



COMUNE DI SCANDICCI

RIORGANIZZAZIONE DELLA VIABILITA' PUBBLICA TRA VIA VITTORIO MASIANI E VIA DEL CHESE IN COMUNE DI SCANDICCI

OPERE DI URBANIZZAZIONE RELATIVE ALLA RIQUALIFICAZIONE DEL COMPARTO RQ08e SAN COLOMBANO/VIA DEL CHESE

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

PROGETTO: L1001	E - GEOLOGIA E GEOTECNICA
ELABORATO: E.02	RELAZIONE SISMICA
SCALA: ---	

PROPONENTE:

ITALSCAVI SRL
Via del Chese
50018 Loc. Badia a Settimo, Scandicci (FI)
055 7221670



PROGETTISTA:

Ing. Tiziano Staiano



Via Aretina 167/B - 50136 Firenze
Tel 055 6587050 - P. IVA 05142000487
e-mail: info@studiohydrogeo.it - pec: info@pec.hydrogeoingegneria.com



IMPIANTI ELETTRICI:

Per. Ird. Gabriele Giuliani



Via Aretina 167/B - 50136 Firenze
Tel 055 6120270 - P.IVA 05374670486
e-mail: info@studiopasqualesi.it - pec: studiopasqualesi@pec.it

ASPETTI ARCHEOLOGICI:

Dott. Lorenzo Marasco

Archedogo I Fascia
Elenco Nazionale Operatori dei Beni Culturali n. 5605
Abilitato indagini Archeologia Preventiva
Via di San Benedetto 23 - 53100 Siena
Tel 331 6458378 - P.IVA 0128620527
e-mail: brenzo.marasco@gmail.com

GEOLOGIA E GEOTECNICA:

Dott. Roberto Checucci

STUDIO IN GEOLOGIA



Via Francesco Berni 13
50124 Firenze
Tel. 328 1340927
e-mail: rterob59@gmail.com

REV.	DATA EMISSIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	Giugno 2025	R. Checucci	R. Checucci	R. Checucci

INDICE

1.	PREMESSA	2
1.1	MAPPA INTERATTIVA DI PERICOLOSITA' SISMICA	2
2.	MICROZONAZIONE SISMICA	3
3.	PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	5
3,1	SISMOSTRATIGRAFIA DI SITO	6
3.2	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	7
3.3	CONDIZIONI TOPOGRAFICHE	7
4.	VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA	8
4.1	COEFFICIENTI SISMICI	8
4.2	PARAMETRI SISMICI DI SITO	8
5	LIQUEFAZIONE	12

Indice delle figure (Appendice I)

- 1 – Carta geologico-tecnica
- 2 – Carta delle frequenze fondamentali
- 3 – Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica MOPS

1. PREMESSA

Il presente lavoro costituisce la relazione sismica a supporto del progetto di opere di urbanizzazione relative alla riqualificazione del Comparto RQ08e San Colombano Via del Chese (Comune di Scandicci – FI)

All'interno di tale documento verrà pertanto ricostruito il modello sismico di sito e verranno forniti tutti i parametri necessari alla progettazione sismica-strutturale e alle contestuali verifiche geotecniche dell'insieme "terreno – struttura di fondazione".

1.1 MAPPA INTERATTIVA DI PERICOLOSITÀ SISMICA

Come già ampiamente esposto all'interno della Relazione Geologica, dalla nuova classificazione "ZS9", che ha suddiviso il territorio nazionale in varie zone sismogenetiche, deriva una *mappa interattiva di pericolosità sismica*, che consente di visualizzare mappe del territorio nazionale al cui interno la pericolosità sismica è espressa su una griglia regolare con passo di 0.05°.

In particolare, tale pericolosità viene espressa in a_{max} con probabilità di superamento del 10% in 50 anni. Per l'area in esame, in particolare, la mappa fornisce una serie di dati contenuti nel report allegato in Appendice II, così riassumibili:

- **curva di pericolosità sismica di sito**, che esprime l'insieme dei valori di scuotimento (in questo caso per la PGA) per diverse frequenze annuali di eccedenza (valore inverso del periodo di ritorno)
- **spettri a pericolosità uniforme di sito**, per una fissata probabilità di eccedenza, indicano i valori di scuotimento calcolati per 11 periodi spettrali, compresi tra 0 e 2 secondi. La PGA corrisponde al periodo pari a 0 secondi
- **grafico di disaggregazione di sito**. La disaggregazione della pericolosità sismica consente di valutare i contributi il contributo percentuale delle possibili coppie di valori di magnitudo-distanza epicentrale alla pericolosità del nodo. La forma più comune di disaggregazione è quella bidimensionale in magnitudo e distanza ($M-R$), che permette di definire il contributo di sorgenti sismogenetiche a distanza R capaci di generare terremoti di magnitudo M .

Espresso in altri termini, il processo di disaggregazione in $M-R$ fornisce il terremoto che domina lo scenario di pericolosità ("*terremoto di scenario*") inteso come l'evento di magnitudo M a distanza R dal sito oggetto di studio che contribuisce maggiormente alla pericolosità sismica del sito stesso.

L'analisi di disaggregazione è molto importante nell'ambito di uno studio dettagliato della pericolosità sismica di un sito dal momento che, nell'ambito di studi di microzonazione, analisi di liquefazione, analisi di risposta sismica locale, studi di stabilità dei versanti necessitano la conoscenza dei parametri del terremoto di scenario. Applicando questo metodo al nodo più prossimo all'area in esame, si ottengono i risultati seguenti (il report completo redatto dall'I.N.G.V. è allegato in Appendice II).

Valori Medi: magnitudo = 4.86 ; distanza = 12.0 ; epsilon = 1.05

2. MICROZONAZIONE SISMICA

La microzonazione sismica consiste nella valutazione della pericolosità sismica locale attraverso l'individuazione di zone del territorio caratterizzate da comportamento sismico omogeneo. Nello specifico, secondo ICMS (2018) le microzone vengono individuate e caratterizzate secondo tre categorie:

- **zone stabili:** zone dove non si ipotizzano effetti locali di rilievo;
- **zone stabili suscettibili di amplificazioni locali:** zone dove sono attese amplificazioni del moto sismico dovute alla litostratigrafia e alla morfologia locale;
- **zone suscettibili di instabilità:** zone dove gli effetti sismici attesi e predominanti sono riconducibili a deformazioni permanenti del Territorio.

Le tipologie di instabilità individuate sono: instabilità di versante, liquefazione, faglie attive e capaci e cedimenti differenziali. Sono stati determinati tre livelli di approfondimento per gli studi di microzonazione sismica, con complessità ed impegno crescenti:

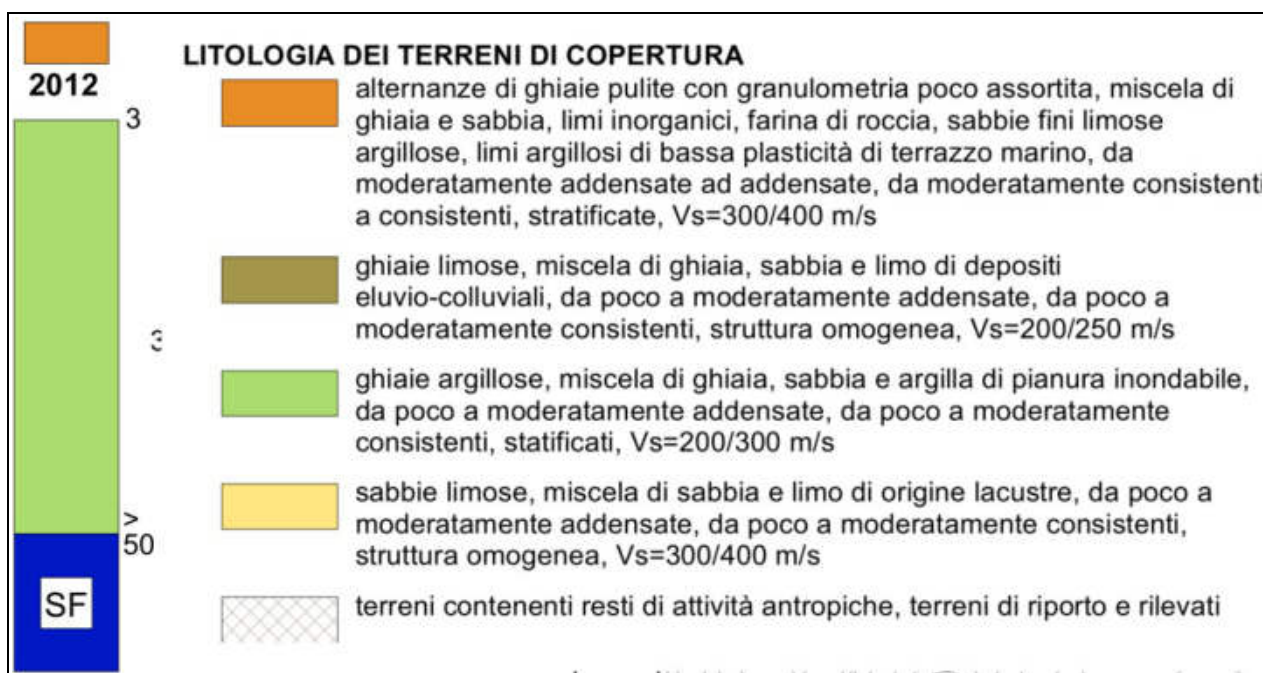
- **Livello 1:** consiste nella raccolta e nell'elaborazione di dati preesistenti allo scopo di suddividere il territorio in microzone con comportamento sismico qualitativamente omogeneo. Tale Livello di analisi risulta propedeutico per i successivi livelli di approfondimento; solo in alcuni casi particolari può essere considerato esaustivo. Il risultato del Livello 1 è la *Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica*.
- **Livello 2:** in questo livello vengono condotti degli approfondimenti conoscitivi per le incertezze individuate nel Livello 1 e viene associato alle microzone omogenee l'elemento quantitativo, espresso come fattore di amplificazione F_a , con metodi semplificati (abachi e leggi empiriche). Il risultato di questo Livello è la *Carta di microzonazione sismica*.
- **Livello 3:** rappresenta il livello di maggiore approfondimento che viene realizzato nelle zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, nei casi di situazioni geologiche e geotecniche complesse, non risolvibili con l'uso degli abachi, o qualora l'estensione della zona in studio renda conveniente un'analisi globale di dettaglio o per opere di particolare importanza, oppure nelle zone suscettibili di instabilità particolarmente gravose per complessità del fenomeno e/o diffusione areale, non risolvibili con l'uso di metodologie speditive. I risultati sono di tipo quantitativo quali gli spettri di risposta, per le amplificazioni; gli spostamenti, i cedimenti, l'indice di liquefazione, per le instabilità. La realizzazione di uno studio di microzonazione sismica di terzo livello prevede l'esecuzione di specifiche analisi per la quantificazione degli effetti collegati all'evento sismico che (esecuzione di analisi di risposta sismica locale). Il prodotto di questo Livello è la *Carta di microzonazione sismica con approfondimenti su tematiche o aree particolari*.

Per quanto riguarda il Comune di Scandicci, nell'ambito degli studi a supporto della Variante al Piano Strutturale 2019, è stato eseguito anche uno studio di microzonazione sismica di livello 1. L'elaborazione dei dati geognostici e dei dati sismici ha portato alla redazione delle seguenti cartografie tematiche.

1. **“Carta Geologico-Tecnica”** (Fig.1) - Sulla base della revisione delle cartografie geologiche e geomorfologiche unitamente all'elaborazione dei dati litologici, stratigrafici, litotecnici e sismici acquisiti, è stata elaborata e redatta la Carta geologico-tecnica quale carta di sintesi ed elaborato propedeutico alla stesura della carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (M.O.P.S.).
In particolare, l'area in oggetto rientra all'interno dell'affioramento dei terreni di copertura, nello specifico dell'unità denominata **GMec** (**“ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo di depositi eluvio-**

colluviali, da poco a moderatamente addensate, da poco a moderatamente consistenti, struttura omogenea”)

2. **“Carta delle frequenze fondamentali dei depositi”** (Fig.2) - La carta è stata redatta sulla base delle risultanze della modellazione 1D condotta sulle verticali dei sondaggi disponibili e del modello geologico 3D del sottosuolo: scopo dell'indagine è quello di individuare qualitativamente zone caratterizzate o meno da fenomeni di risonanza significativi e quelle caratterizzate da alti contrasti di impedenza. Sulla base delle indagini a disposizione, si ricava che nell'area in oggetto e nelle sue immediate viene indicata una frequenza fondamentale pari a 2,03 Hz.
3. **“Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica - MOPS”** (Fig.3), redatta con lo scopo di individuare le microzone ove, sulla base delle osservazioni geologiche e geomorfologiche e dell'elaborazione dei dati geognostici e geofisici, è prevedibile l'occorrenza di diverse tipologie di effetti prodotti dall'azione sismica. L'area in esame – in particolare – ricade all'interno delle **“Zone stabili suscettibili di amplificazione locale”**, e in particolare nella **sottozona 2012**, caratterizzata da una profondità del substrato lapideo a profondità superiori ai 50 metri (vedi colonna stratigrafica riportata sotto).



3. PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

Con l'entrata in vigore del D.M. 14.01.2008 e del successivo D.M. 17.01.2018, la stima della pericolosità sismica è definita mediante un approccio “**sito-dipendente**” e non più tramite un criterio “**zona-dipendente**”. Ciò comporta non trascurabili differenze nel calcolo dell'accelerazione sismica di base rispetto alle precedenti normative. Pertanto la stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto viene effettuata calcolandoli direttamente per il sito in esame, utilizzando - come riferimento generale - le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento (vedi la Tab.1 nell'All.B delle NTC). I caratteri del moto sismico sul sito in oggetto vengono descritti dalle seguenti grandezze:

- **parametri statici: intensità sismica I** , che classifica gli effetti di un terremoto, **Magnitudo M** , che stima l'energia liberata dal terremoto alla sorgente, **accelerazione orizzontale di picco al suolo a_g (P.G.A)**
- **parametri dinamici: fattore di amplificazione (S,F_0)** , che indicano l'aumento di accelerazione orizzontale delle azioni sismiche, **periodo T_c** di inizio del tratto a velocità costante dello spettro, **periodo dello spettro di risposta**, indicante i periodi di oscillazione massima del suolo.

Il passaggio da pericolosità sismica di base a pericolosità sismica locale può essere definito determinando con esattezza gli effetti locali di sito, in quanto le condizioni del sito in esame generalmente non corrispondono mai a quelle del sito di riferimento rigido.

Il passaggio da pericolosità sismica di base a pericolosità sismica locale può essere definito determinando con esattezza come cambiano le caratteristiche di scuotimento del sisma e quali effetti provocano in funzioni delle condizioni geologiche locali. Sotto il profilo geotecnico, gli scenari che possono aversi durante un sisma di prefissate caratteristiche, legati alle condizioni dei siti e dei terreni di fondazione, possono essere suddivisi in due grandi categorie.

1. La prima categoria comprende le aree in cui possono aversi fenomeni indotti di instabilità dei terreni (**aree instabili**). E' il caso dei terreni liquefacibili, dei pendii franosi, dei depositi argillosi soffici, dove, sotto l'azione del terremoto, possono aversi collassi del terreno o cedimenti incompatibili con la stabilità delle strutture. Nel linguaggio sismico tali effetti sono denominati **effetti locali** (“**effetti indotti**”).



2. La seconda categoria comprende il caso di terreni di buona consistenza (**aree stabili**) ma in cui per effetto di particolari condizioni geomorfologiche e geotecniche, le caratteristiche vibratorie del moto sismico alla superficie di un deposito sono diverse rispetto a quelle del moto della base rocciosa, di cui amplificano alcune componenti e ne attenuano altre. Nel linguaggio sismico tali effetti sono denominati **effetti di sito**.

La definizione delle condizioni locali dell'ambito territoriale di interesse è fondamentale anche per determinare le prove di laboratorio atte a caratterizzare il comportamento dinamico dei terreni in condizioni di sisma. Infatti, mentre nelle aree stabili è in generale sufficiente limitarsi a definire il comportamento

dinamico del terreno nel campo delle basse e medie deformazioni, nelle aree potenzialmente instabili scenario di possibili effetti locali indotti è necessario caratterizzare il terreno anche nel campo delle deformazioni medio-alte.

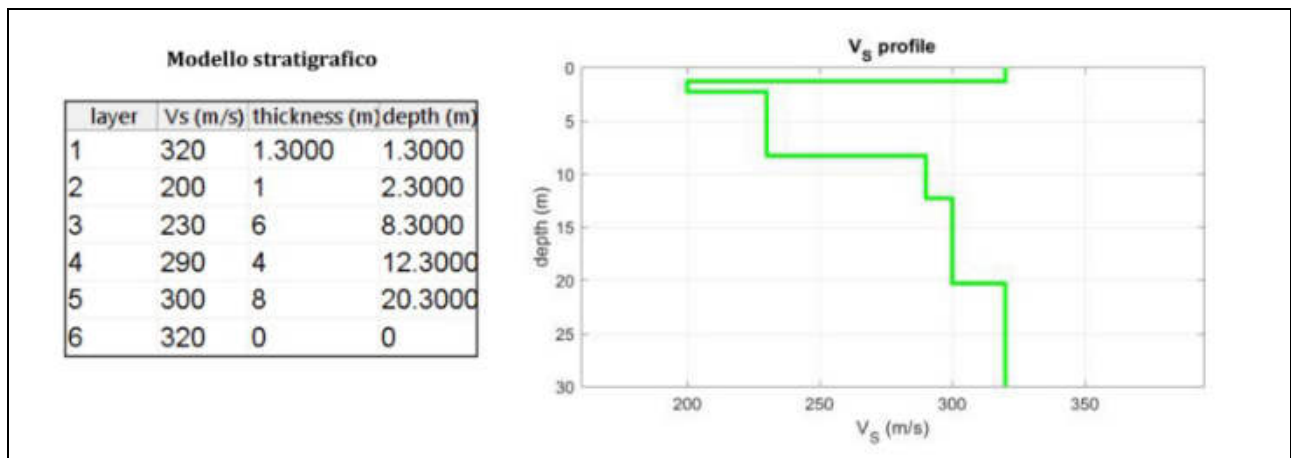
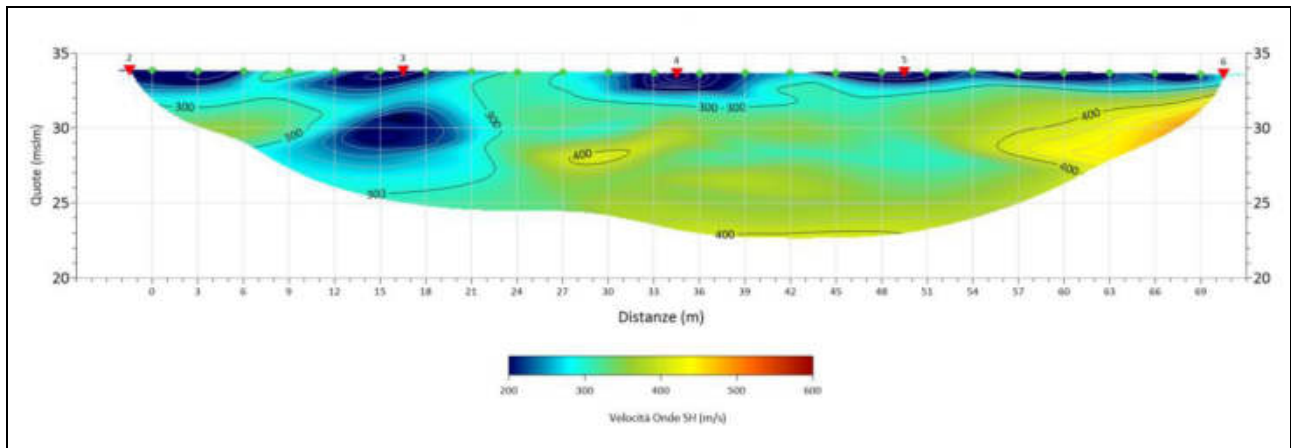
Gli effetti di amplificazione del moto sismico sono caratterizzati, nei casi più semplici, da una frequenza caratteristica di vibrazione del terreno (**frequenza di risonanza f_0**), che dipende dallo spessore dei sedimenti superficiali e dalla velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio: conoscere la frequenza caratteristica dei terreni è di estrema importanza, poiché si potrebbero verificare fenomeni di risonanza per l'interazione tra il terreno e le strutture.

3.1 SISMOSTRATIGRAFIA DI SITO

In prima istanza preme ricordare che il profilo sismostratigrafico generalmente non corrisponde alla stratigrafia ricavata dalle prove geognostiche: questo costituisce il modello che descrive la variazione verticale dal piano campagna della velocità delle onde elastiche (P, S, oppure entrambe) dovuta alla presenza di depositi e/o rocce con caratteristiche differenti.

I parametri del modello prevedono, generalmente, il numero dei sismostrati, lo spessore e la velocità caratteristica: pertanto ogni singolo livello stratigrafico può contenere più sismostrati e viceversa.

Nel nostro caso, dalla stesa sismica a rifrazione a disposizione è possibile estrarre una tomografia ed i risultati dell'indagine MASW che dà un'idea della situazione del sito:



3.2 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Come recita il punto 3.2.2 delle *NTC 2018*, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi. 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. Nel nostro caso, dal report della ditta esecutrice si ricava un valore medio del parametro Vs eq medio, calcolato da piano campagna, di **280 m/s**.

Tale valore risulta compatibile con la **categoria di sottosuolo C** secondo le *NTC 2018* - Tabella 3.2.II (*“Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s”*).

3.3 CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico T riportati nella Tab.3.2.III delle *NTC 2018*.

Nel nostro caso, in considerazione della situazione topografica e morfologica dell'area in oggetto (completamente pianeggiante), è possibile attribuire una **categoria T1** (*“pendii e rilievi isolati con inclinazione media inferiore o uguale a 15°”*).

4. VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

4.1 COEFFICIENTI SISMICI

L'azione sismica, secondo l'impostazione delle NTC 2018 è caratterizzata da tre componenti traslazionali, due orizzontali contrassegnate da X e Y ed una verticale contrassegnata da Z, da considerare tra loro indipendenti.

Le due componenti ortogonali indipendenti che descrivono il moto orizzontale sono caratterizzate dallo stesso spettro di risposta o dalle due componenti accelerometriche orizzontali del moto sismico.

Di seguito si forniscono i valori dei vari coefficienti necessari a determinare lo spettro di risposta elastico caratteristico dell'azione sismica del sito.

Categoria di sottosuolo	AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA		
C	<i>Fattore S_s</i>	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 * F_o * (ag/g) \leq 1,50$	
	<i>Fattore C_c</i>	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$	
Categoria di sottosuolo	AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA		
C	<i>Fattore S_T</i>	1,0	
Categoria di sottosuolo			
C	<i>Periodi di vibrazione (s)</i>	<i>Coefficiente T_E</i>	6,0
		<i>Coefficiente T_F</i>	10,0
Categoria di sottosuolo	SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO IN ACCELERAZIONE DELLA COMPONENTE VERTICALE		
C	<i>Fattore S_s</i>	1,00 s	
	<i>Fattore T_B</i>	0,05 s	
	<i>Fattore T_C</i>	0,15 s	
	<i>Fattore T_D</i>	1,00 s	

4.2 PARAMETRI SISMICI DI SITO

Con i dati disponibili, è possibile fornire tutti i parametri necessari a definire gli spettri sismici di progetto relativi a ciascun Stato Limite, come esplicitato nella seguente relazione di sintesi.

Vita nominale (V _n):	50 [anni]
Classe d'uso:	II
Coefficiente d'uso (C _u):	1
Periodo di riferimento (V _r):	50 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLO:	30 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLD:	50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLV: 475 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLC: 975 [anni]

Tipo di interpolazione: Superficie rigata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 43,7791138 [°]
Longitudine (WGS84): 11,1298790 [°]
Latitudine (ED50): 43,7800713 [°]
Longitudine (ED50): 11,1308651 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]
1	20056	43,759850	11,067420
2	20057	43,761250	11,136570
3	19835	43,811240	11,134640
4	19834	43,809830	11,065400

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto 1

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,044	2,571	0,249
SLD	50	0,053	2,598	0,261
	72	0,060	2,631	0,272
	101	0,067	2,614	0,279
	140	0,075	2,626	0,284
	201	0,087	2,551	0,291
SLV	475	0,125	2,388	0,295
SLC	975	0,159	2,386	0,298
	2475	0,211	2,405	0,311

Punto 2

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,045	2,568	0,251
SLD	50	0,054	2,599	0,263
	72	0,060	2,633	0,274
	101	0,068	2,613	0,280
	140	0,076	2,625	0,285
	201	0,088	2,546	0,291
SLV	475	0,126	2,386	0,297
SLC	975	0,160	2,385	0,305
	2475	0,212	2,408	0,312

Punto 3

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,046	2,549	0,251
SLD	50	0,056	2,586	0,265
	72	0,063	2,599	0,274
	101	0,071	2,590	0,280
	140	0,079	2,609	0,286
	201	0,093	2,500	0,293
SLV	475	0,131	2,394	0,299
SLC	975	0,166	2,383	0,309
	2475	0,219	2,416	0,317

Punto 4

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,046	2,552	0,250
SLD	50	0,055	2,587	0,263
	72	0,062	2,608	0,273
	101	0,070	2,595	0,279
	140	0,078	2,611	0,284
	201	0,092	2,510	0,291
SLV	475	0,130	2,392	0,297
SLC	975	0,164	2,382	0,307
	2475	0,217	2,412	0,315

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,045	2,561	0,251
SLD	50	0,054	2,594	0,263
SLV	475	0,128	2,389	0,298
SLC	975	0,162	2,384	0,306

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ :

5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$:

1,000

Categoria sottosuolo: C

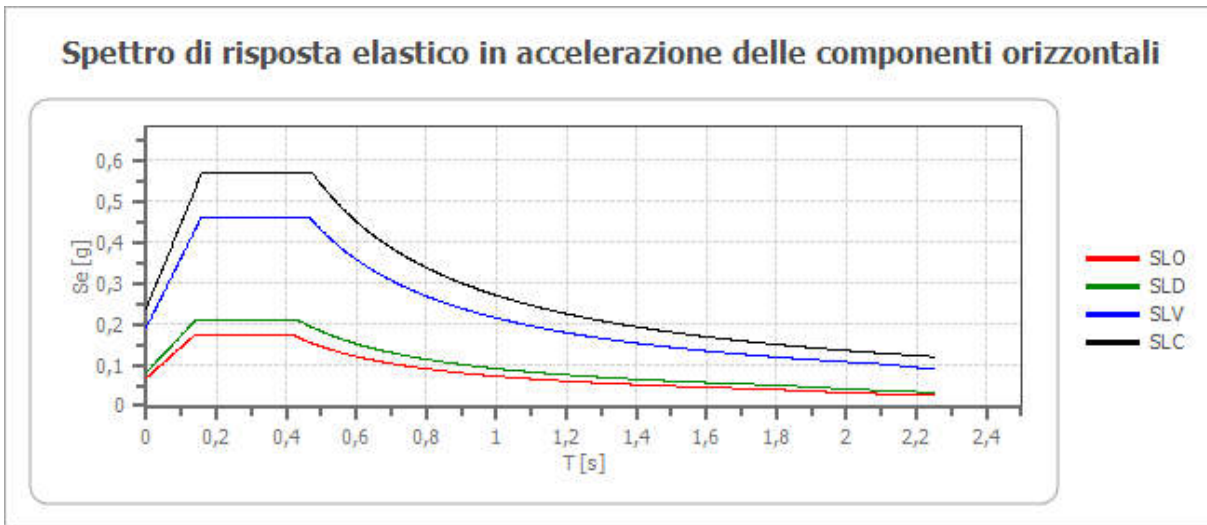
Categoria topografica:

T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Fronti di scavo e rilevati

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	--	0,038	0,073	--
kv	--	0,019	0,036	--
amax [m/s ²]	0,665	0,800	1,884	2,341
Beta	--	0,470	0,380	--

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,0	0,045	2,561	0,251	1,500	1,660	1,000	1,500	1,000	0,139	0,417	1,781	0,068	0,174
SLD	1,0	0,054	2,594	0,263	1,500	1,630	1,000	1,500	1,000	0,143	0,429	1,818	0,082	0,212
SLV	1,0	0,128	2,389	0,298	1,500	1,570	1,000	1,500	1,000	0,156	0,467	2,112	0,192	0,459
SLC	1,0	0,162	2,384	0,306	1,470	1,550	1,000	1,470	1,000	0,158	0,474	2,250	0,239	0,569

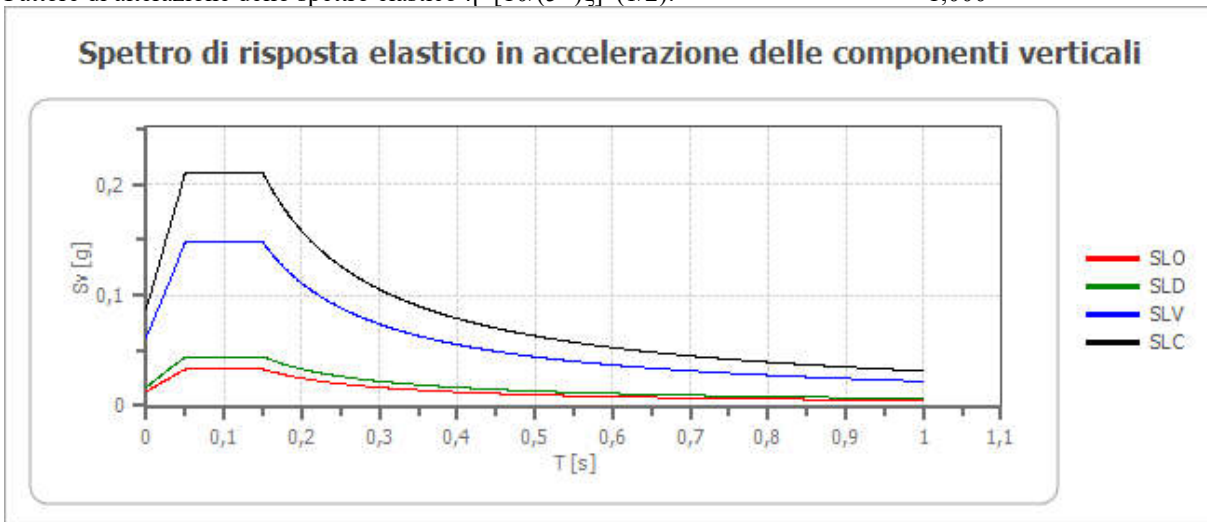
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ:

5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$:

1,000



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,0	0,045	2,561	0,251	1	1,660	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,013	0,033
SLD	1,0	0,054	2,594	0,263	1	1,630	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,017	0,044
SLV	1,0	0,128	2,389	0,298	1	1,570	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,062	0,148
SLC	1,0	0,162	2,384	0,306	1	1,550	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,088	0,211

5. LIQUEFAZIONE

Con questo termine si indica lo stato fisico in cui può venire a trovarsi un terreno granulare saturo sotto falda, poco o scarsamente addensato, quando la sua resistenza al taglio si riduce drasticamente per effetto dell'incremento e dell'accumulo delle pressioni interstiziali.

In senso più ampio il termine indica fenomeni fisici di varia natura (liquefazione ciclica, mobilità ciclica, fluidificazione) che danno luogo a differenti manifestazioni: l'applicazione di metodi di previsione opportuni consente di mitigare il rischio di liquefazione, con interventi diretti sui terreni e/o sulle opere di fondazione.

L'occorrenza della liquefazione in un sito è legata alla combinazione di fattori predisponenti - legati alle caratteristiche fisiche e meccaniche dei terreni, che ne definiscono quindi la "vulnerabilità" - e di fattori scatenanti - legati all'azione sismica - che ne caratterizzano la "pericolosità sismica".

Ai sensi del punto 7.11.3.4.1 delle NTC2018, *"il sito presso il quale è ubicato il manufatto deve essere stabile nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate. Se il terreno risulta suscettibile di liquefazione e gli effetti conseguenti appaiono tali da influire sulle condizioni di stabilità di pendii o manufatti, occorre procedere ad interventi di consolidamento del terreno e/o trasferire il carico a strati di terreno non suscettibili di liquefazione"*.

In questa sede – in linea del tutto generale - possiamo mettere in evidenza come il sottosuolo di Scandicci non risulti particolarmente propenso al verificarsi della liquefazione per i seguenti motivi:

- I terreni potenzialmente soggetti a liquefazione sono da identificare nella copertura alluvionale limoso-argillosa ed argilloso-limosa, che in generale non si trova in falda e quindi non è soggetta a liquefazione;
- i terreni in falda sono invece a prevalente componente ghiaioso-ciottolosa e quindi non rientrano nei tipi litologici granulometricamente suscettibili di liquefazione.

In considerazione di ciò e del modello idrogeologico ricostruito (presenza di falda acquifera unicamente all'interno dei sedimenti macroclastici), la verifica del potenziale di liquefazione viene omessa.

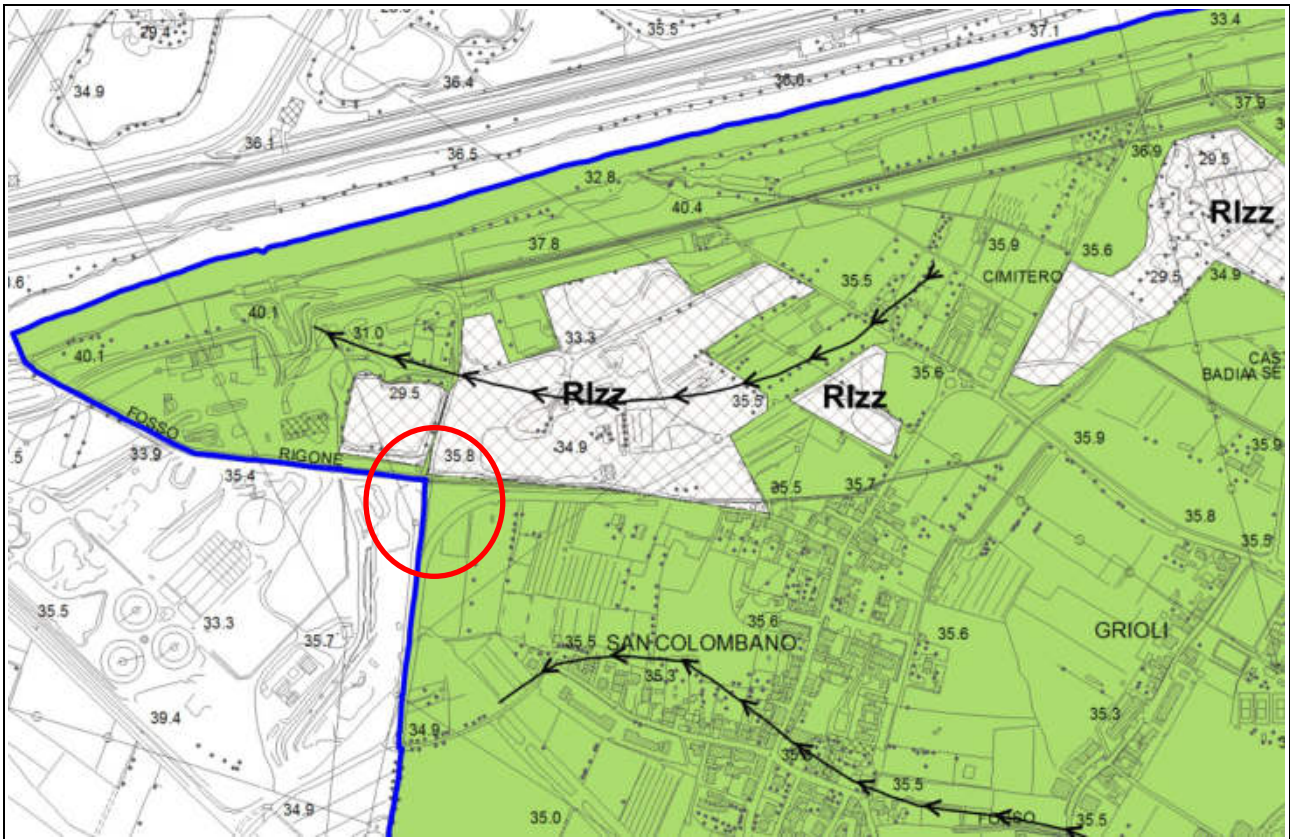
Firenze, giugno 2025

Dott. Geol. ROBERTO CHECCUCCI



APPENDICE I

ELABORATI GRAFICI RICHIAMATI NEL TESTO



**Tav. Fi 15 Studi e indagini di Microzonazione Sismica di livello 1
Tavola 3 - Carta geologico-technica (aggiornamento 2019)**

Aprile 2019

1:10.000

Progettista e responsabile unico del procedimento
Lorenzo Paoli

Garante della informazione
e della partecipazione
Cinzia Rebbori

Ufficio di Piano
Settore Genio ed Edilizia
Cinzia Rebbori
Palma Di Fidio
Fabrizio Fiesi
Simone Cini
Alessandro Chianelli
Chiara Narduzzi

Supporto tecnico
Linea Comune s.p.a.
Susanne Aringio
Tommaso Di Pietro
Fabrizio Miesi
Iaria Scatari

Collaboratori interattoriali:
Settore Servizi Tecnici e Lavori Pubblici
Piero Calabrese

Aspetti ambientali
Paolo Giambeni

Aspetti agronomici e socio-economici
Iaria Scatari

Aspetti paesaggistici
Lorenzo Paoli
Susanne Aringio

Aspetti geologici
Alberto Tomasi

Aspetti idraulici
West Systems S.r.l. - Divisione Physys

Aspetti archeologici
Michela De Silva
Gruppo Archeologico Scandicciense
Chiara Misani e Ada Sotgiu
Ulrich Wimmer
Direzione Scientifica Soprintendenza ASAP FI-PT-PO

Aspetti socio-economici
Laboratorio di economia dell'innovazione
dell'Università di Firenze

Sindaco
Sandro Fallari

Vice Sindaco / Assessore all'Urbanistica
Andrea Giorgi

Portavoce del Sindaco
Responsabile Ufficio Informazione
Claudia Senari

Ufficio Stampa
Matteo Gucci

PS

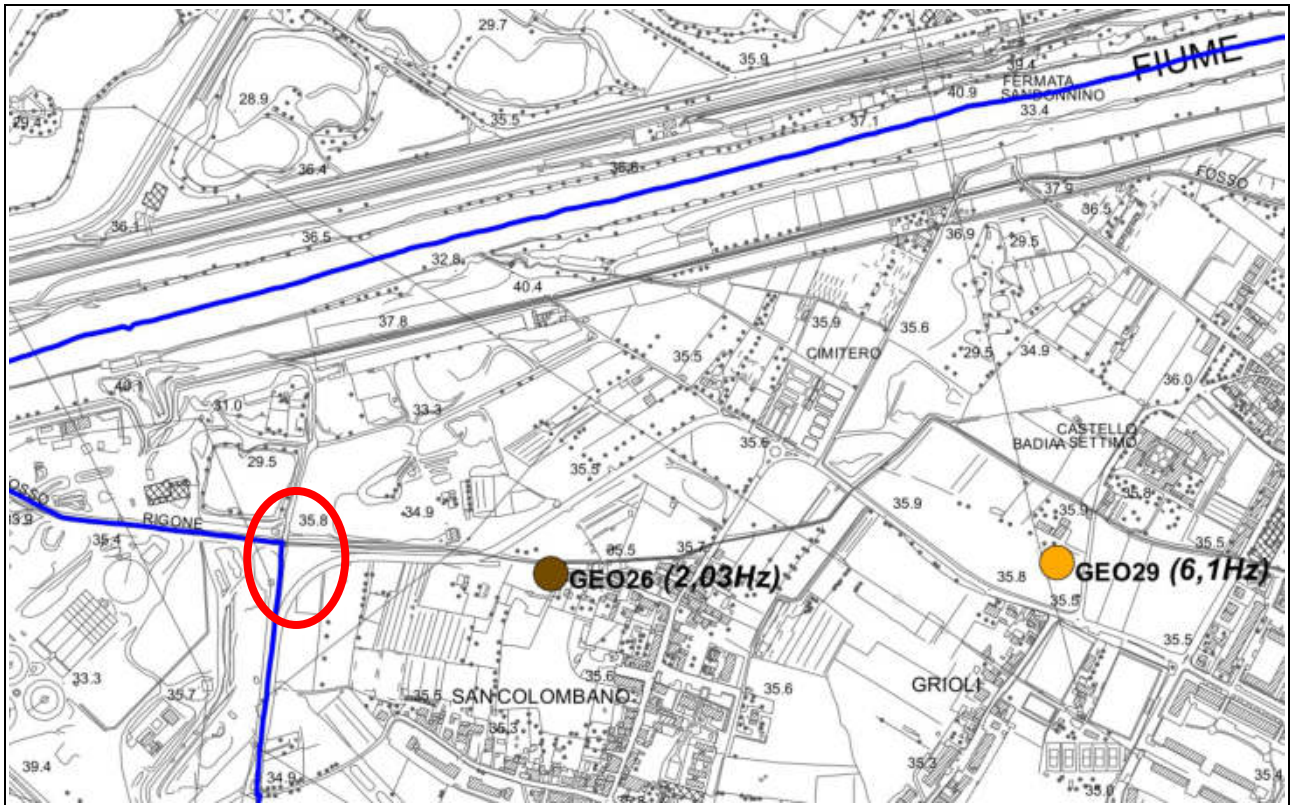
TERRENI DI COPERTURA

- GMfd** ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo di detrito di versante, da poco a moderatamente addensate, da poco a moderatamente consistenti, struttura omogenea
- GMec** ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo di depositi eluvio-colluviali, da poco a moderatamente addensate, da poco a moderatamente consistenti, struttura omogenea
- GMtm** ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo di terrazzo marino, da moderatamente addensate ad addensate, da moderatamente consistenti a consistenti, stratificati
- GPTm** ghiaie pulite con granulometria poco assortita, miscela di ghiaia e sabbia di terrazzo marino, da moderatamente addensate ad addensate, da moderatamente consistenti a consistenti, stratificati
- MLtm** limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose argillose, limi argillosi di bassa plasticità di terrazzomarine, da moderatamente consistenti a consistenti, stratificati
- GCpi** ghiaie argillose, miscela di ghiaia, sabbia e argilla di pianura inondabile, da poco a moderatamente addensate, da poco a moderatamente consistenti, stratificati
- SMic** sabbie limose, miscela di sabbia e limo di origine lacustre, da poco a moderatamente addensate, da poco a moderatamente consistenti, struttura omogenea
- RI** terreni contenenti resti di attività antropiche, terreni di riporto e rilevati

FORME DI SUPERFICIE E SEPOLTE

- 4010** conoide alluvionale
- 4020** falda detritica
- ←←←←← asse di paleovalve
- v—v—v—v cresta

Figura 1 (scala indicativa)



**Tav. Fi 15 Studi e indagini di Microzonazione Sismica di livello 1
Tavola 2 - Carta delle frequenze (aggiornamento 2019)**

Aprile 2019

Proprietà e responsabile unico del procedimento:
Lorenzo Paoli

Stato della informazione e della partecipazione:
Cinzia Restani

Ufficio di Piano:
Sistema Governo del Territorio:
Cinzia Restani
Patrizia Di Fidio
Fabrizio Fiaschi
Simone Capi
Alessandro Chianotti
Chiara Narduzzi

Supporto tecnico:
Unisa Comune s.p.a.
Suzette Ammirato
Tommaso Di Pietro
Fabrizio Milesi
Ilaria Scatizzi

Collaborazioni internazionali:
Settore Servizi Tecnici e Lavori Pubblici:
Paolo Calastri

Aspetti ambientali:
Paolo Giamboni

Aspetti agronomici e ecologici:
Ilaria Scatizzi

Aspetti paesaggistici:
Lorenzo Paoli
Suzette Ammirato

Aspetti geologici:
Alberto Tomai

Aspetti tecnici:
West Systems S.r.l. - Divisione Physis

Aspetti archeologici:
Michele De Silva
Gruppo Archeologico Scandicose
Chiara Molari e Ada Salvi
Ulrich Wierer
Direzioni Scientifiche Soprintendenze ABAP FI-PT-PO

Aspetti socio-economici:
Laboratorio di economia dell'innovazione
dell'Università di Firenze

Sindaco:
Sandro Falani

Vice Sindaco / Assessore all'Urbanistica:
Andrea Giorgi

Portavoce del Sindaco:
Responsabile Ufficio Informazioni:
Claudia Senesi

Ufficio Stampa:
Matteo Gucci

1:10,000

PS

LEGENDA

FREQUENZE FONDAMENTALI

f0 (hz)	A0
● nessuna risonanza	● nessuna risonanza
● 0.1 < f0 < 0.5	⊗ 1.1 < A0 < 2.0
● 0.5 < f0 < 1.0	⊗ 2.0 < A0 < 3.0
● 1.0 < f0 < 2.5	⊗ 3.0 < A0 < 5.0
● 2.5 < f0 < 5.0	⊗ 5.0 < A0
● 5.0 < f0 < 7.5	
● 7.5 < f0 < 10.0	
● 10.0 < f0 < 15.0	
● 15.0 < f0 < 20.0	
● 20.0 < f0	

A0=ampiezza di picco

f0(hz)=frequenza di picco

Figura 2 (scala indicativa)

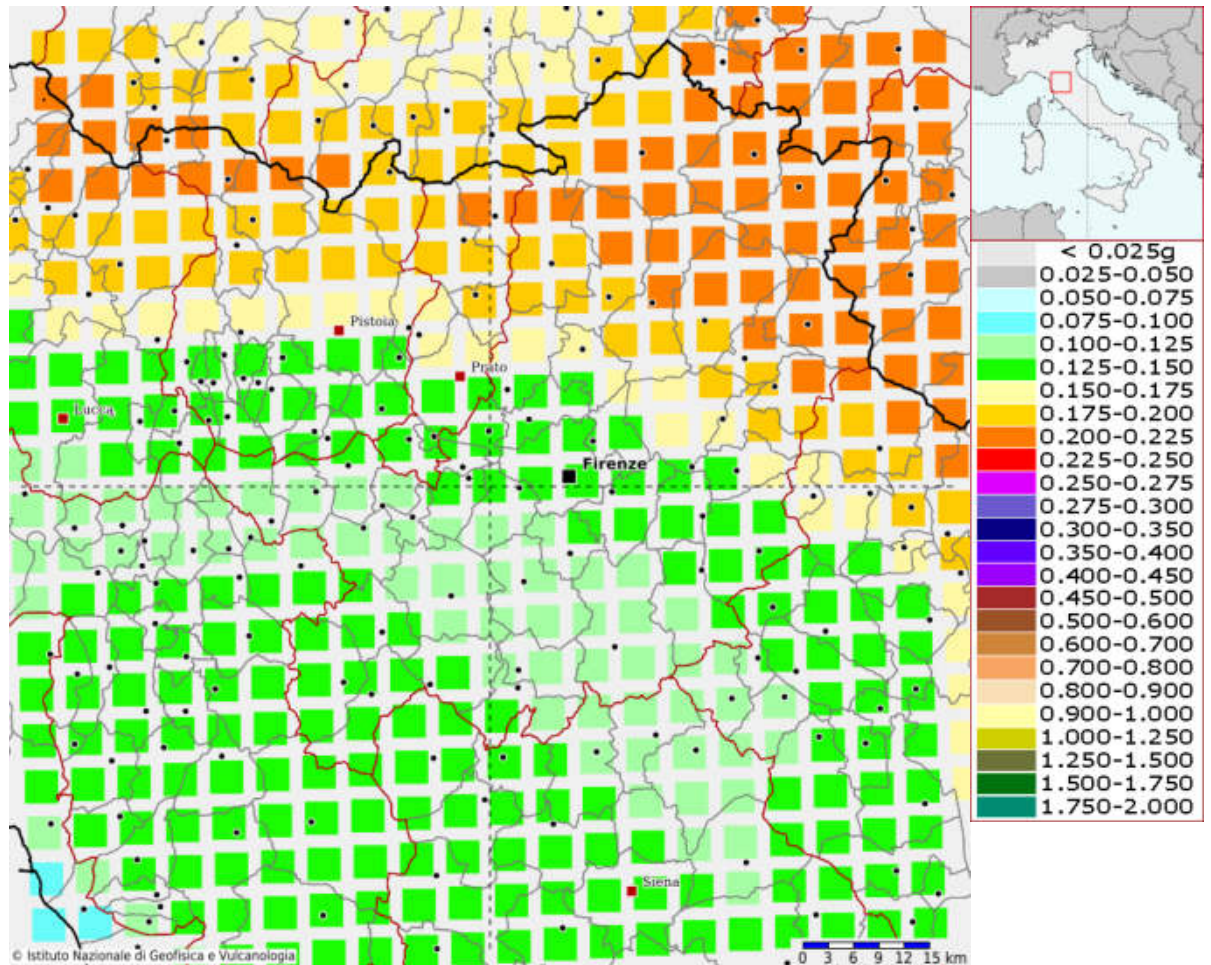
APPENDICE II

REPORT I.N.G.V



Modello di pericolosità sismica del territorio nazionale MPS04-S1 (2004)

Informazioni sul nodo con ID: 20057 - Latitudine: 43.761 - Longitudine: 11.137



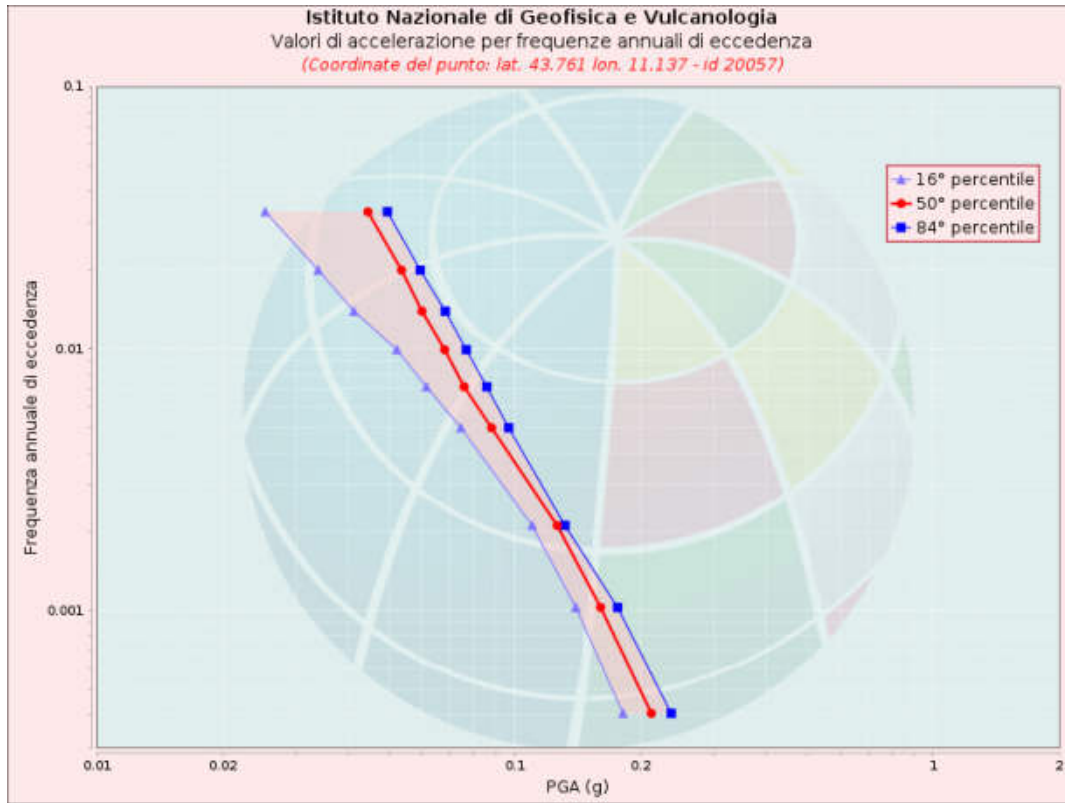
La mappa rappresenta il modello di pericolosità sismica per l'Italia e i diversi colori indicano il valore di scuotimento (PGA = Peak Ground Acceleration; accelerazione di picco del suolo, espressa in termini di g, l'accelerazione di gravità) atteso con una probabilità di eccedenza pari al 10% in 50 anni su suolo rigido (classe A, $V_{s30} > 800$ m/s) e pianeggiante.

Le coordinate selezionate individuano un nodo della griglia di calcolo identificato con l'ID **20057** (posto al centro della mappa). Per ogni nodo della griglia sono disponibili numerosi parametri che descrivono la pericolosità sismica, riferita a diversi periodi di ritorno e diverse accelerazioni spettrali.



Curva di pericolosità

La pericolosità è l'insieme dei valori di scuotimento (in questo caso per la PGA) per diverse frequenze annuali di eccedenza (valore inverso del periodo di ritorno). La tabella riporta i valori mostrati nel grafico, relativi al valore mediano (50mo percentile) ed incertezza, espressa attraverso il 16° e l'84° percentile.



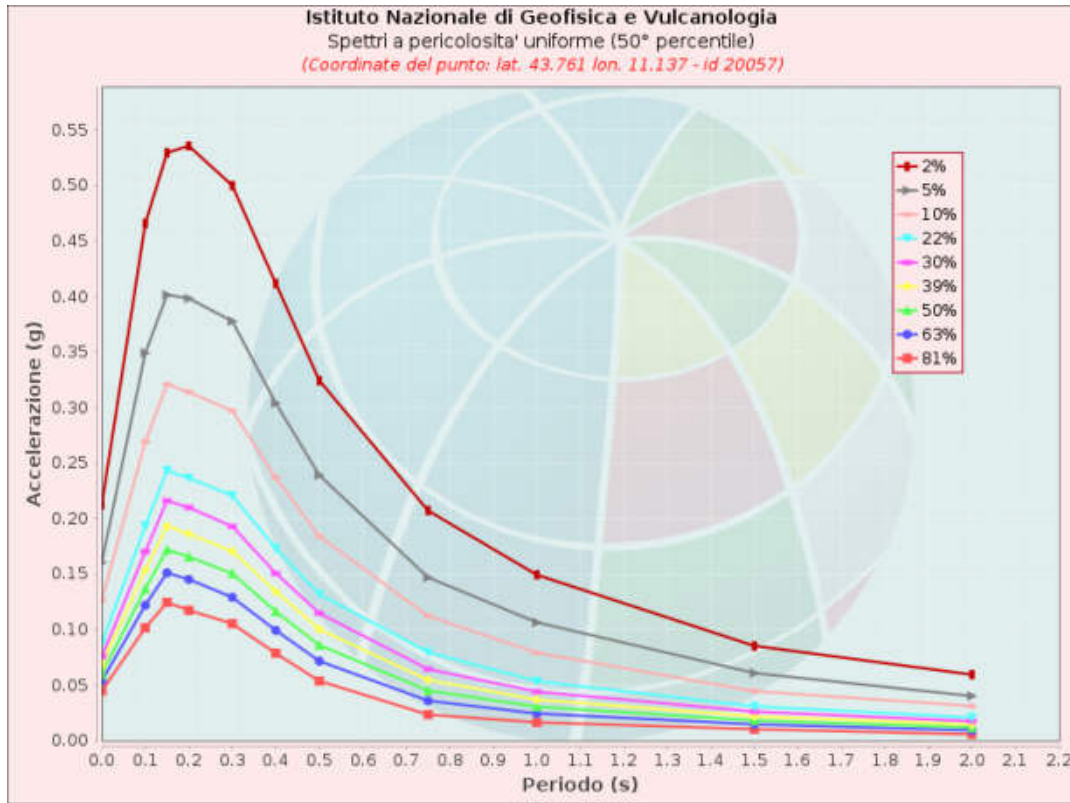
Frequenza annuale di ecc.	PGA (g)		
	16° percentile	50° percentile	84° percentile
0.0004	0.181	0.212	0.237
0.0010	0.140	0.160	0.176
0.0021	0.110	0.126	0.132
0.0050	0.074	0.088	0.097
0.0071	0.061	0.076	0.086
0.0099	0.052	0.068	0.077
0.0139	0.041	0.060	0.068
0.0199	0.034	0.054	0.059
0.0332	0.025	0.045	0.050



Spettri a pericolosità uniforme

Gli spettri indicano i valori di scuotimento calcolati per 11 periodi spettrali, compresi tra 0 e 2 secondi. La PGA corrisponde al periodo pari a 0 secondi. Il grafico è relativo alle stime mediane (50mo percentile) proposte dal modello di pericolosità.

I diversi spettri nel grafico sono relativi a diverse probabilità di eccedenza (PoE) in 50 anni. La tabella riporta i valori mostrati nel grafico.



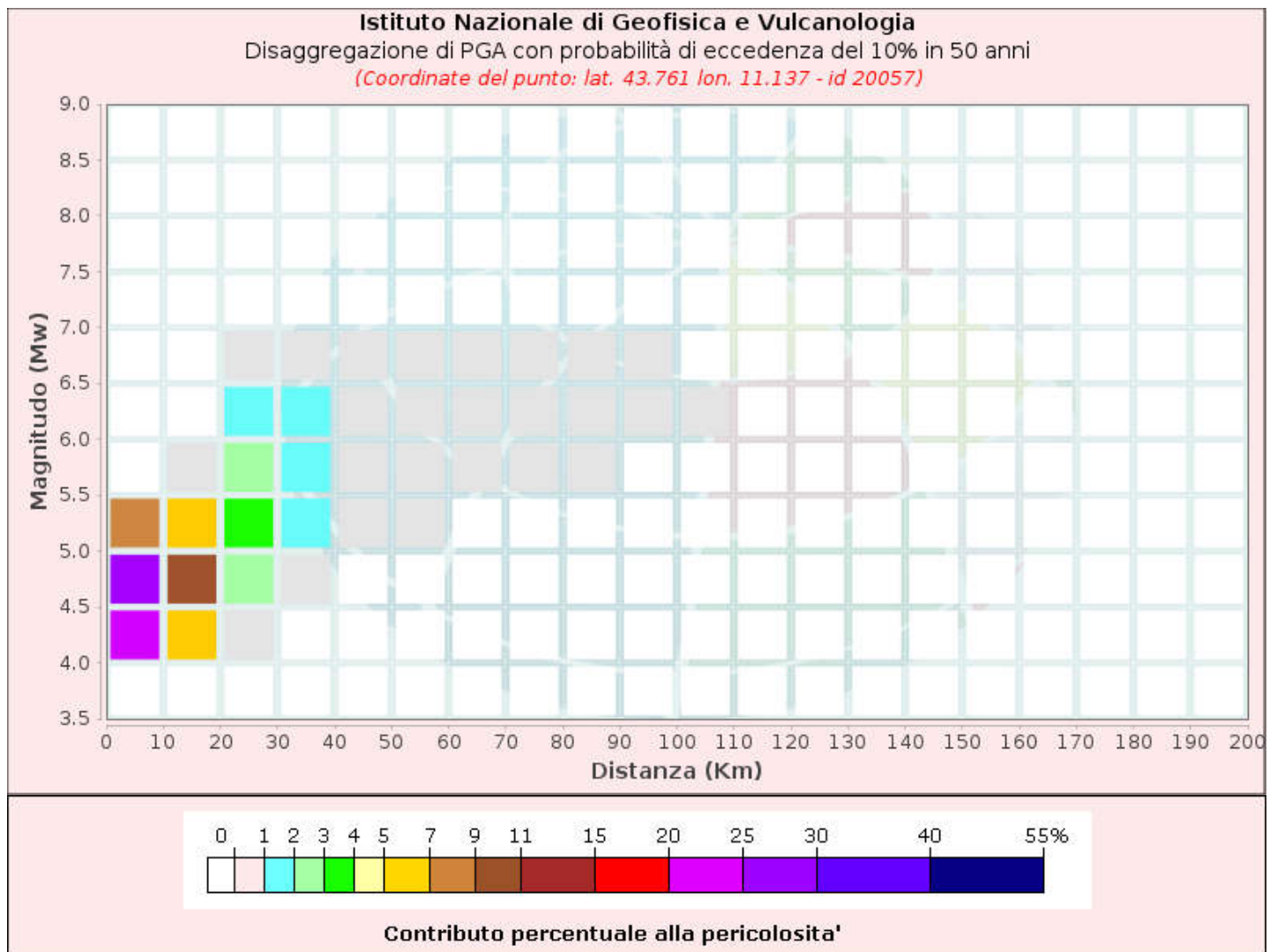
Spettri a pericolosità uniforme (50° percentile)											
PoE in 50 anni	Accelerazione (g)										
	Periodo (s)										
	0.0	0.1	0.15	0.2	0.3	0.4	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0
2%	0.212	0.466	0.529	0.536	0.500	0.412	0.324	0.207	0.149	0.085	0.059
5%	0.160	0.349	0.401	0.398	0.378	0.304	0.239	0.147	0.106	0.061	0.040
10%	0.126	0.269	0.321	0.314	0.297	0.237	0.184	0.112	0.079	0.045	0.031
22%	0.088	0.193	0.243	0.236	0.221	0.173	0.132	0.080	0.053	0.031	0.021
30%	0.076	0.170	0.216	0.210	0.193	0.151	0.115	0.064	0.044	0.026	0.017
39%	0.068	0.154	0.193	0.186	0.171	0.134	0.100	0.055	0.037	0.022	0.015
50%	0.060	0.137	0.172	0.166	0.150	0.116	0.086	0.045	0.031	0.018	0.012
63%	0.054	0.122	0.151	0.145	0.129	0.099	0.072	0.036	0.024	0.015	0.009
81%	0.045	0.102	0.124	0.117	0.105	0.079	0.054	0.023	0.016	0.010	0.006



Grafico di disaggregazione

Il grafico rappresenta il contributo percentuale delle possibili coppie di valori di magnitudo-distanza epicentrale alla pericolosità del nodo, rappresentata in questo caso dal valore della PGA mediana, per una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni.

La tabella riporta i valori mostrati nel grafico ed i valori medi di magnitudo, distanza ed epsilon.





Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

Distanza in Km	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	23.1000	28.2000	8.4800	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	5.4500	10.2000	5.2900	0.1210	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.3230	2.5700	3.6300	2.3900	1.5500	0.2410	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.1230	1.4100	1.9900	1.7900	0.3140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.2030	0.8470	0.8280	0.1650	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0181	0.2720	0.2390	0.0553	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0433	0.0921	0.0264	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0006	0.0329	0.0104	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0125	0.0029	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0041	0.0009	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi: magnitudo = 4.86 ; distanza = 12.0 ; epsilon = 1.05



Riferimenti

La descrizione della costruzione del modello di pericolosità sismica MPS04 è contenuta nel sito <http://zonesismiche.mi.ingv.it>

La descrizione della stima di tutti i parametri è contenuta nel sito <http://esse1.mi.ingv.it> , da cui si può accedere anche alle mappe interattive.

Per quanto riguarda le analisi di disaggregazione, i dettagli sono disponibili nella pagina del deliverable D14 del progetto S1 (<http://esse1.mi.ingv.it/d14.html>).

La pubblicazione scientifica di riferimento è:

Stucchi M., Meletti C., Montaldo V., Crowley H., Calvi G.M., Boschi E., 2011. Seismic Hazard Assessment (2003-2009) for the Italian Building Code. Bull. Seismol. Soc. Am. 101(4), 1885-1911. DOI: 10.1785/0120100130.
