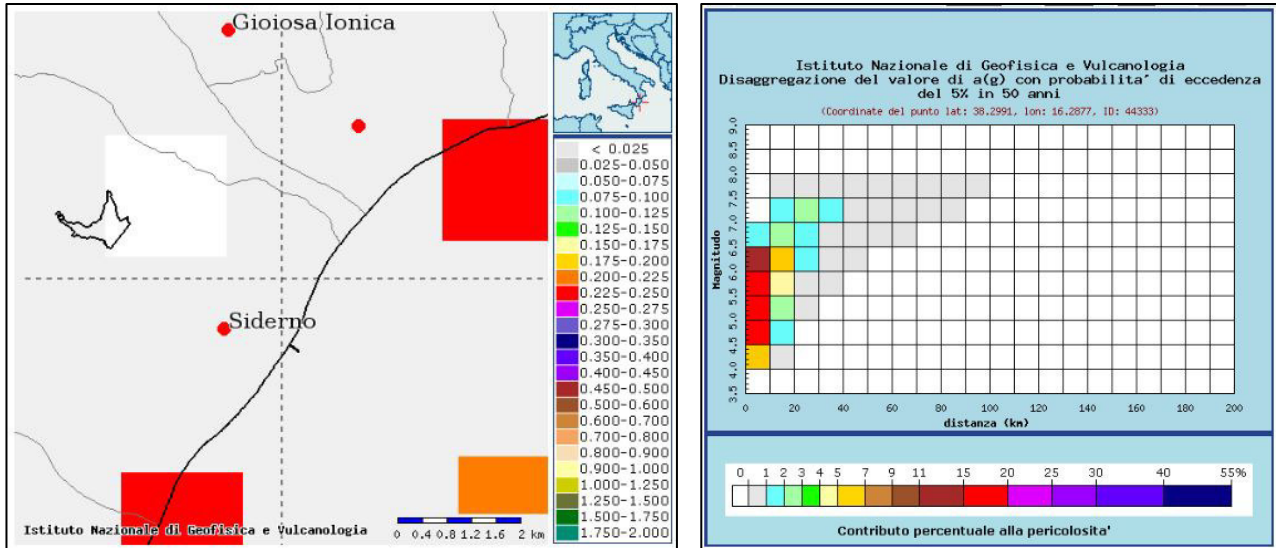


Figura 3 Mappa (sx) e grafico di disaggregazione (dx) per lo SLV

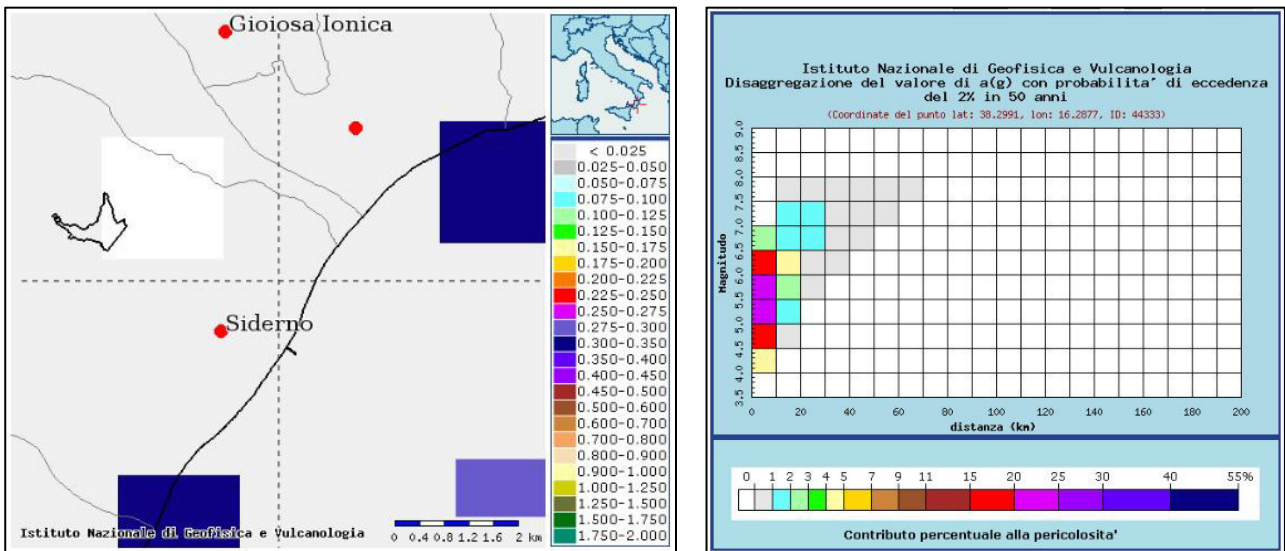


Figura 4 Mappa (sx) e grafico di disaggregazione (dx) per lo SLC

4 DEFINIZIONE INPUT SISMICO

Con i parametri ottenuti nel processo di disaggregazione si è proceduto all'estrazione degli accelerogrammi spettrocompatibili dal software-database Reluis vers. 3.5 Beta.

Per ogni stato limite di progetto sono stati ricavati un set di sette accelerogrammi spettro compatibili (di seguito sono riportati i grafici), essi sono stati utilizzati come input "ancorati" al bedrock sismico nella modellazione numerica 1D.

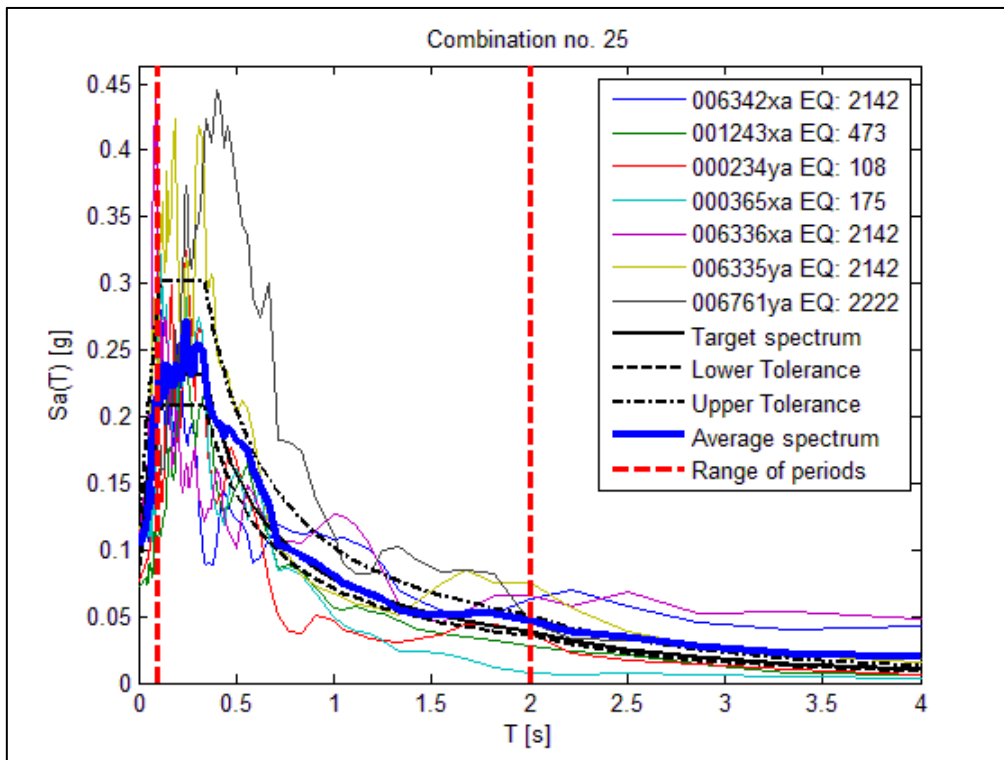


Figura 5 Combinazioni input SLO

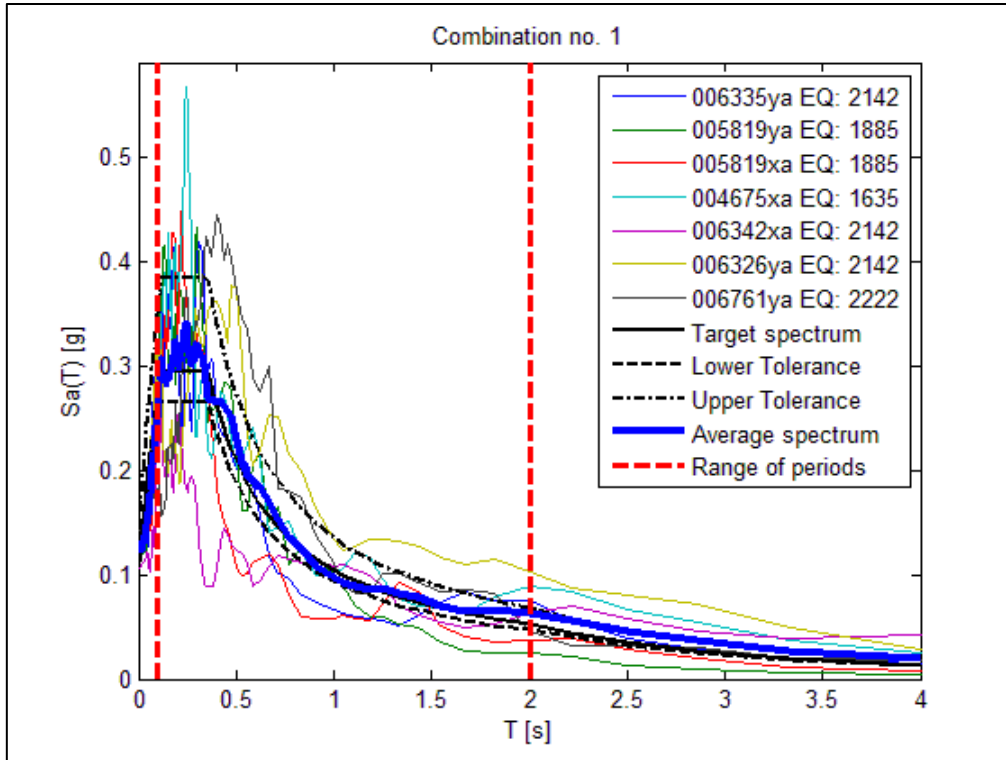


Figura 6 Combinazioni input SLD

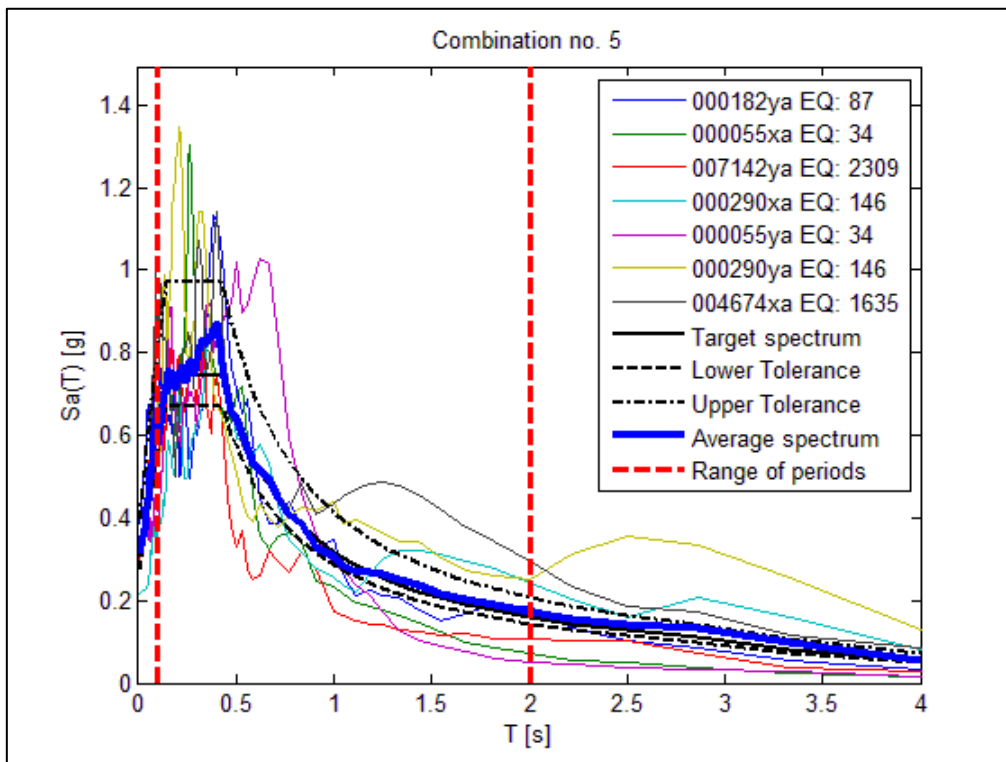


Figura 7 Combinazioni input SLV

R08C_Relazione sulla risposta sismica locale

Progetto di fattibilità tecnico economica dell'interventi di ristrutturazione rifunzionalizzazione da effettuarsi sul compendio demaniale "Immobili confiscati" sito in contrada Lenzi, Siderno (RC) - Schede RCB1327 - RCB1328

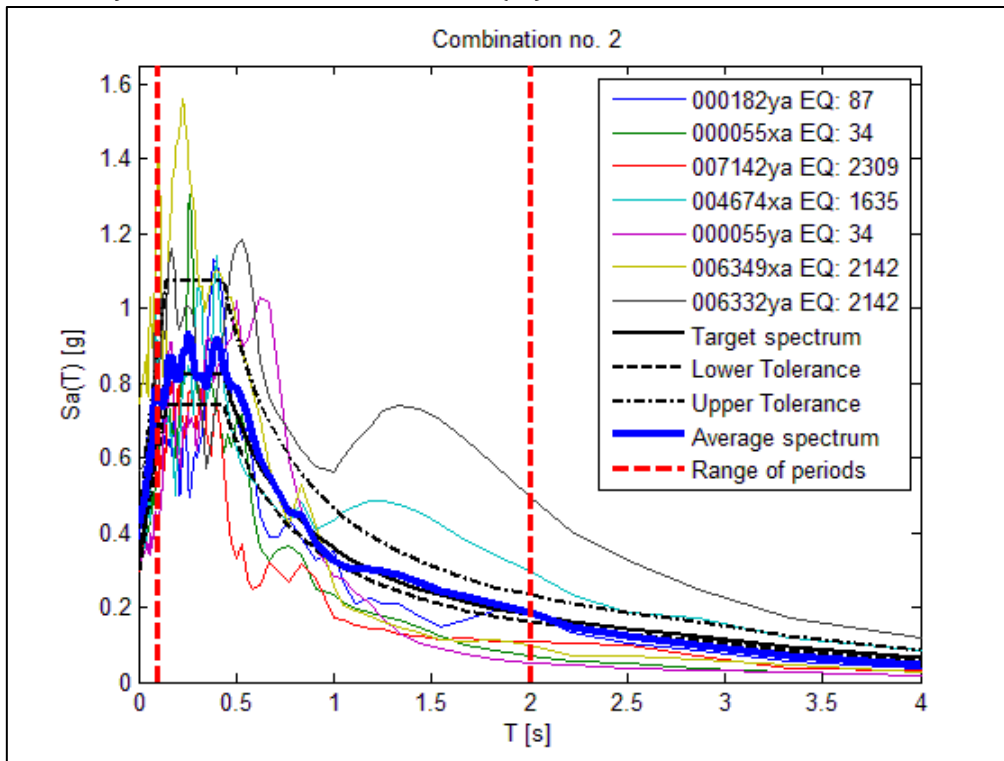


Figura 8 Combinazioni input SLC

5 ANALISI 1D DI RISPOSTA SISMICA LOCALE**5.1 SOFTWARE UTILIZZATO NELLA MODELLAZIONE NUMERICA**

Negli studi di microzonazione sismica l'impiego di modelli di calcolo ha lo scopo di simulare il processo di propagazione delle onde sismiche attraverso il substrato ed i depositi superficiali. Sono disponibili molti codici di calcolo per eseguire modellazioni numeriche ai fini della valutazione della risposta sismica locale. L'analisi che simula la propagazione delle onde sismiche nei terreni dalla sottostante formazione rocciosa di base fino alla superficie, ha il vantaggio di considerare il vero fenomeno fisico e, quindi, di aumentare il grado di accuratezza nella previsione dell'amplificazione. Tali codici di calcolo differiscono per l'algoritmo utilizzato. È importante la scelta del codice di calcolo da utilizzare, in funzione della tipologia del sito da analizzare e delle conoscenze a disposizione. Un equilibrio tra il tipo di modellazione utilizzata e il grado di approfondimento delle analisi di pericolosità e delle indagini geologiche e geologico-tecniche è importante per ottenere una giusta affidabilità dei risultati della valutazione della risposta sismica locale. I codici di calcolo possono operare in tensioni totali o tensioni efficaci, utilizzando modelli lineari equivalenti o non lineari e si distinguono in monodimensionali, bidimensionali e tridimensionali.

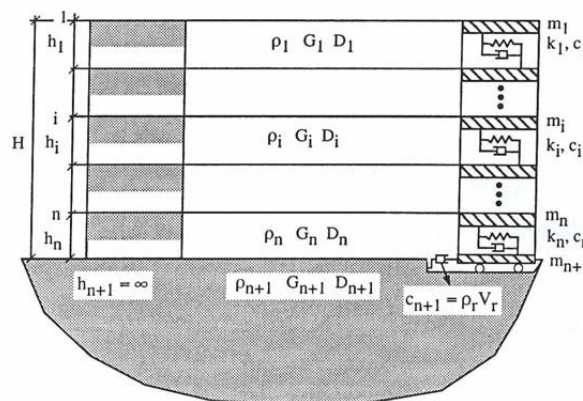


Figura 9 Modello monodimensionale a strati continui ed a parametri concentrati per l'analisi dinamica di un sottosuolo stratificato (modificata da Lanzo & Silvestri 1999)

I programmi di calcolo 1D sono validi per modellare situazioni piano parallele ad uno o più strati, considerando una colonna verticale monodimensionale ed ipotizzando lateralmente omogenea la stratigrafia presente ai lati della verticale di analisi. Per tali situazioni è lecito, quindi, considerare la sola dimensione della profondità. Le procedure di calcolo considerano, nella soluzione dell' equilibrio dinamico del sistema, il legame non lineare attraverso due tipologie di analisi: la prima è l'analisi lineare equivalente, che consiste nell'esecuzione di una sequenza di analisi lineari complete con aggiornamento successivo dei parametri di rigidità e smorzamento fino al soddisfacimento di un prefissato criterio di convergenza; la seconda è l'analisi non lineare, che consiste nell'integrazione passo-passo delle equazioni del moto, modificando i valori dei

R08C_Relazione sulla risposta sismica locale

Progetto di fattibilità tecnico economica dell'interventi di ristrutturazione rifunzionalizzazione da effettuarsi sul compendio demaniale "Immobili confiscati" sito in contrada Lenzi, Siderno (RC) - Schede RCB1327 - RCB1328

parametri di rigidità e smorzamento. Tra i programmi di calcolo che adottano l'analisi lineare equivalente quello utilizzato nel presente studio è il codice di calcolo STRATA (A. Kottke, Prof. E. Rathje, University of Texas at Austin), ver. alpha rev. 399. Esso lavora nel campo delle tensioni totali, infatti, il modello fisico utilizzato è quello a strati continui ed omogenei a comportamento viscoelastico. Consiste di n strati piani e paralleli di estensione orizzontale infinita su un semispazio corrispondente al bedrock, ogni strato è considerato omogeneo ed isotropo ed è caratterizzato dallo spessore h, dalla densità ρ , dal modulo di elasticità al taglio G e dal rapporto di smorzamento D. Il moto di input è costituito da onde S propagatesi in direzione perpendicolare alla superficie libera.

L'equazione utilizzata nel modello è quella dell'equilibrio dinamico espressa in funzione dello spostamento u:

$$G \cdot \frac{u}{j} z^2 = \rho \cdot j^2 \frac{u}{j} t^2$$

dove

z profondità del terreno a partire dalla superficie libera,

ρ = ρ densità

t tempo

u spostamento orizzontale

G modulo di elasticità a taglio

$$G = \rho \cdot V^2$$

5.2 SISMOSTRATIGRAFIA

Dal profilo di velocità delle onde S, ottenuto dalle prospezioni sismiche masw-esac-hvsr e dai dati geologici e geotecnici è stato predisposto un profilo sismostratigrafico da utilizzare nel codice di calcolo STRATA, che può essere sintetizzato nella tabella seguente:

| Profondità (m) | Spessore (m) | Vs (m/s) | Densità (KN/m³) | Unità geotecnica |
|----------------|--------------|----------|-----------------|-----------------------|
| 0.00 | 2.00 | 244.00 | 18.00 | SABBIE E LIMI |
| 2.00 | 3.00 | 259.00 | 18.00 | SABBIA ARG CON GHIAIA |
| 5.00 | 3.00 | 243.00 | 18.00 | SABBIA ARG CON GHIAIA |
| 8.00 | 4.00 | 219.00 | 18.00 | SABBIE E LIMI |
| 12.00 | 9.00 | 224.00 | 19.00 | SABBIE E LIMI |
| 21.00 | 10.00 | 250.00 | 20.00 | SABBIE E LIMI |
| 31.00 | 10.00 | 320.00 | 20.00 | GHIAIA |
| 41.00 | oo | 800.00 | 24.00 | Bedrock |

Nella modellazione numerica sono state utilizzate, per ogni unità geotecnica, delle curve G/G_0 e D ottenute da una ricerca bibliografica. Gli accelerogrammi sono stati ancorati sul bed rock sismico.

5.3 **GRAFICI FUNZIONE DI TRASFERIMENTO**

I grafici della funzione di trasferimento, riportati di seguito, si riferiscono ai quattro stati limite, SLO, SLD, SLV, SLC. Per ogni stato limite il grafico di amplificazione è stato calcolato con i 7 accelerogrammi estratti dal database Reluis.

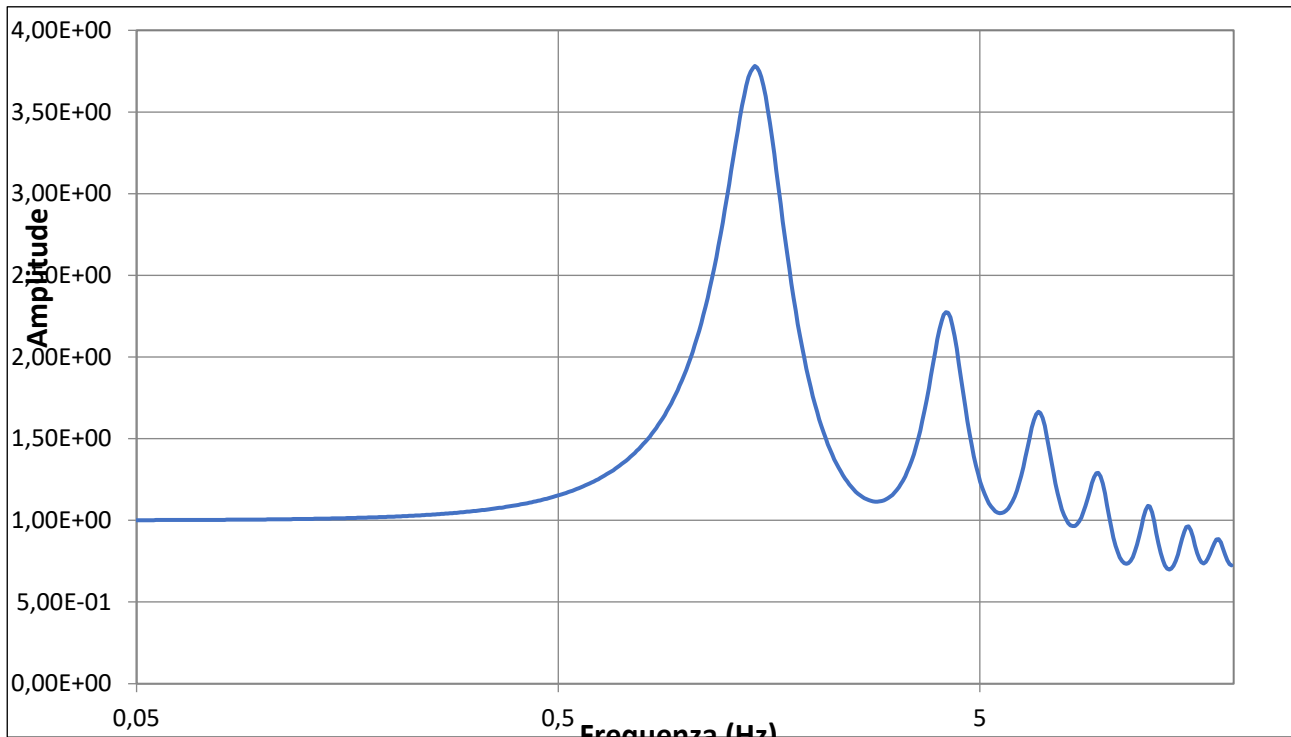


Figura 10 Grafico funzione di trasferimento media SLO

R08C_Relazione sulla risposta sismica locale

Progetto di fattibilità tecnico economica dell'interventi di ristrutturazione rifunzionalizzazione da effettuarsi sul compendio demaniale "Immobili confiscati" sito in contrada Lenzi, Siderno (RC) – Schede RCB1327 – RCB1328

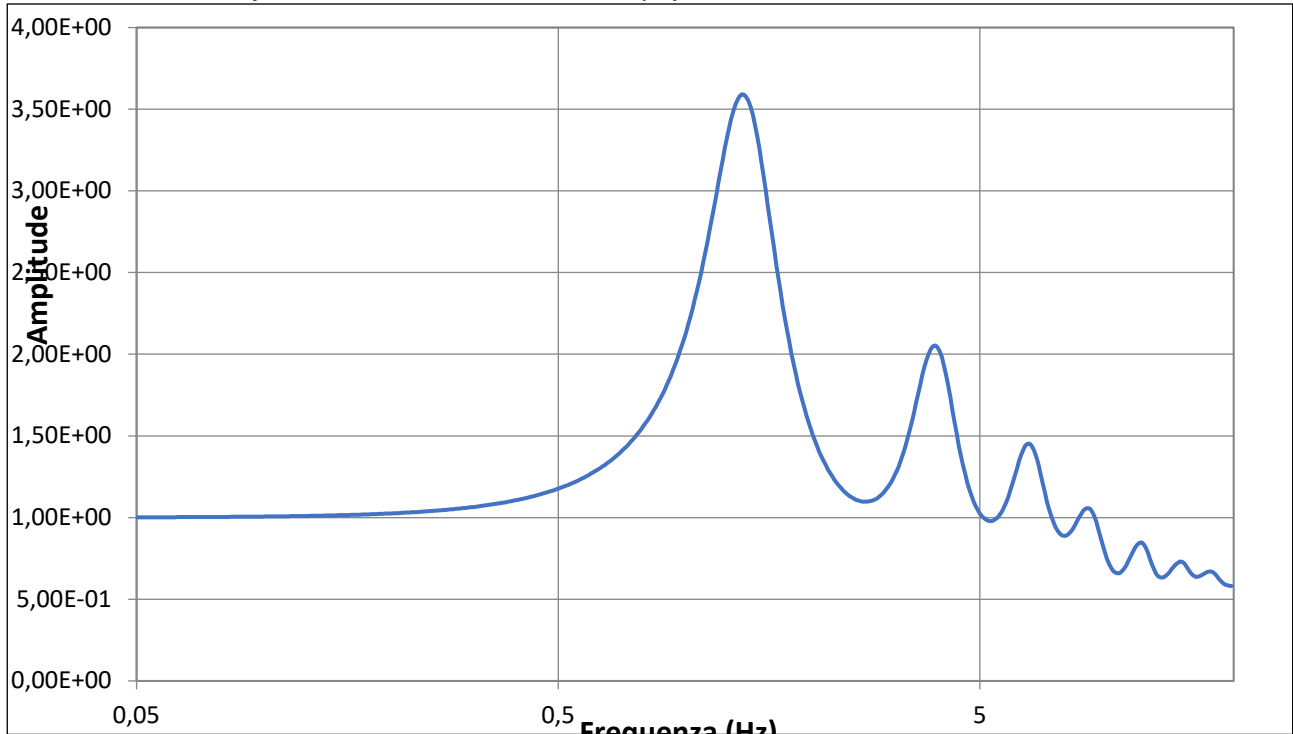


Figura 11 Grafico funzione di trasferimento media SLD

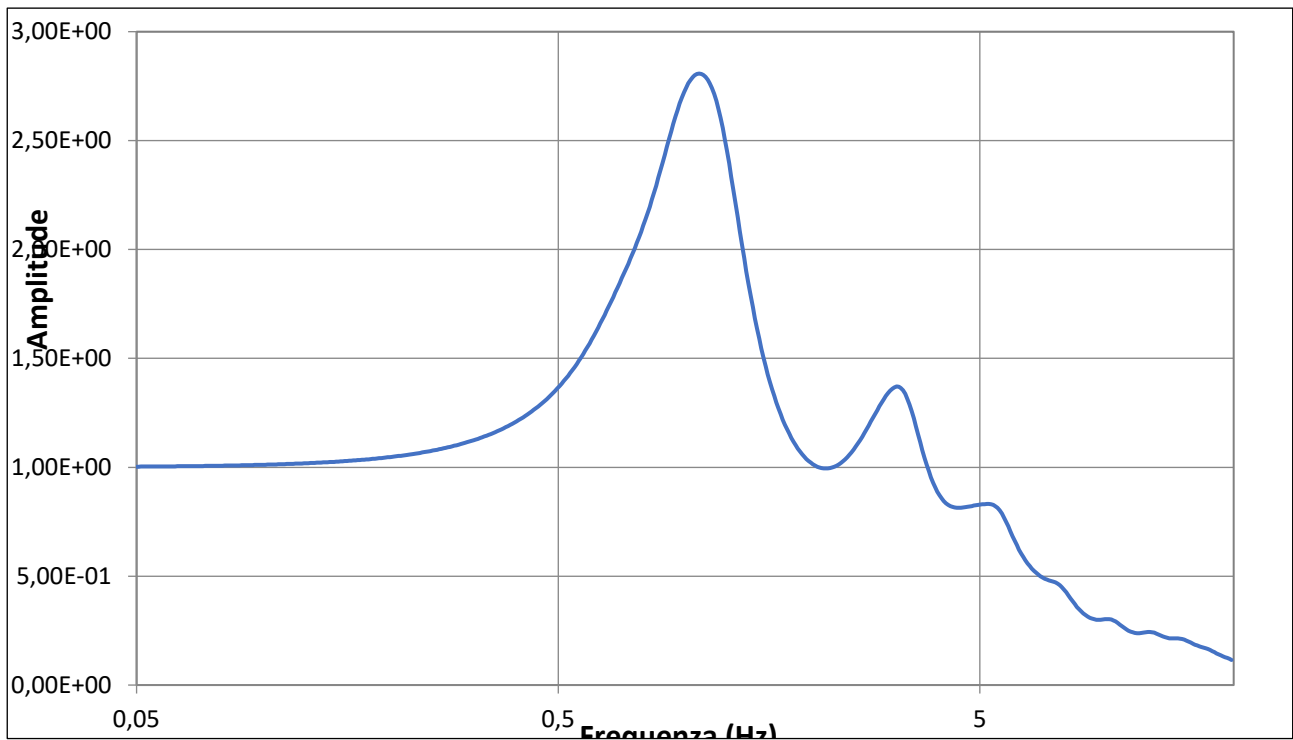


Figura 12 Grafico funzione di trasferimento media SLV

R08C_Relazione sulla risposta sismica locale

Progetto di fattibilità tecnico economica dell'interventi di ristrutturazione rifunzionalizzazione da effettuarsi sul compendio demaniale "Immobili confiscati" sito in contrada Lenzi, Siderno (RC) - Schede RCB1327 - RCB1328

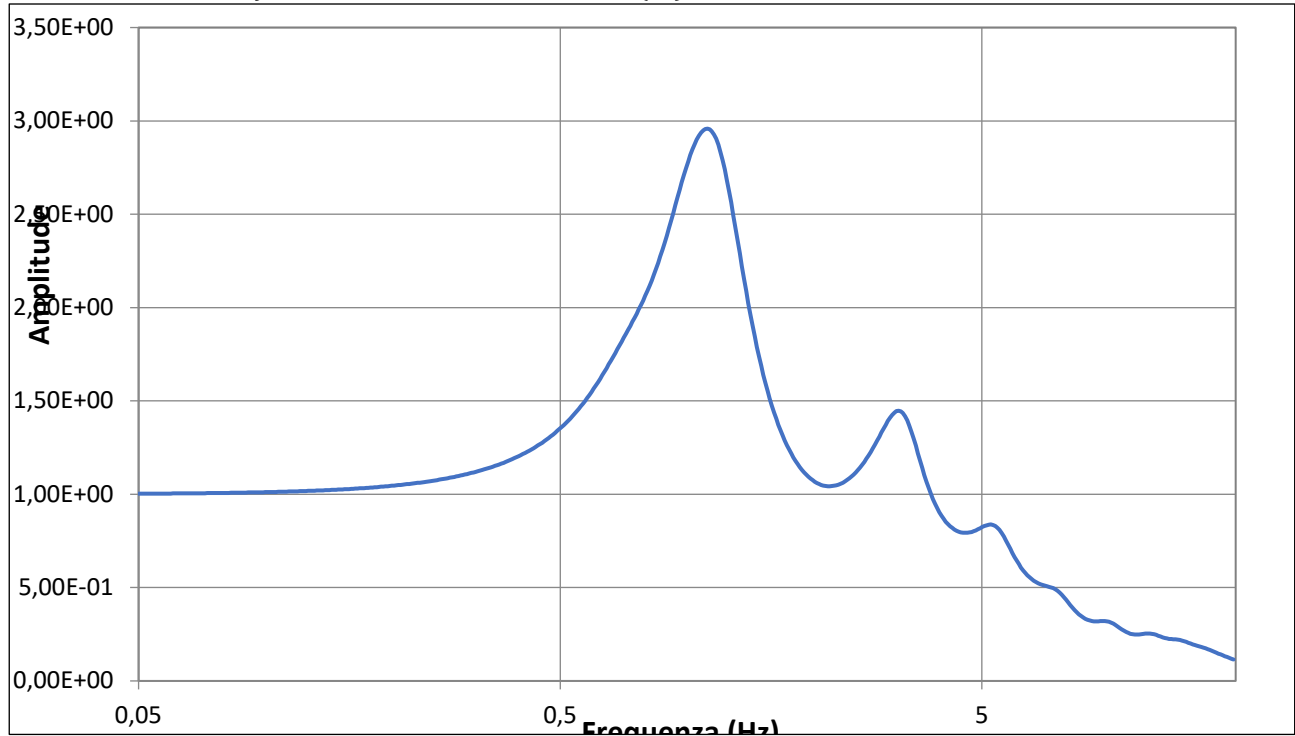


Figura 13 Grafico funzione di trasferimento media SLC

5.4 SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI IN ACCELERAZIONE DELLE COMPONENTI ORIZZONTALI

Gli spettri di risposta elastici in accelerazione delle componenti orizzontali, riportati di seguito, si riferiscono ai quattro stati limite, SLO, SLD, SLV, SLC. Per ogni stato limite lo spettro è stato calcolato con i 7 accelerogrammi estratti dal database Reluis, utilizzando un fattore di smorzamento pari al 5%.

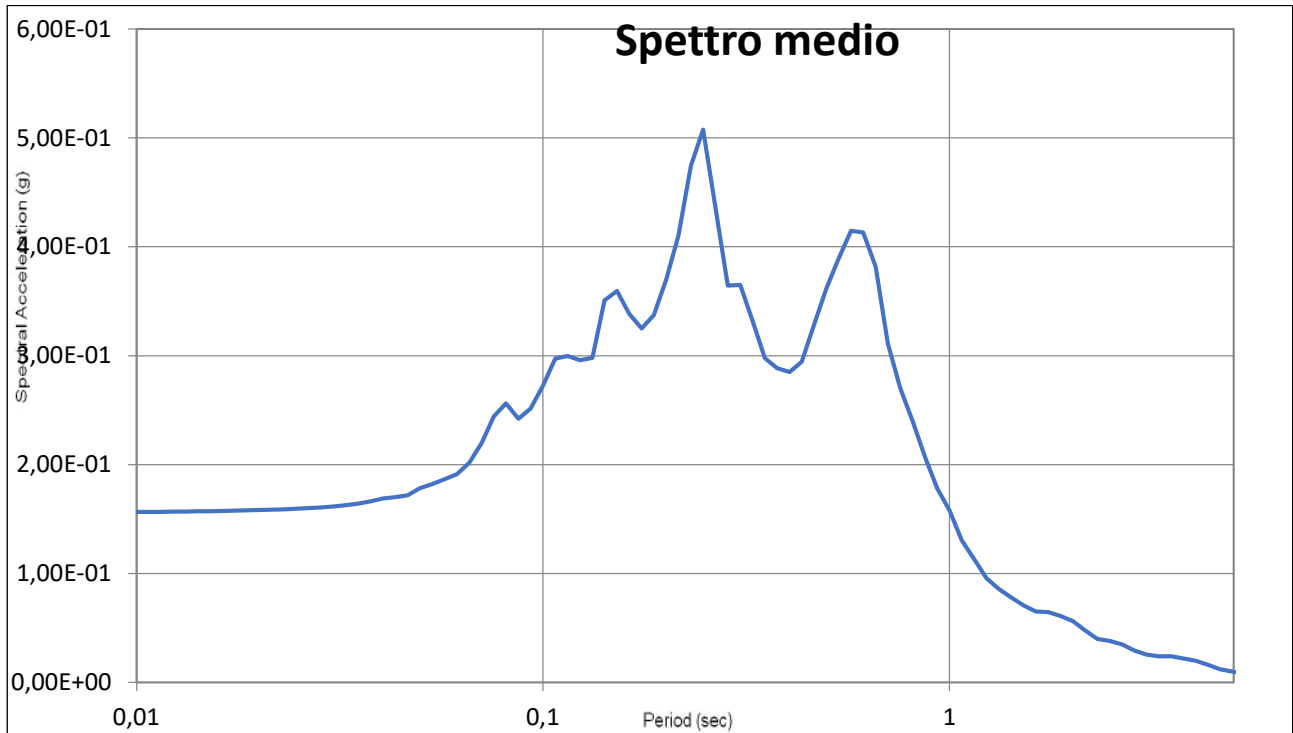


Figura 14 Spettro medio SLO

R08C_Relazione sulla risposta sismica locale

Progetto di fattibilità tecnico economica dell'interventi di ristrutturazione rifunzionalizzazione da effettuarsi sul compendio demaniale "Immobili confiscati" sito in contrada Lenzi, Siderno (RC) – Schede RCB1327 – RCB1328

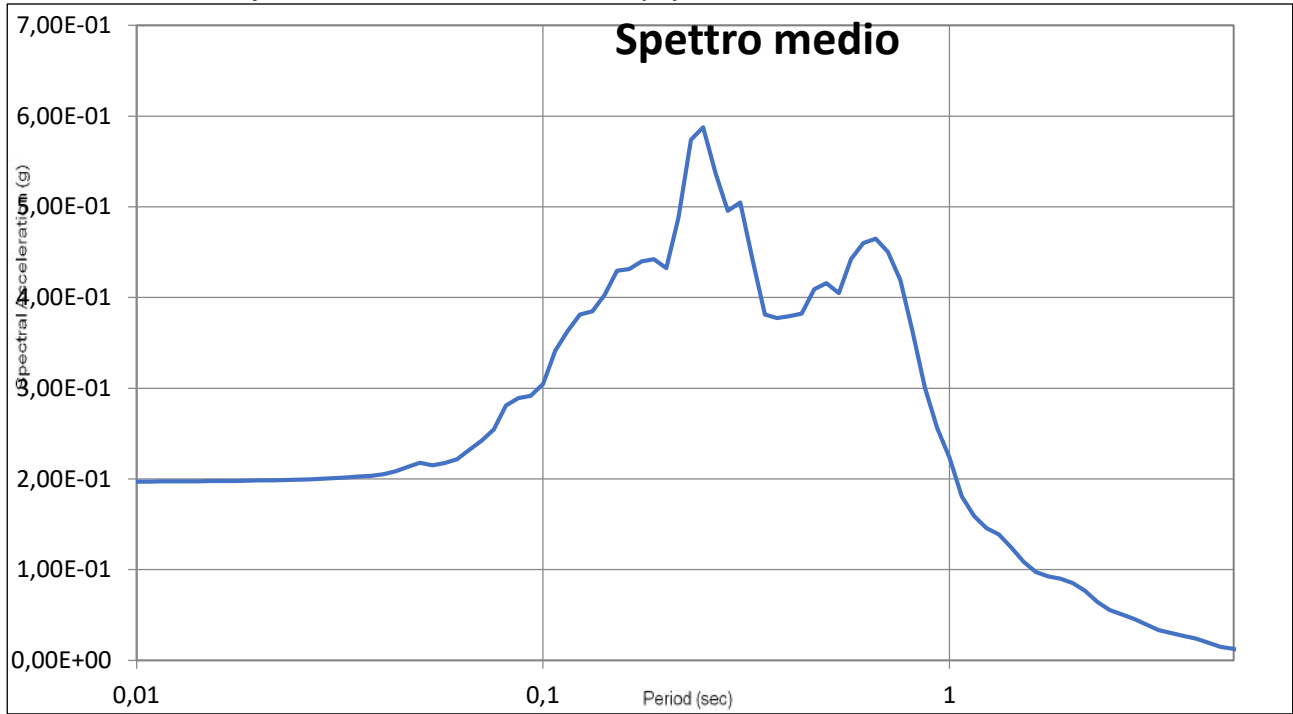


Figura 15 Spettro medio SLD

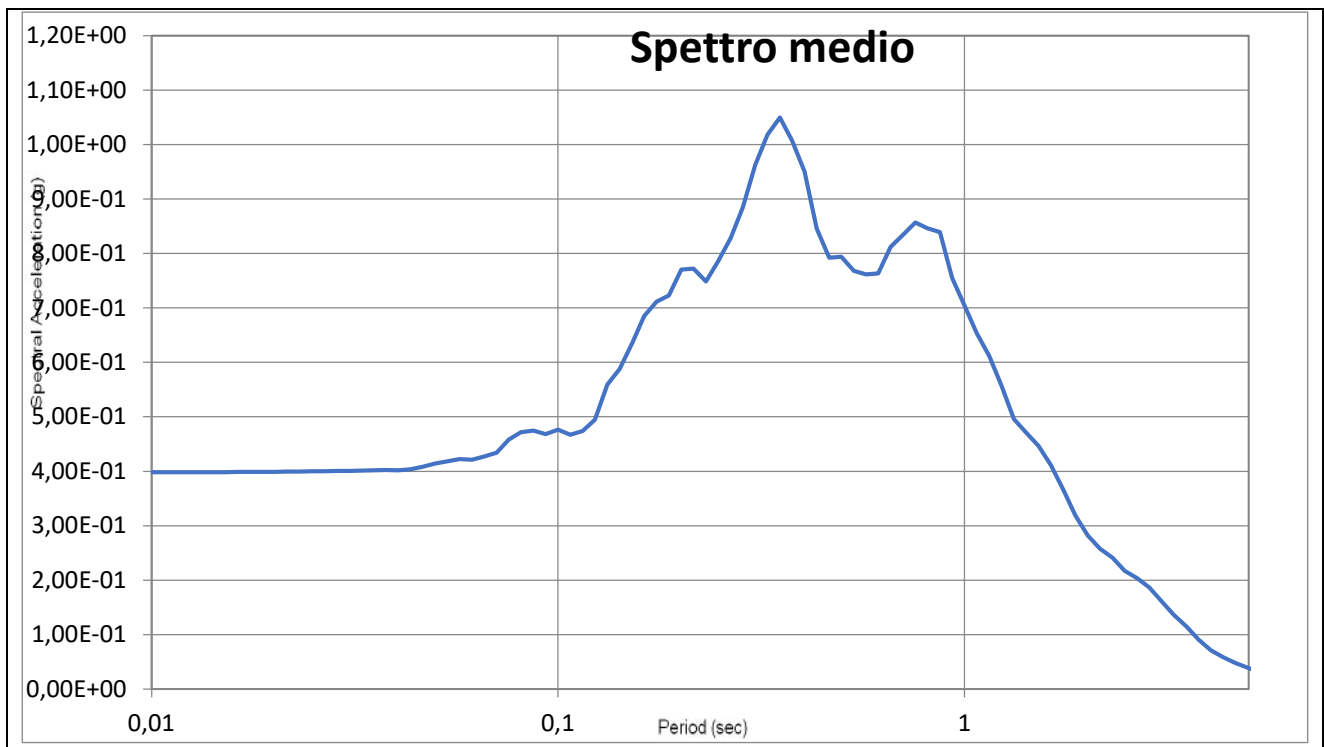


Figura 16 Spettro medio SLV

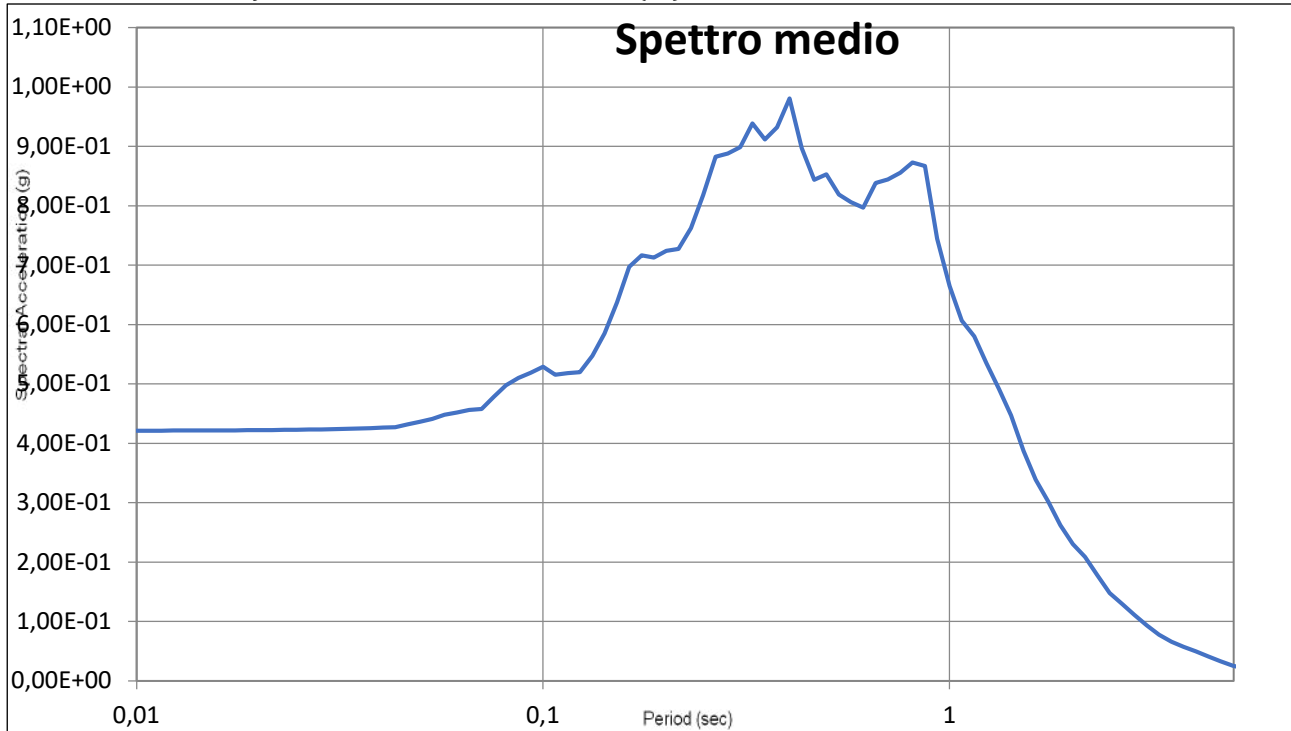


Figura 17 Spettro medio SLC

Analizzando i grafici relativi alla funzione di trasferimento si evidenzia una frequenza di 1.4 Hz, per lo stato limite di operatività, coincidente alla frequenza di sito da analisi HVSR, probabilmente riconducibile allo spessore dell'unità geotecnica alluvionale sovrastante il bedrock sismico rappresentato dall'unità marne e calcari marnosi. Il picco di frequenza si sposta verso le basse frequenze per gli stati limiti ultimi. Analogamente, nei grafici relativi agli spettri il picco si ha per periodi di 0.25 sec, in questo caso la traslazione del picco si ha verso i periodi alti per gli stati limite ultimi.

Villa Latina (FR), li 16 Luglio 2018

Il Direttore Tecnico
Dott. Geol. Fabrizio Marini
A.P. n.1741

