

**INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO
DELLA DIGA "DROVE DI CEPPARELLO"**



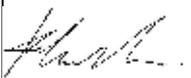
Tavola/Elaborato: ET.06.07	Nome Elaborato: STUDIO DI RISPOSTA SISMICA LOCALE	Scala:
		Data: 30/10/2020

Settore:  INGEGNERIE TOSCANES	Sede Firenze Via de Sanctis, 49 Cod. Fiscale e P.I. 06111950488 <small>Organizzazione dotata di Sistema di Gestione Integrato certificato in conformità alla normativa ISO9001 - ISO14001 - O HSA18001 - SA8000</small>
--	--

PROGETTAZIONE: PROGETTISTA: <i>ING. GIOVANNI SIMONELLI</i> GEOLOGO: <i>GEOL. FILIPPO LANDINI</i> ESPROPRI: <i>GEOM. ANDREA PATRIARCHI</i>	COLLABORATORI: <i>DOTT. GEOL. CARLO FERRI</i> <i>PER. AGR. DAVIDE MORETTI</i> <i>GEOM. ANDREA BERNARDINI</i>
--	--

CONSULENTI TECNICI:  WEST Systems PROGETTISTA OPERE IDRAULICHE E STRUTTURALI: <i>ING. DAVID SETTESOLDI</i>	COMMESSA I.T.: <i>INGT-TPLDP-ACQAC159</i>
--	---

	RESPONSABILE COMMITTENTE: <i>GEOM. ALESSANDRO PIOLI</i>
---	---

DELEGATO DEL DIRETTORE TECNICO: <i>ING. GIOVANNI SIMONELLI</i>	RESPONSABILE COMMITTENTE:  <i>ING. ROBERTO CECCHINI</i>
--	--

Rev.	Data	Descrizione / Motivo della revisione	Redatto	Controllato / Approvato
01	18/04/2019	Prima Emissione	Soc. IdroGeo Service Srl	Landini

PROGETTO DEFINITIVO

INDICE

1	INTRODUZIONE	2
1.1	Impostazione del Problema del Calcolo dell'amplificazione Locale	5
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
3	RISPOSTA SISMICA LOCALE	6
4	METODO DI CALCOLO ADOTTATO E DESCRIZIONE DEL CODICE DI CALCOLO STRATA	7
4.1	METODO LINEARE EQUIVALENTE	7
4.2	PROCEDIMENTO ITERATIVO.....	8
5	INPUT	9
5.1	CURVE DI DECADIMENTO DEI MATERIALI.....	9
5.2	STRATIGRAFIA E CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI SINGOLI STRATI.....	9
5.3	ACCELEROGRAMMI E SPETTRI DI INPUT	9
6	SPETTRI OUTPUT	12
6.1	SLO (TR = 60 anni)	12
6.2	SLD (TR = 101 anni)	13
6.3	SLV (TR = 949 anni).....	14
6.4	SLC (TR = 1950 anni).....	15

ELENCO ALLEGATI

ALLEGATO 1: REPORT ANALISI RSL (SLO, TR = 60 anni)

ALLEGATO 2: REPORT ANALISI RSL (SLD, TR = 101 anni)

ALLEGATO 3: REPORT ANALISI RSL (SLV, TR = 949 anni)

ALLEGATO 4: REPORT ANALISI RSL (SLC, TR = 1950 anni)

ALLEGATO 5: TABELLA SPETTRI DI RISPOSTA MEDI IN "g": SLO, SLD, SLV e SLC

ALLEGATO 6: CARTELLA COMPRESSA CONTENENTE FILES OUTPUT ANALISI RSL (SLO, TR = 60 anni)

ALLEGATO 7: CARTELLA COMPRESSA CONTENENTE FILES OUTPUT ANALISI RSL (SLD, TR = 101 anni)

ALLEGATO 8: CARTELLA COMPRESSA CONTENENTE FILES OUTPUT ANALISI RSL (SLV, TR = 949 anni)

ALLEGATO 9: CARTELLA COMPRESSA CONTENENTE FILES OUTPUT ANALISI RSL (SLC, TR = 1950 anni)

1 INTRODUZIONE

In passato si è potuto osservare, a seguito di terremoti distruttivi, una distribuzione anomala del danneggiamento delle costruzioni, con forti differenziazioni fra zone contigue anche di modeste dimensioni. Oltre alle intrinseche differenze della vulnerabilità sismica delle costruzioni ed alle differenti caratteristiche dinamiche delle stesse, tali cause possono essere attribuite principalmente alle modificazioni delle caratteristiche del moto sismico indotte da condizioni geologiche e geomorfologiche locali.

Il moto sismico in un determinato sito, infatti, è influenzato da tre parametri importanti:

- Il meccanismo di sorgente;
- La propagazione;
- La risposta sismica locale;

I primi due fattori dipendono fortemente dalle caratteristiche dell'evento sismico; questi variano in funzione delle caratteristiche della sorgente (magnitudo e tipo di rottura della faglia) e dalla distanza tra il sito in esame e la sorgente.

La risposta sismica locale è il risultato di interazioni tra le onde sismiche e le condizioni locali, cioè l'insieme delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche di depositi di terreno ed ammassi rocciosi e delle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono.

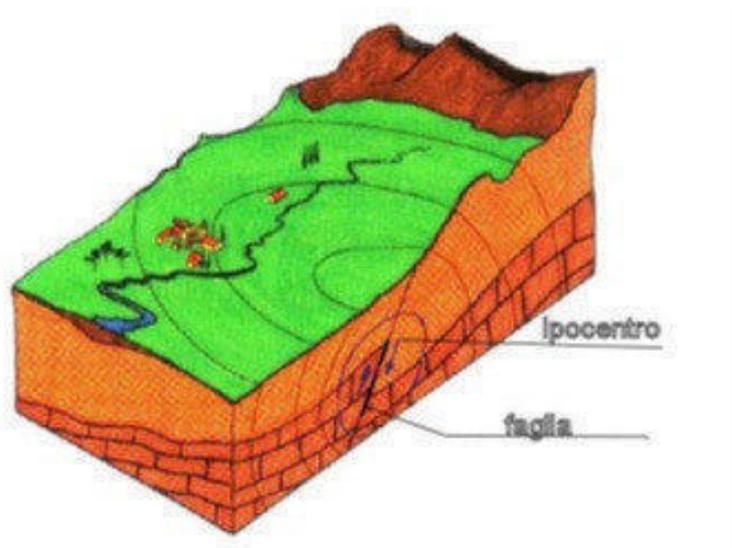


Figura 1. Schema della rottura del terreno e generazione e propagazione delle onde sismiche.

In altre parole le caratteristiche del sito sono le responsabili delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenze, che un moto sismico relativo ad una formazione rocciosa di base (terremoto di riferimento), subisce attraversando gli strati dal bedrock fino alla superficie (Lanzo G. et al.,1999).

Nella Figura 1 è rappresentato uno schema della rottura fragile del terreno in profondità con conseguente generazione di onde che si irradiano dall'ipocentro.

Se si ipotizza di avere installato un sismometro ad una grande distanza dall'ipocentro un possibile segnale registrato potrebbe essere quello mostrato nella Figura 2. Il segnale inizia con l'arrivo delle onde P caratterizzate da alte frequenze a bassa ampiezza. Successivamente arrivano le onde S che si propagano meno velocemente delle P e sono di frequenza più bassa e di maggiore ampiezza. Queste ultime sono in genere la causa dei maggiori danni. Le onde P e quelle S, come già descritto nel capitolo A sono chiamate onde di volume per distinguerle da quelle di superficie che sono più lente.



Figura 2. Tipico sismogramma registrato in superficie a grande distanza.

In generale si può dire che le onde generate dalla sorgente sismica sono di due differenti tipi, cioè quelle associate a stati deformativi di compressione-dilatazione volumetrica, dette onde P che si propagano con velocità V_p pari a:

$$V_p = \sqrt{\frac{M_v}{\rho}}$$

con:

$$M_v = \lambda + 2G$$

dove:

- λ : modulo di Lamé del terreno;
- G : modulo elastico di taglio del terreno;
- ρ : densità di volume del terreno.

Per le onde P il moto oscillatorio delle particelle di terreno avviene parallelamente alla direzione di propagazione.

Le onde S sono associate a deformazione di taglio ed hanno una velocità V_s pari a:

$$V_s = \sqrt{\frac{G}{\rho}}$$

Il moto delle particelle di terreno è in tal caso perpendicolare alla direzione di propagazione. Il campo di spostamenti, in genere, è scomposto in due componenti perpendicolari tra di loro: le onde SV polarizzate nel piano verticale contenente la sorgente e le onde SH polarizzate nel piano orizzontale (piano della superficie libera del terreno in direzione perpendicolare al precedente).

Per maggiore chiarezza, se si considera il piano π verticale e contenente la direzione di propagazione dell'onda incidente, il moto della particella di terreno perpendicolare a tale piano costituisce l'onda SH, viceversa il moto nel piano costituisce l'onda SV.

Le onde P e S arrivate in superficie possono trasformarsi parzialmente in onde di diverso tipo (P in S oppure S in P) oppure in onde superficiali chiamate così perché viaggiano in superficie attenuandosi rapidamente con la profondità. Queste ultime si differenziano in onde di Rayleigh quando il moto della particella di terreno è in un piano verticale oppure onde di Love quando il moto è in un piano orizzontale.

Con riferimento alla Figura 3, il fenomeno della propagazione delle onde può essere descritto come segue. Nella sua complessità morfologica, litologica e stratigrafica, un territorio può essere rappresentato come un insieme di formazioni superficiali, interessate dai loro fenomeni evolutivi tipici, poggianti su formazioni più profonde, i cui andamenti possono essere stati resi complessi fino alla creazione di affioramenti dai fenomeni tettonici ed orogenetici.

Prevalentemente, le formazioni profonde saranno costituite da rocce ignee o metamorfiche di origine sedimentaria, mentre quelle superficiali saranno di natura sedimentaria più recente, coerenti od incoerenti, e quindi di caratteristiche meccaniche ben differenziate rispetto alle prime.

Le onde sismiche che si sono generate in profondità, e che sono già caratterizzate diversamente a seconda del meccanismo proprio della sorgente, subiscono una serie di modificazioni ulteriori (riflessioni e rifrazioni) nell'attraversare la crosta terrestre e giungere fino alle formazioni di base per il sito. Ad una certa distanza dall'epicentro, e per una porzione di territorio ragionevolmente limitata, il moto sismico apparirà come un fronte d'onda uniforme propagantesi dal basso verso l'alto, con una certa angolazione rispetto alla verticale, che viene trasmesso dalle formazioni di base a quelle superficiali.

Il moto al suolo tende a non dipendere più solamente dal tipo di rottura della sorgente e a diventare il risultato di due ulteriori meccanismi eventualmente combinati:

- la propagazione delle onde sismiche all'interno delle formazioni di base e dalla conformazione delle frontiere della stessa;
- la risposta dinamica delle formazioni superficiali.

Tutto ciò comporta una non omogeneità del moto vibratorio in superficie che può cambiare da punto a punto anche a breve distanza. Sugli aspetti quantitativi e qualitativi del fenomeno hanno pertanto grande rilevanza diversi fattori quali la natura delle onde sismiche incidenti ed in particolare il meccanismo di sorgente, le diversità fra le caratteristiche meccaniche dei terreni attraversati, ed in particolare tra formazioni di base e superficiali, la conformazione e la giacitura degli strati, la presenza di falde idriche, l'entità dei fenomeni dissipativi ed altri ancora.

Al variare delle condizioni locali, il moto alla superficie risulterà quindi differente per quanto attiene ai suoi caratteri principali e cioè: ampiezza, contenuto in frequenza e durata. Si osserva che tutti e tre questi caratteri sono significativi e concorrono a causare il danneggiamento delle strutture e l'instabilità dei terreni (frane, cedimenti, liquefazioni).

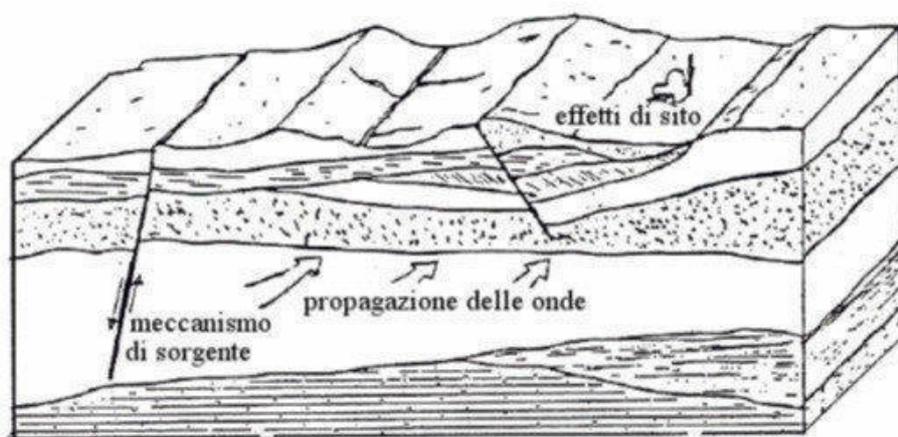


Figura 3. Schema di una situazione reale.

1.1 Impostazione del Problema del Calcolo dell'amplificazione Locale

Per illustrare gli aspetti principali del fenomeno della risposta sismica locale si paragoni il moto in corrispondenza di tre siti, indicati con A, B e C nella Figura 4, posti alla stessa distanza dalla sorgente sismica durante lo stesso evento sismico. Si supponga inoltre che il primo sito sia su un semispazio affiorante (per esempio roccia) e il secondo B su un deposito alluvionale posto al di sopra del semi spazio ed il terzo C su di un rilievo.

In corrispondenza della coltre alluvionale si verifica, rispetto al moto sul semi spazio affiorante, una amplificazione del moto in particolari campi di frequenza e una deamp1ificazione negli altri campi. Analogamente sul rilievo in C si verificheranno focalizzazioni oppure diradazioni di onde per effetto della forma del rilievo e della direzione di incidenza delle onde.

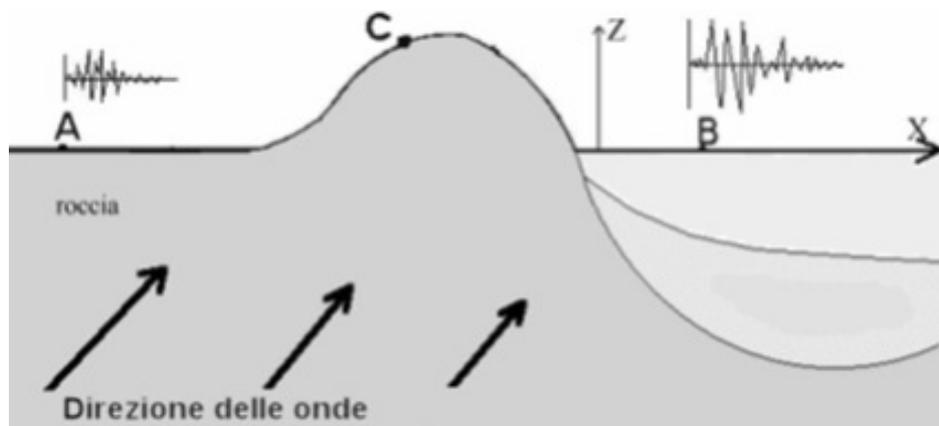


Figura 4. Schema della propagazione delle onde dalla sorgente e delle differenti condizioni locali.

In letteratura si parla di effetti stratigrafici o monodimensionali nel caso in cui le modifiche che il moto sismico subisce nel propagarsi in direzione prevalentemente verticale verso la superficie dal sottostante basamento roccioso siano essenzialmente attribuibili a fenomeni di filtraggio. L'amplificazione delle onde sismiche dipende, in questo caso dalla stratigrafia del sottosuolo, dalle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni e del contenuto in frequenza del moto sismico.

Il termine "effetti di bacino" è utilizzato quando le onde incidenti incontrano una valle alluvionale; in tal caso ai fenomeni sopra descritti si sovrappongono quelli dovuti al manifestarsi di fenomeni complessi di interazione tra le onde, che possono sommarsi o elidersi a vicenda, e generazione di onde superficiali. Spesso ai bordi della valle si verificano maggiori amplificazioni, dette: "effetti di bordo".

Con "effetti topografici" si intendono le modifiche delle caratteristiche del moto sismico causate essenzialmente da fenomeni di focalizzazione delle onde sismiche per effetto della particolare geometria della superficie (per es. la cresta di un rilievo o un canyon) e sono molto influenzati dalla lunghezza d'onda del moto incidente e dalla direzione di incidenza.

Lo scopo delle analisi di amplificazione sismica locale è quello di determinare il moto in B oppure in C una volta noto il moto nel sito di riferimento A. Tale moto di riferimento è in genere determinabile in via statistica (analisi di pericolosità) o deterministica dallo studio del meccanismo di rottura della sorgente nell'ipotesi che tra la sorgente stessa ed il sito in esame il mezzo sia omogeneo ed isotropo.

Come è facile immaginare le caratteristiche del moto in superficie sono fortemente influenzate, oltre che dalla geometria degli strati e delle loro proprietà meccaniche, anche dalle caratteristiche del moto incidente, cioè dalla direzione di propagazione, dal suo contenuto energetico e dalla direzione del moto delle particelle del terreno.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa di riferimento per lo studio del problema in esame è:

- Decreto Ministeriale 17.01.2018

Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni, Cap 7.11.3.1 (Risposta Sismica Locale);

- Consiglio Superiore Lavori Pubblici

Istruzioni per l'applicazione dell'“Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni” di cui al D.M. 17/01/2018 – Circolare Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 21 gennaio 2019, n.7.

3 RISPOSTA SISMICA LOCALE

Come già detto in precedenza, il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono.

Alla scala della singola opera o del singolo sistema geotecnico, la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

I passi da seguire nello studio del problema della risposta sismica locale sono:

1. Definizione input sismico sia attraverso il codice di calcolo SCALCONA 3.0 (www.regione.toscana.it/-/accelerogrammi-di-riferimento-per-la-progettazione), sia con il codice di calcolo REXEL (Iervolino et al., 2010 - www.relus.it/index.php?option=com_content&view=article&id=118&Itemid=105&lang=it)
2. Analisi di Risposta Sismica Locale;
 - 2.1 Inserimento sismostratigrafia di input (derivata da un'indagine di sismica in foro Down Hole);
 - 2.2 Esecuzione dell'analisi e restituzione grafica.

Le analisi numeriche che consentono di valutare gli effetti del sito nell'amplificazione delle onde sismiche possono essere distinte in:

- Analisi numeriche monodimensionali (come in questo caso);
- Analisi numeriche bidimensionali;
- Analisi numeriche tridimensionali.

Il primo approccio consente di definire una realistica risposta sismica stratigrafica di terreni non affetti da problematiche bidimensionali. Questo approccio è ritenuto la via ufficiale delle NTC 2018 (Cap. 3.2.2) e consente, in determinati casi e mediante il confronto con la relativa categoria di sottosuolo, elementi di risparmio rispetto all'approccio semplificato di normativa, poiché identifica amplificazione per intervalli di periodi solitamente più limitati rispetto a quelli di normativa.

Il secondo approccio è da preferire in quelle situazioni in cui il sottosuolo presenta una geometria variabile in cui, oltre alla profondità, è importante considerare un'altra delle due restanti dimensioni spaziali. Un esempio di situazione che richiede l'utilizzo di modelli bidimensionali è il caso delle aree marginali delle valli alluvionali, in cui alle normali cause di amplificazione del moto sismico si sommano gli effetti di bordo connessi alla geometria del problema.

Il terzo approccio necessita di modelli complessi che richiedono capacità computazionali notevoli; solo recentemente iniziano ad avere una certa diffusione grazie al rapido sviluppo degli strumenti informatici. Il loro utilizzo è principalmente concentrato sulla valutazione delle amplificazioni in presenza di effetti morfologici, data l'importanza assunta in queste analisi dalla conoscenza precisa e dalla gestione di un modello tridimensionale del terreno.

4 METODO DI CALCOLO ADOTTATO E DESCRIZIONE DEL CODICE DI CALCOLO STRATA

Il codice di calcolo STRATA (Rathje & Kottke, 2008, <https://github.com/arkottke/strata>) consente di effettuare una modellazione monodimensionale, nel dominio delle frequenze, in tensioni totali, utilizzando il metodo lineare equivalente.

4.1 METODO LINEARE EQUIVALENTE

Il comportamento meccanico dei terreni sotto l'effetto di carichi ciclici ad elevata frequenza è alquanto complesso e caratterizzato da marcata non linearità, accumulo di deformazioni permanenti, dissipazione di energia e degradazione progressiva delle caratteristiche meccaniche per effetto del numero di cicli di carico applicati. In presenza di fluido interstiziale, alle suddette problematiche si aggiunge l'accumulo di sovrappressioni interstiziali in condizioni di drenaggio impedito o parziale, che sono comunque le più frequenti, in considerazione della velocità di applicazione del carico.

La modellazione di tali fenomeni richiede l'utilizzo di legami costitutivi complessi, che oltretutto difficilmente riescono a riprodurre simultaneamente tutte le specificità del comportamento dei terreni. Per tale ragione spesso si preferisce fare riferimento a modelli costitutivi semplificati che, pur non essendo rigorosi, riescono a riprodurre il comportamento in modo adeguato in riferimento alla specifica applicazione.

In particolare, per quanto riguarda la risposta sismica dei depositi, l'approccio visco-elastico lineare equivalente rappresenta un valido compromesso tra semplificazione delle analisi ed accuratezza dei risultati. La strategia consiste sostanzialmente nel fare riferimento alle soluzioni visco-elastiche lineari per la propagazione delle onde sismiche adeguando in modo iterativo i parametri costitutivi in funzione del livello deformativo indotto dal moto sismico nel terreno.

Tale modello lineare equivalente, studia il comportamento tra tensione e deformazione del terreno basandosi sul modello di Kelvin-Voigt, illustrato in Fig.5. La tensione τ dipende dalla deformazione γ e dalla sua derivata $\dot{\gamma}$, secondo la relazione:

$$\tau = G \gamma + \eta \dot{\gamma}$$

dove:

- G : Modulo di taglio;
- η : viscosità del mezzo.

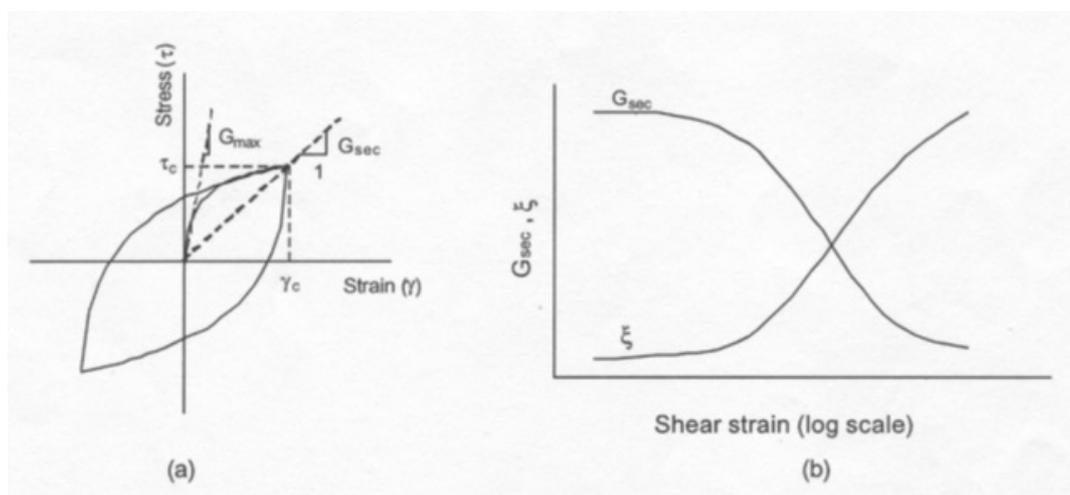


Figura 5. Modello lineare equivalente: (a) curve tensioni - deformazioni; (b) variazione del modulo.

Il comportamento non lineare del terreno, durante un ciclo di carico, viene approssimato per come mostrato in figura 5. Il modulo di taglio equivalente, G , è preso considerando il modulo di taglio secante G_s .

È possibile notare come alla fine di un ciclo controllato e simmetrico di tensioni si ha:

$$G_s = \frac{\tau_c}{\gamma_c}$$

La curva G_s - γ non può avere una forma arbitraria ma deriva dalla curva τ - γ e sussiste seguente relazione:

$$\frac{d\tau}{d\gamma} = G_s(\gamma) + \frac{dG_s}{d\gamma} \gamma \geq 0$$

La descrizione del comportamento meccanico dei terreni nei confronti dei carichi ciclici non può peraltro prescindere dalla dissipazione intrinseca di energia che si verifica durante i cicli di carico-scarico. Il parametro di riferimento a tal riguardo è costituito dal coefficiente di smorzamento D , definito come:

$$D = \frac{1}{4\pi} \frac{\Delta W^{dissp}}{W^{max}}$$

dove:

- $\Delta W, diss$: quantità di energia dissipata, per unità di volume, dal terreno durante un ciclo di carico armonico;
- W, max : massima energia di deformazione, per unità di volume, immagazzinata dal terreno durante lo stesso ciclo di carico armonico.

4.2 PROCEDIMENTO ITERATIVO

La procedura iterativa che consente di ottenere la risposta non lineare del sistema consiste nell'eseguire una sequenza di analisi lineari, con aggiornamento iterativo dei parametri di rigidità e smorzamento, fino al raggiungimento di un prefissato criterio di convergenza. Facendo riferimento alla figura 6, lo schema della procedura iterativa su cui è basato il modello lineare equivalente, da applicare ad ogni strato in cui è stato discretizzato il profilo stratigrafico:

- definizione di curve $G=G(\gamma)$ e $D=D(\gamma)$ per i diversi strati;
- inizializzazione dei valori del modulo di taglio e del fattore di smorzamento ai livelli di piccole deformazioni (G_0 e D_0);
- calcolo della risposta dinamica del suolo e valutazione della deformazione massima a taglio in ogni strato (γ_1 , figura 7);
- aggiornamento dei valori $G_1=G(\gamma_1)$ e $D_1=D(\gamma_1)$;
- iterazione dei passi 3 e 4 fino a convergenza ($\gamma_{i-1} \sim \gamma_i$).

5 INPUT

Nei paragrafi successivi e nei 4 report allegati (1, 2, 3 e 4) vengono riportate le informazioni relative ai dati di input utilizzati per lo studio della risposta sismica locale.

5.1 CURVE DI DECADIMENTO DEI MATERIALI

All'aumentare del livello di deformazione angolare raggiunta dal terreno si ha una diminuzione del modulo di taglio G ed un aumento del rapporto di smorzamento D . Tale comportamento può essere descritto, per ogni tipo di materiale presente nella stratigrafia, da due curve di decadimento una relativa a G ed una D .

I dati delle curve di riferimento utilizzate nell'analisi sono riportati negli allegati 1, 2, 3 e 4.

Le curve di riferimento sono state ottenute dalla "Banca Dati Vel" della Regione Toscana (www.regione.toscana.it/-/banca-dati-vel), scegliendo tutti i risultati di prove dinamiche di laboratorio eseguite su litologie analoghe a quelle affioranti nell'area in oggetto (substrato alterato prevalentemente argillitico).

5.2 STRATIGRAFIA E CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI SINGOLI STRATI

Sulla base del cosiddetto volume significativo di terreno interessato dal problema in esame, viene definita una stratigrafia di progetto che rappresenta l'andamento delle singole lenti di terreno in una sezione verticale.

Tale stratigrafia è stata desunta dai risultati di una prova sismica in foro di tipo down – hole realizzata nell'area di intervento.

La stratigrafia utilizzata è rappresentata negli allegati da 1 a 4.

5.3 ACCELEROGRAMMI E SPETTRI DI INPUT

Gli accelerogrammi di input relativi agli stati limite SLD, SLV e SLC sono stati ottenuti utilizzando il codice di calcolo SCALCONA 3.0 fornito dalla Regione Toscana, che permette la ricerca di combinazioni di accelerogrammi naturali compatibili con gli spettri delle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018).

Per lo stato limite SLO, poiché non disponibile il corrispondente tempo di ritorno nel codice sopra citato, è stato utilizzato il codice di calcolo REXEL (Iervolino et al, 2010), che consente anch'esso la ricerca di combinazioni di accelerogrammi naturali compatibili con gli spettri delle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018) dalla banca dati dell'European Strong-motion Database.

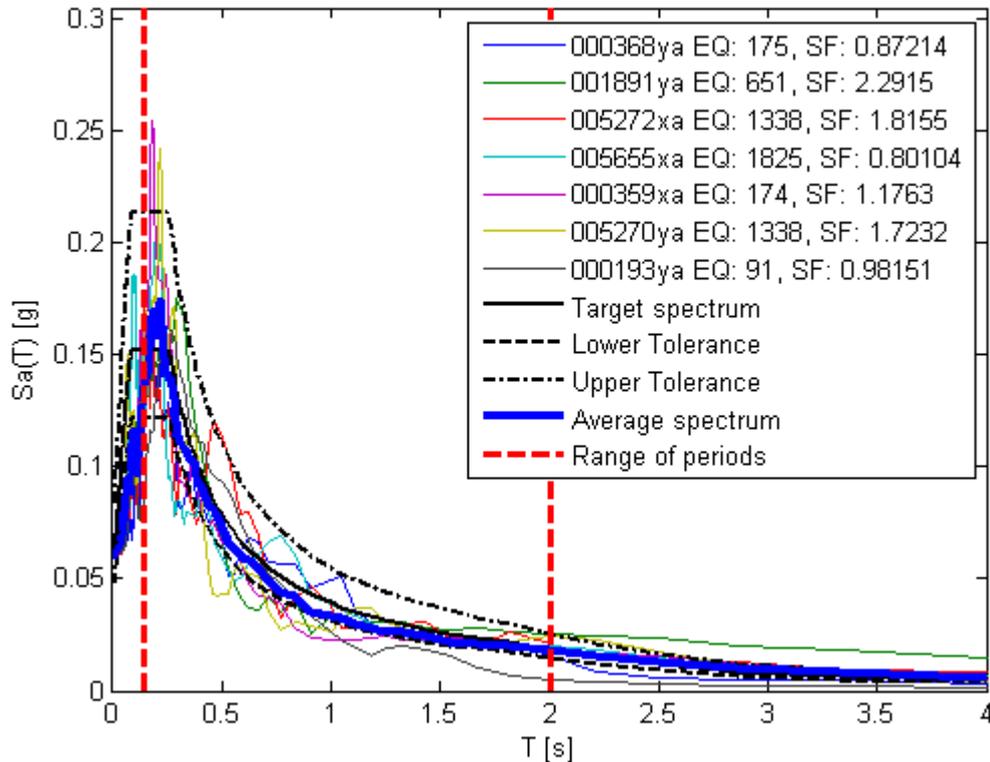
Nelle tabelle seguenti sono riportati i moti di input utilizzati nell'analisi di risposta sismica locale agli stati limite in esame.

SLO (TR = 60 anni)

Waveform ID	Earthquake ID	Station ID	Earthquake Name	Date	Mw	Fault Mechanism	Epicentral Distance (km)
368	175	ST143	Lazio Abruzzo	07/05/1984	5.9	normal	22
1891	651	ST1320	Kranidia	25/10/1984	5.5	?	23
5272	1338	ST2487	Mt. Vatnafjoll	25/05/1987	6	oblique	24

5655	1825	ST2950	NE of Banja Luka	13/08/1981	5.7	oblique	10
359	174	ST136	Umbria	29/04/1984	5.6	normal	17
5270	1338	ST2486	Mt. Vatnafjoll	25/05/1987	6	oblique	25
193	91	ST64	Montenegro	09/04/1979	5.4	thrust	15

Combination no. 1 , $SF_{mean} = 1.3802$



SLD (TR = 101 anni)

	Magnitude (Mw)	Epic.Distance (km)	Scaling Factor (%)	Source	File_Name
1	6.2	29.9	0.96	ESM	EU.HRZ..HNE.D.19790524.172317.C.ACC.ASC
2	6.19	38.63	1.05	NGA-West2	RSN455_MORGAN_G01230.AT2
3	5.9	10.1	0.73	ESM	IT.ATN..HNN.D.19840507.174943.C.ACC.ASC
4	5.61	39.6	0.75	NGA-West2	RSN1649_SMADRE_VAS000.AT2
5	6.5	57.74	1.57	NGA-West2	RSN8167_SANSIMEO_DCPP247.AT2
6	6.6	62	0.99	KiK-net	SAGH050503201053.NS2
7	6.1	53.7	2.13	ESM	IT.SUL..HNE.D.20090406.013240.C.ACC.ASC

SLV (TR = 949 anni)

	Magnitude (Mw)	Epic.Distance (km)	Scaling Factor (%)	Source	File_Name
1	5.28	11.13	1.72	NGA-West2	RSN23_SANFRAN_GGP010.AT2
2	6.2	29.9	1.55	ESM	EU.HRZ..HNE.D.19790524.172317.C.ACC.ASC
3	6.93	92.21	1.9	NGA-West2	RSN788_LOMAP_PJH315.AT2
4	6.69	38.07	1.11	NGA-West2	RSN1091_NORTHR_VAS090.AT2
5	6.2	92.27	3.14	NGA-West2	RSN3251_CHICHI.05_TTN042N.AT2
6	6.6	31	0.55	KiK-net	SMNH100010061330.EW2
7	6.6	37	2.98	KiK-net	SAGH010503201053.NS2

SLC (TR = 1950 anni)

	Magnitude (Mw)	Epic.Distance (km)	Scaling Factor (%)	Source	File_Name
1	6.2	29.9	1.91%	ESM	EU.HRZ..HNE.D.19790524.172317.C.ACC.ASC
2	5.74	12.57	2.03%	NGA-West2	RSN146_COYOTELK_G01320.AT2
3	6.93	83.53	3.28%	NGA-West2	RSN804_LOMAP_SSF115.AT2
4	6.69	38.07	1.38%	NGA-West2	RSN1091_NORTHR_VAS000.AT2
5	6.6	31	0.66%	KiK-net	SMNH100010061330.EW2
6	6.9	86.28	3.88%	NGA-West2	RSN5655_IWATE_IWTH23EW.AT2
7	5.2	11.8	2.65%	ESM	IT.AQP..HNN.D.20090409.005259.C.ACC.ASC

PGA e PGV degli accelerogrammi utilizzati sono riportati negli allegati da 1 a 4

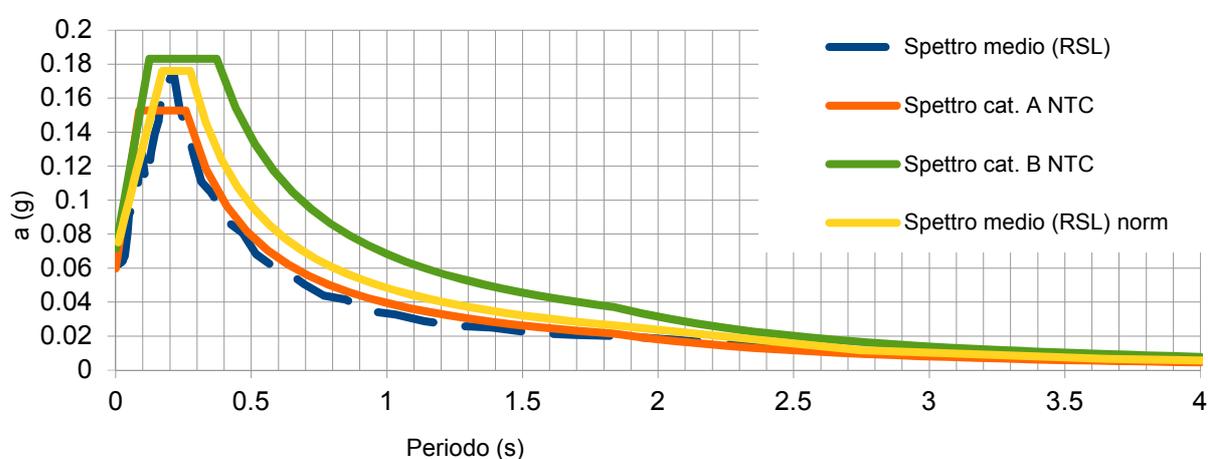
6 SPETTRI OUTPUT

Nei paragrafi successivi vengono riportate le informazioni relative ai risultati del calcolo.

6.1 SLO (TR = 60 anni)

Di seguito viene riportato lo spettro di risposta in accelerazione, derivante dalla media degli spettri ottenuti dai 7 accelerogrammi utilizzati (per un tempo di ritorno di 60 anni). Si riporta inoltre il confronto con gli spettri di normativa per le categorie di sottosuolo A e B e lo spettro di risposta derivato dalla RSL normalizzato (ed i relativi parametri).

In allegato 5 è riportata la tabella con i valori di periodo (s) e accelerazione (g) dello spettro ottenuto dall'analisi di risposta sismica locale, mentre nell'allegato 6 (cartella compressa) sono riportati i 7 accelerogrammi di output ottenuti.



Parametri indipendenti	
a (g)	0.060
F0	2.555
T*c (s)	0.259

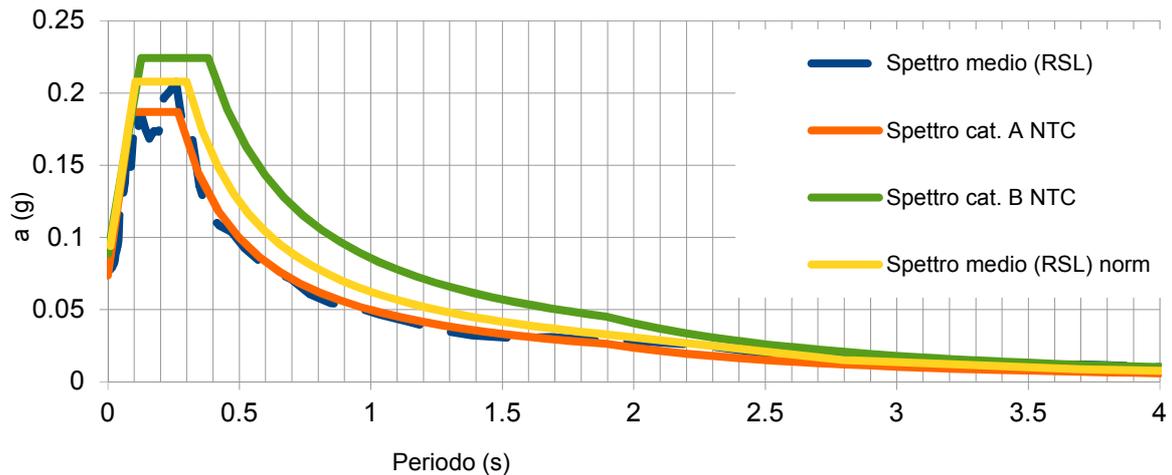
Parametri dipendenti	
Tb (s)	0.172
Tc (s)	0.275
S	1.148

Come visibile dal grafico lo spettro da RSL è sempre inferiore a quello relativo alla categoria A, tranne che per periodi compresi tra 0,15 e 0,25 s. Ciò non vale per lo spettro normalizzato, che è comunque sempre al di sotto dei valori di accelerazione dello spettro corrispondente alla categoria B.

6.2 SLD (TR = 101 anni)

Di seguito viene riportato lo spettro di risposta in accelerazione, derivante dalla media degli spettri ottenuti dai 7 accelerogrammi utilizzati (per un tempo di ritorno di 101 anni). Si riporta inoltre il confronto con gli spettri di normativa per le categorie di sottosuolo A e B e lo spettro di risposta derivato dalla RSL normalizzato (ed i relativi parametri).

In allegato 5 è riportata la tabella con i valori di periodo (s) e accelerazione (g) dello spettro ottenuto dall'analisi di risposta sismica locale, mentre nell'allegato 7 (cartella compressa) sono riportati i 7 accelerogrammi di output ottenuti.



Parametri indipendenti	
a (g)	0.074
F0	2.535
T*c (s)	0.266

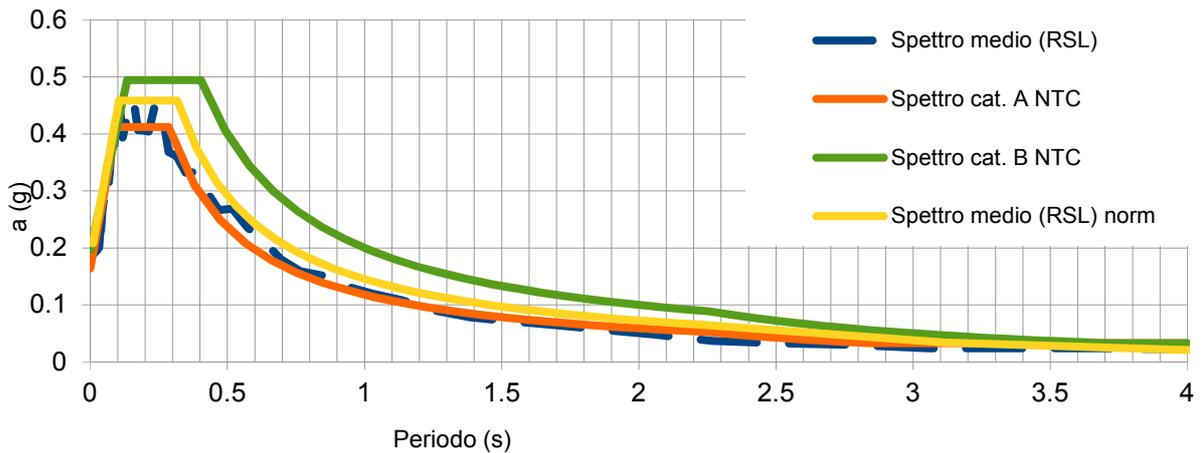
Parametri dipendenti	
Tb (s)	0.105
Tc (s)	0.300
S	1.108

Come visibile dal grafico lo spettro da RSL segue circa l'andamento di quello relativo alla categoria A, tranne che per periodi compresi tra 0,2 e 0,3 s. Ciò non vale per lo spettro normalizzato, che è sostanzialmente compreso tra quelli di normativa relativi alla categoria A ed alla categoria B.

6.3 SLV (TR = 949 anni)

Di seguito viene riportato lo spettro di risposta in accelerazione, derivante dalla media degli spettri ottenuti dai 7 accelerogrammi utilizzati (per un tempo di ritorno di 949 anni). Si riporta inoltre il confronto con gli spettri di normativa per le categorie di sottosuolo A e B e lo spettro di risposta derivato dalla RSL normalizzato (ed i relativi parametri).

In allegato 5 è riportata la tabella con i valori di periodo (s) e accelerazione (g) dello spettro ottenuto dall'analisi di risposta sismica locale, mentre nell'allegato 8 (cartella compressa) sono riportati i 7 accelerogrammi di output ottenuti.



Parametri indipendenti	
a (g)	0.164
F0	2.518
T*c (s)	0.286

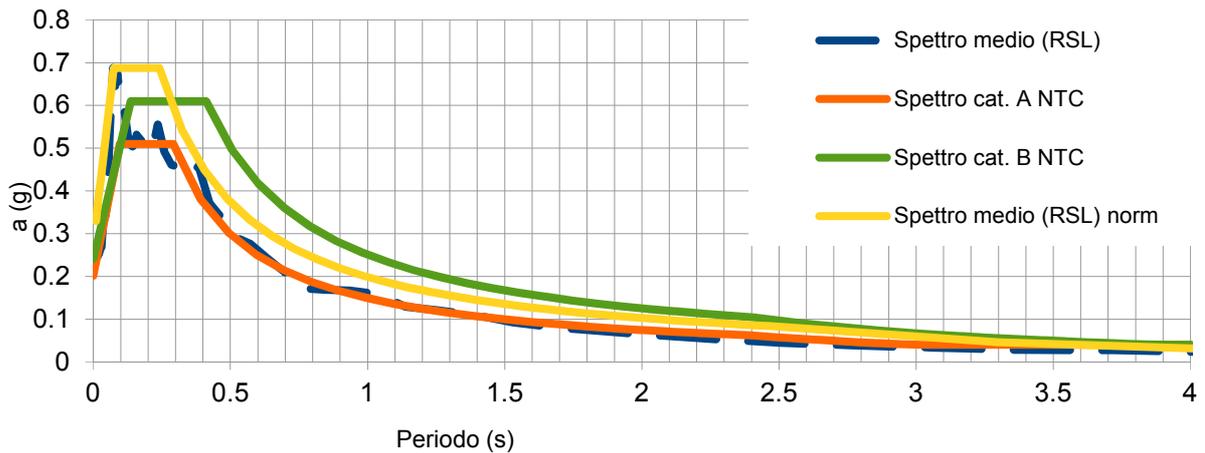
Parametri dipendenti	
Tb (s)	0.105
Tc (s)	0.317
S	1.110

Come visibile dal grafico lo spettro da RSL (anche quello normalizzato) è sostanzialmente compreso tra quelli di normativa relativi alla categoria A ed alla categoria B.

6.4 SLC (TR = 1950 anni)

Di seguito viene riportato lo spettro di risposta in accelerazione, derivante dalla media degli spettri ottenuti dai 7 accelerogrammi utilizzati (per un tempo di ritorno di 1950 anni). Si riporta inoltre il confronto con gli spettri di normativa per le categorie di sottosuolo A e B e lo spettro di risposta derivato dalla RSL normalizzato (ed i relativi parametri).

In allegato 5 è riportata la tabella con i valori di periodo (s) e accelerazione (g) dello spettro ottenuto dall'analisi di risposta sismica locale, mentre nell'allegato 9 (cartella compressa) sono riportati i 7 accelerogrammi di output ottenuti.



Parametri indipendenti	
a (g)	0.201
F0	2.535
T*c (s)	0.292

Parametri dipendenti	
Tb (s)	0.071
Tc (s)	0.293
S	1.35

Come visibile dal grafico lo spettro da RSL normalizzato ha valori di accelerazione sempre più alti rispetto a quelli di normativa, tranne per periodo > 0.3 s; da notare inoltre che lo spettro da RSL non normalizzato ha accelerazioni inferiori a quello della categoria B per periodo > 0,1 s.

ALLEGATO 1

REPORT ANALISI RSL (SLO, TR = 60 anni)

Analisi di risposta sismica locale diga esistente in loc. Cepparello

I. General Settings

A. Project

Title: Analisi di risposta sismica locale diga esistente in loc. Cepparello

Notes: Comune di Barberino - Tavarnelle (FI) e Poggibonsi (SI)

SLO - TR 60 anni

File prefix: SLO_

Units System: Metric

B. Type of Analysis

Analysis Method: Equivalent Linear (EQL)

Approach: Time Series

Properties Varied: False

C. Layer Discretization

Maximum frequency: 20 Hz

Wavelength fraction: 0.2

D. Equivalent Linear Parameters

Effective strain ratio: 0.5 Hz

Error tolerance: 2

Maximum number of iterations: 10

II. Soil Types

A. Substrato alterato

B. Bedrock

A. Substrato alterato

Name: Substrato alterato

Notes: Banca dati VEL - Regione Toscana

Unit Weight: 25 kN/m³

Initial Damping: 5

Varied: True

Shear Modulus Reduction Damping Ratio

Type: Shear Modulus Reduction

Type: Damping Ratio

Name: Formazione Sillano alt

Name: Formazione Sillano alt

Strain (%)	G/Gmax
1.00e-6	1.000
3.00e-6	1.000
1.00e-5	1.000
3.00e-5	1.000
1.00e-4	0.999
3.00e-4	0.997
1.00e-3	0.988
3.00e-3	0.960
1.00e-2	0.861
3.00e-2	0.642
1.00e-1	0.316
3.00e-1	0.118
1.00e+0	0.033

Strain (%)	Damping (%)
1.00e-6	4.359
3.00e-6	4.359
1.00e-5	4.359
3.00e-5	4.360
1.00e-4	4.365
3.00e-4	4.381
1.00e-3	4.446
3.00e-3	4.660
1.00e-2	5.505
3.00e-2	7.953
1.00e-1	13.773
3.00e-1	19.215
1.00e+0	22.158

B. Bedrock

Unit weight: 27 kN/m³

Damping: 1

III. Soil Layers

Depth (m)	Thickness (m)	Soil Type	Average Vs (m/s)
0	7	Substrato alterato	773

7	---	Bedrock	1114
---	-----	-------------------------	------

IV. Motion(s)

Input Location: Bedrock

Name	Description	Type	PGA (g)	PGV (cm/s)	Scale Factor
TR60_rexel_SLO\000368ya_record.txt		Outcrop (2A)	0.06	3.39	0.87
TR60_rexel_SLO\001891ya_record.txt		Outcrop (2A)	0.06	5.29	2.29
TR60_rexel_SLO\005272xa_record.txt		Outcrop (2A)	0.06	3.07	1.82
TR60_rexel_SLO\005655xa_record.txt		Outcrop (2A)	0.06	4.95	0.80
TR60_rexel_SLO\000359xa_record.txt		Outcrop (2A)	0.06	3.64	1.18
TR60_rexel_SLO\005270ya_record.txt		Outcrop (2A)	0.06	3.75	1.72
TR60_rexel_SLO\000193ya_record.txt		Outcrop (2A)	0.06	3.87	0.98

ALLEGATO 2

REPORT ANALISI RSL (SLD, TR = 101 anni)

Analisi di risposta sismica locale diga esistente in loc. Cepparello

I. General Settings

A. Project

Title: Analisi di risposta sismica locale diga esistente in loc. Cepparello

Notes: Comune di Barberino - Tavarnelle (FI) e Poggibonsi (SI)

SLD - TR 101 anni

File prefix: SLD_

Units System: Metric

B. Type of Analysis

Analysis Method: Equivalent Linear (EQL)

Approach: Time Series

Properties Varied: False

C. Layer Discretization

Maximum frequency: 20 Hz

Wavelength fraction: 0.2

D. Equivalent Linear Parameters

Effective strain ratio: 0.56 Hz

Error tolerance: 2

Maximum number of iterations: 10

II. Soil Types

A. Substrato alterato

B. Bedrock

A. Substrato alterato

Name: Substrato alterato

Notes: Banca dati VEL - Regione Toscana

Unit Weight: 25 kN/m³

Initial Damping: 5

Varied: True

Shear Modulus Reduction Damping Ratio

Type: Shear Modulus Reduction

Type: Damping Ratio

Name: Formazione Sillano alt

Name: Formazione Sillano alt

Strain (%)	G/Gmax
1.00e-6	1.000
3.00e-6	1.000
1.00e-5	1.000
3.00e-5	1.000
1.00e-4	0.999
3.00e-4	0.997
1.00e-3	0.988
3.00e-3	0.960
1.00e-2	0.861
3.00e-2	0.642
1.00e-1	0.316
3.00e-1	0.118
1.00e+0	0.033

Strain (%)	Damping (%)
1.00e-6	4.359
3.00e-6	4.359
1.00e-5	4.359
3.00e-5	4.360
1.00e-4	4.365
3.00e-4	4.381
1.00e-3	4.446
3.00e-3	4.660
1.00e-2	5.505
3.00e-2	7.953
1.00e-1	13.773
3.00e-1	19.215
1.00e+0	22.158

B. Bedrock

Unit weight: 27 kN/m³

Damping: 1

III. Soil Layers

Depth (m)	Thickness (m)	Soil Type	Average Vs (m/s)
0	7	Substrato alterato	773

7	---	Bedrock	1114
---	-----	-------------------------	------

IV. Motion(s)

Input Location: Bedrock

Name	Description	Type	PGA (g)	PGV (cm/s)	Scale Factor
TR101_SLD\w_TR00101_11.1900-43.4900_1.txt		O utcrop (2A)	0.07	6.13	1.00
TR101_SLD\w_TR00101_11.1900-43.4900_2.txt		O utcrop (2A)	0.07	2.83	1.00
TR101_SLD\w_TR00101_11.1900-43.4900_3.txt		O utcrop (2A)	0.07	2.75	1.00
TR101_SLD\w_TR00101_11.1900-43.4900_4.txt		O utcrop (2A)	0.07	2.22	1.00
TR101_SLD\w_TR00101_11.1900-43.4900_5.txt		O utcrop (2A)	0.07	13.76	1.00
TR101_SLD\w_TR00101_11.1900-43.4900_6.txt		O utcrop (2A)	0.07	7.04	1.00
TR101_SLD\w_TR00101_11.1900-43.4900_7.txt		O utcrop (2A)	0.07	5.97	1.00

ALLEGATO 3

REPORT ANALISI RSL (SLV, TR = 949 anni)

Analisi di risposta sismica locale diga esistente in loc. Cepparello

I. General Settings

A. Project

Title: Analisi di risposta sismica locale diga esistente in loc. Cepparello

Notes: Comune di Barberino - Tavarnelle (FI) e Poggibonsi (SI)

SLV - TR 949 anni

File prefix: SLV_

Units System: Metric

B. Type of Analysis

Analysis Method: Equivalent Linear (EQL)

Approach: Time Series

Properties Varied: False

C. Layer Discretization

Maximum frequency: 20 Hz

Wavelength fraction: 0.2

D. Equivalent Linear Parameters

Effective strain ratio: 0.59 Hz

Error tolerance: 2

Maximum number of iterations: 10

II. Soil Types

A. Substrato alterato

B. Bedrock

A. Substrato alterato

Name: Substrato alterato

Notes: Banca dati VEL - Regione Toscana

Unit Weight: 25 kN/m³

Initial Damping: 5

Varied: True

Shear Modulus Reduction Damping Ratio

Type: Shear Modulus Reduction

Type: Damping Ratio

Name: Formazione Sillano alt

Name: Formazione Sillano alt

Strain (%)	G/Gmax
1.00e-6	1.000
3.00e-6	1.000
1.00e-5	1.000
3.00e-5	1.000
1.00e-4	0.999
3.00e-4	0.997
1.00e-3	0.988
3.00e-3	0.960
1.00e-2	0.861
3.00e-2	0.642
1.00e-1	0.316
3.00e-1	0.118
1.00e+0	0.033

Strain (%)	Damping (%)
1.00e-6	4.359
3.00e-6	4.359
1.00e-5	4.359
3.00e-5	4.360
1.00e-4	4.365
3.00e-4	4.381
1.00e-3	4.446
3.00e-3	4.660
1.00e-2	5.505
3.00e-2	7.953
1.00e-1	13.773
3.00e-1	19.215
1.00e+0	22.158

B. Bedrock

Unit weight: 27 kN/m³

Damping: 1

III. Soil Layers

Depth (m)	Thickness (m)	Soil Type	Average Vs (m/s)
0	7	Substrato alterato	773

7	---	Bedrock	1114
---	-----	-------------------------	------

IV. Motion(s)

Input Location: Bedrock

Name	Description	Type	PGA (g)	PGV (cm/s)	Scale Factor
TR949_SLV\w_TR00949_11.1900-43.4900_1.txt		O utcrop (2A)	0.15	4.51	1.00
TR949_SLV\w_TR00949_11.1900-43.4900_2.txt		O utcrop (2A)	0.12	9.97	1.00
TR949_SLV\w_TR00949_11.1900-43.4900_3.txt		O utcrop (2A)	0.14	18.59	1.00
TR949_SLV\w_TR00949_11.1900-43.4900_4.txt		O utcrop (2A)	0.15	12.23	1.00
TR949_SLV\w_TR00949_11.1900-43.4900_5.txt		O utcrop (2A)	0.19	8.17	1.00
TR949_SLV\w_TR00949_11.1900-43.4900_6.txt		O utcrop (2A)	0.13	13.82	1.00
TR949_SLV\w_TR00949_11.1900-43.4900_7.txt		O utcrop (2A)	0.39	23.05	1.00

ALLEGATO 4

REPORT ANALISI RSL (SLC, TR = 1950 anni)

Analisi di risposta sismica locale diga esistente in loc. Cepparello

I. General Settings

A. Project

Title: Analisi di risposta sismica locale diga esistente in loc. Cepparello

Notes: Comune di Barberino - Tavarnelle (FI) e Poggibonsi (SI)

SLC - TR 1950 anni

File prefix: SLC_

Units System: Metric

B. Type of Analysis

Analysis Method: Equivalent Linear (EQL)

Approach: Time Series

Properties Varied: False

C. Layer Discretization

Maximum frequency: 20 Hz

Wavelength fraction: 0.2

D. Equivalent Linear Parameters

Effective strain ratio: 0.59 Hz

Error tolerance: 2

Maximum number of iterations: 10

II. Soil Types

A. Substrato alterato

B. Bedrock

A. Substrato alterato

Name: Substrato alterato

Notes: Banca dati VEL - Regione Toscana

Unit Weight: 25 kN/m³

Initial Damping: 5

Varied: True

Shear Modulus Reduction Damping Ratio

Type: Shear Modulus Reduction

Type: Damping Ratio

Name: Formazione Sillano alt

Name: Formazione Sillano alt

Strain (%)	G/Gmax
1.00e-6	1.000
3.00e-6	1.000
1.00e-5	1.000
3.00e-5	1.000
1.00e-4	0.999
3.00e-4	0.997
1.00e-3	0.988
3.00e-3	0.960
1.00e-2	0.861
3.00e-2	0.642
1.00e-1	0.316
3.00e-1	0.118
1.00e+0	0.033

Strain (%)	Damping (%)
1.00e-6	4.359
3.00e-6	4.359
1.00e-5	4.359
3.00e-5	4.360
1.00e-4	4.365
3.00e-4	4.381
1.00e-3	4.446
3.00e-3	4.660
1.00e-2	5.505
3.00e-2	7.953
1.00e-1	13.773
3.00e-1	19.215
1.00e+0	22.158

B. Bedrock

Unit weight: 27 kN/m³

Damping: 1

III. Soil Layers

Depth (m)	Thickness (m)	Soil Type	Average Vs (m/s)
0	7	Substrato alterato	773

7	---	Bedrock	1114
---	-----	-------------------------	------

IV. Motion(s)

Input Location: Bedrock

Name	Description	Type	PGA (g)	PGV (cm/s)	Scale Factor
TR1950_SLC\w_TR01950_11.1900-43.4900_1.txt		Outcrop (2A)	0.15	12.29	1.00
TR1950_SLC\w_TR01950_11.1900-43.4900_2.txt		Outcrop (2A)	0.24	22.00	1.00
TR1950_SLC\w_TR01950_11.1900-43.4900_3.txt		Outcrop (2A)	0.18	23.84	1.00
TR1950_SLC\w_TR01950_11.1900-43.4900_4.txt		Outcrop (2A)	0.21	25.26	1.00
TR1950_SLC\w_TR01950_11.1900-43.4900_5.txt		Outcrop (2A)	0.17	17.04	1.00
TR1950_SLC\w_TR01950_11.1900-43.4900_6.txt		Outcrop (2A)	0.42	18.72	1.00
TR1950_SLC\w_TR01950_11.1900-43.4900_7.txt		Outcrop (2A)	0.21	9.88	1.00

ALLEGATO 5

**TABELLA SPETTRI DI RISPOSTA MEDI IN "g":
 SLO, SLD, SLV e SLC**

Periodo (s)	Spettro medio SLO	Spettro medio SLD	Spettro medio SLV	Spettro medio SLC
0.01	0.062386687	0.077974172	0.189714716	0.243948357
0.01103674	0.06245029	0.078089582	0.189926609	0.244368965
0.01218096	0.062527444	0.078256699	0.190139088	0.244646296
0.01344381	0.06262317	0.078480376	0.190440303	0.245940916
0.01483758	0.062739617	0.078791147	0.190860141	0.2468381
0.01637585	0.062873298	0.079303663	0.191236675	0.24818334
0.0180736	0.063079045	0.079772723	0.191782066	0.249402391
0.01994737	0.063384926	0.08052302	0.192871596	0.251111172
0.02201539	0.063591161	0.081418887	0.194122353	0.254429562
0.02429781	0.06394102	0.082494478	0.196898567	0.258614361
0.02681686	0.064543159	0.084856609	0.196848512	0.26478007
0.02959707	0.065501237	0.088603808	0.200324343	0.268631843
0.03266552	0.066946354	0.091207038	0.201034665	0.291851805
0.03605208	0.069872756	0.093367794	0.224492311	0.321957524
0.03978974	0.076224655	0.097918281	0.232006515	0.33334416
0.0439149	0.080946029	0.115441644	0.265382845	0.341315041
0.04846773	0.091088684	0.121558475	0.282717856	0.360518572
0.05349257	0.093015644	0.137255862	0.272207326	0.419278235
0.05903836	0.097424165	0.130945537	0.287650786	0.523759564
0.0651591	0.103545322	0.13773522	0.3009669	0.61109343
0.0719144	0.104979845	0.164234455	0.339599057	0.687813349
0.07937005	0.104858675	0.176429177	0.390619339	0.645504064
0.08759866	0.122301981	0.148765188	0.381361774	0.675308374
0.09668036	0.129028409	0.170497095	0.41849101	0.630898764
0.10670359	0.114822086	0.186140829	0.45716688	0.623756701
0.11776598	0.110236953	0.177186379	0.39347073	0.567509788
0.12997524	0.128170814	0.183851087	0.419240458	0.511339403
0.14345029	0.138593731	0.175243345	0.430829084	0.503775617
0.15832235	0.146052688	0.168308977	0.458373373	0.531503895
0.17473625	0.168732535	0.173582979	0.406599692	0.518765943
0.19285185	0.168128547	0.173214048	0.406075144	0.512394379
0.21284556	0.175931601	0.196571993	0.404250101	0.493281336
0.23491211	0.154359231	0.201061383	0.448843383	0.555673388
0.25926637	0.142695599	0.207760501	0.444747598	0.492882145
0.28614554	0.12799445	0.175701847	0.367899399	0.460565512
0.31581138	0.110817296	0.175886304	0.360006947	0.454640944
0.3485528	0.105097543	0.135047322	0.332164848	0.433635508
0.38468865	0.096396874	0.115805789	0.332881992	0.45867642

0.42457084	0.085838152	0.108209084	0.299018654	0.371458478
0.46858778	0.080337097	0.103924777	0.266247227	0.336735703
0.51716812	0.068183936	0.092870237	0.268691127	0.292038324
0.57078499	0.061956169	0.084216286	0.236819025	0.276617415
0.62996052	0.058059416	0.077073317	0.212563429	0.244340981
0.69527102	0.050359303	0.071314495	0.180251696	0.211266547
0.76735252	0.043818494	0.060592159	0.158889987	0.17119743
0.84690699	0.04157805	0.054450328	0.151754488	0.168419592
0.93470919	0.034570712	0.052183555	0.13241889	0.166924244
1.03161418	0.032744849	0.046484477	0.119194855	0.159094054
1.13856571	0.028810688	0.041727238	0.107763915	0.129239257
1.25660531	0.025957759	0.035845927	0.089943129	0.120796225
1.38688256	0.025091474	0.03200381	0.078011287	0.110232398
1.53066616	0.02207144	0.030284433	0.071441519	0.092134943
1.68935637	0.020700664	0.030931596	0.064744304	0.080548422
1.86449862	0.020053693	0.028235157	0.056424726	0.071586568
2.05779857	0.0178241	0.027647901	0.047755962	0.062000763
2.27113868	0.015264572	0.025005677	0.036971102	0.052794742
2.50659661	0.013328057	0.019512553	0.032724336	0.044196583
2.76646539	0.011014909	0.016485229	0.030026438	0.038391944
3.0532758	0.009083432	0.012494515	0.023939191	0.033294825
3.36982098	0.0085528	0.01248383	0.023695041	0.028323484
3.71918364	0.006556118	0.012067969	0.023996498	0.027117678
4.10476612	0.006754231	0.009610176	0.021055174	0.02214376
4.53032345	0.003917759	0.007328232	0.01743396	0.018875136
5	0.002776027	0.005709396	0.015565001	0.019328045