

Attuazione dell'articolo 11 della legge 24 giugno 2009, n. 77

# MICROZONAZIONE SISMICA

## Relazione illustrativa

### Regione Toscana Comune di Vinci (FI)



<p><b>Regione</b> Regione Toscana – Settore Sismica</p>	<p><b>Soggetto realizzatore:</b> Comune di Vinci/Servizio Assetto del Territorio/ RUP Dott. Geol. Monica Salvadori</p> <p><b>Professionisti incaricati:</b> Dott. Geol. Eros Aiello Dott. Geol. Gabriele Grandini</p>  <p>Via Andrea del Castagno, 8 - 50132 Firenze tel.055/571393, 055/575954; fax.055/5522329 ✉ info@geoecoprogetti.com</p>	<p><b>Data</b> settembre 2022</p>
---	---	---------------------------------------

## Indice generale

1. INTRODUZIONE.....	2
1.1 METODOLOGIA.....	2
2. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO.....	6
2.1 SISMICITA' DELL'AREA.....	6
2.2 RISCHIO SISMICO.....	9
2.3 MODELLAZIONE SISMICA.....	14
2.4 PERICOLOSITA' SISMICA.....	17
2.5 VERIFICHE DI PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE E DI SITO.....	23
2.6 LIQUEFAZIONE – BASE TEORICA E VERIFICA PER LOCALITA'.....	45
3. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA.....	58
3.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E MORFOLOGICO.....	58
3.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E NOTAZIONI STRATIGRAFICHE.....	59
3.3 DESCRIZIONE DELLE FORMAZIONI.....	60
3.4 CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE.....	62
3.5 CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE E NOTAZIONI IDROGEOLOGICHE.....	66
3.6 ACCLIVITA' DEI VERSANTI.....	69
4. DATI GEOTECNICI E GEOFISICI.....	70
5. MODELLO DEL SOTTOSUOLO.....	79
6. INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE.....	80
7. METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI.....	81
8. ELABORATI CARTOGRAFICI.....	82
8.1 INDIVIDUAZIONE DELLE AREE DI INDAGINE.....	90
8.2 CARTA DELLE INDAGINI E CARTA DELLE FREQUENZE.....	90
8.3 CARTA GEOLOGICO TECNICA PER LA MICROZONAZIONE SISMICA.....	92
8.4 CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS).....	100
8.5 CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA.....	102
8.6 METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI.....	105
8.7 CONSIDERAZIONI RELATIVE AGLI APPROFONDIMENTI CONDOTTI SULLE VARIE PORZIONI DI TERRITORIO INDAGATE.....	123
9. CONFRONTO CON LA DISTRIBUZIONE DEI DANNI DEGLI EVENTI PASSATI.....	158
10. BIBLIOGRAFIA.....	159
11. ALLEGATI.....	160

# RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA

## 1. INTRODUZIONE

La Regione Toscana (Direzione Ambiente ed Energia – Settore Sismica) con propria Delibera di G.R.T. n. 977 del 27 settembre 2021 all'Allegato A, sulla base delle indicazioni di cui all'Ordinanza C.D.P.C. n. 780/21 (art. 4 e 5), ha individuato i territori nei quali è prioritaria la realizzazione degli studi e indagini di MS e CLE.

Con Delibera G.C. n. 185/2018 è stato dato l'Avvio del procedimento per la redazione del Piano Strutturale Intercomunale denominato “Della città e territori delle due rive” tra i comuni di Empoli, Vinci, Capraia e Limite, Cerreto Guidi e Montelupo Fiorentino, con Empoli quale Comune capofila, che con Delibera G.C. n. 185/2021 ha aderito, per i Comuni facenti parte del suddetto Piano Strutturale Intercomunale, alla manifestazione di interesse indetta dalla Regione Toscana per la realizzazione degli studi e indagini di MS e CL.

La Regione Toscana con Decreto Dirigenziale n. 22090/2021 della Direzione Ambiente ed Energia ha approvato l'elenco definitivo degli Enti ammissibili e ha inserito i comuni di Empoli, Vinci, Cerreto Guidi e Montelupo Fiorentino nella graduatoria relativa alla erogazione di finanziamenti previsti per la redazione di **indagini e studi di microzonazione sismica sui centri urbani** (studi di MS di livello 2) comunali.

Il presente studio è finanziato ai sensi dell'Ordinanza C.D.P.C. n. 344/2016 – art. 2, comma 1 lett. a, che disciplina a livello nazionale i contributi per gli interventi di prevenzione del rischio sismico già previsti all'art. 11 della legge n. 77 del 24 giugno 2009.

Con la delibera di cui sopra, la Regione Toscana ha definito le modalità di finanziamento degli studi Microzonazione Sismica.

Il Comune di Empoli, in qualità di capofila del Piano Strutturale Intercomunale individuava nella Geo Eco Progetti, con Determinazione del Settore III Politiche Territoriali – Servizio Urbanistica n. 391 del 31/03/2022, il “soggetto realizzatore” delle indagini in questione da svolgersi nelle more e modalità previste dalle precipe specifiche tecniche regionali approvate con la citata Del. G.R.T. n. 144 del 23.02.2015 “*Approvazione delle specifiche tecniche regionali per l'elaborazione di indagini e studi di microzonazione sismica*” e con esplicito riferimento agli “*Indirizzi e Criteri Generali per la Microzonazione Sismica*” (in seguito denominati ICMS) – GdLDPC/Regioni. Documento approvato dalla Conferenza dei Presidenti delle Regioni nella seduta del 13 novembre 2008.

### 1.1 METODOLOGIA

La Regione Toscana, con propria Del. G.R.T. n. 144/2015, ha definito il “programma minimo” di tali studi dettagliando:

- *indicazione delle aree di indagine,*
- *indicazione del quantitativo minimo e delle tipologie di indagine da realizzare,*
- *indicazione della documentazione tecnica da produrre.*

In merito ai tre citati punti si dettaglia quanto segue:

#### 1) Indicazione delle aree di indagine

Secondo quanto indicato dalle istruzioni tecniche in materia le suddette attività devono essere concentrate in corrispondenza dei centri urbani maggiormente significativi che il Comune individua secondo le specifiche di cui al Par. 1.B.1.2 delle ITR (Istruzioni Tecniche Regionali) del Programma VEL e perimetra secondo i criteri definiti dagli ICMS.

L'Amministrazione Comunale di Cerreto Guidi, di compendio con la Struttura Regionale deputata alla Prevenzione Sismica (Direzione Ambiente ed Energia – Settore Sismica), ha individuato le seguenti aree:

- capoluogo di Vinci,
- frazione di Sovigliana,
- frazioni di Spicchio,
- frazione di Vitolini,
- frazione di Sant'Ansano,
- Mercatale zona industriale,
- frazione di Toiano,
- frazione di Apparita,
- frazione di La Stella.

Al fine di una migliore rappresentazione delle strutture geologiche e delle fenomenologie geomorfologiche, i tematismi cartografici allestiti sono inoltre stati estesi a quelle porzioni di territorio, in adiacenza ai centri urbani, per cui fosse disponibile cartografia C.T.R. in scala 1:2.000, ricorrendo talvolta a “mosaici cartografici” con cartografia C.T.R. in scala 1:10.000, in settori di particolare interesse ove non fosse disponibile cartografia in scala 1:2.000.

## 2) *Indicazione del quantitativo minimo e delle tipologie di indagine*

Relativamente alle cartografie geologiche e geomorfologiche in prima fase si è fatto riferimento alle cartografie originali in scala 1:2.000 realizzate nell'ambito del supporto geologico tecnico al vigente Strumento Urbanistico del Comune di Vinci. Tali cartografie sono state rivisitate mediante le recenti indicazioni della cartografia regionale CARG e con appositi rilievi di campagna geologici e geomorfologici di dettaglio.

Si è provveduto inoltre ad acquisire tutte le indagini geognostiche e geofisiche esistenti sulle porzioni di territorio in esame reperibile presso gli archivi regionale, provinciale e comunale.

Il Coordinamento Regionale Prevenzione Sismica ha, inoltre, fornito l'indicazione di minima, in funzione del quadro conoscitivo esistente, circa la realizzazione delle seguenti indagini geofisiche minime obbligatorie:

### **CAMPAGNA DI INDAGINE PROPEDEUTICA AGLI STUDI DI MICROZONAZIONE SISIMICA DI LIVELLO 1 – APRILE / GIUGNO 2013**

- n. 26 prospezioni geofisiche con acquisizione ed analisi dei microtremori (HVSr), e con processo di inversione e interpretazione secondo la metodologia di analisi del rapporto spettrale H/V o di Nakamura, per determinare l'eventuale comportamento amplificativo del terreno.

### **CAMPAGNA DI INDAGINI PROPEDEUTICA AGLI STUDI DI MICROZONAZIONE SISIMICA DI LIVELLO 2 – MAGGIO 2022**

- n. 2 linee di sismica a rifrazione con onde P ed onde SH, con restituzione secondo tecniche di analisi a rifrazione classica e tomografica, delle velocità Vp e Vs nel sottosuolo;
- n. 25 prospezioni geofisiche con acquisizione ed analisi dei microtremori (HVSr), e con processo di inversione e interpretazione secondo la metodologia di analisi del rapporto spettrale H/V o di Nakamura, per la definizione della frequenza naturale dei terreni e per la determinazione dell'eventuale comportamento amplificativo degli stessi.

### 3) Indicazione della documentazione tecnica da produrre

La delibera prevede che lo studio di microzonazione sismica restituisca i seguenti elaborati tecnici per ciascuna delle frazioni indagate:

- carta delle indagini
- carta geologico-tecnica con relative sezioni
- carta delle frequenze
- carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (M.O.P.S.) con relative sezioni
- carta di microzonazione sismica

e a compendio delle varie cartografie allestite la presente relazione tecnica illustrativa.

Per le frazioni come sopra dettagliate sono pertanto stati realizzati tutti i tematismi sotto dettagliati su base cartografica C.T.R. in scala 1:5.000 (scala adottata per la restituzione grafica dei tematismi rilevati in scala 1:2.000 di dettaglio).

Vengono di seguito riportati gli elaborati e i tematismi appositamente realizzati per gli studi di Microzonazione Sismica di livello 2.

N° Tavola	Titolo	Scala	Data di emissione
<b>G.0</b>	Relazione tecnica illustrativa		settembre 2022
	<b>Sovigliana / Spicchio - Apparita / La Stella – Toiano</b>		
<b>G.01a</b>	Carta delle indagini	1:5.000	settembre 2022
<b>G.02a</b>	Carta delle frequenze	1:5.000	settembre 2022
<b>G.03a</b>	Carta geologico tecnica per la microzonazione sismica	1:5.000	settembre 2022
<b>G.04a</b>	Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica - MOPS	1:5.000	settembre 2022
<b>G.06a</b>	Carta di Microzonazione Sismica – FA01-05	1:5.000	settembre 2022
<b>G.06a</b>	Carta di Microzonazione Sismica – FA04-08	1:5.000	settembre 2022
<b>G.07a</b>	Carta di Microzonazione Sismica – FA07-11	1:5.000	settembre 2022
	<b>Vinci – Vitolini / Sant'Ansano - Mercatale</b>		
<b>G.01b</b>	Carta delle indagini	1:5.000	settembre 2022
<b>G.02b</b>	Carta delle frequenze	1:5.000	settembre 2022
<b>G.03b</b>	Carta geologico tecnica per la microzonazione sismica	1:5.000	settembre 2022
<b>G.04b</b>	Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica - MOPS	1:5.000	settembre 2022
<b>G.06b</b>	Carta di Microzonazione Sismica – FA01-05	1:5.000	settembre 2022
<b>G.07b</b>	Carta di Microzonazione Sismica – FA04-08	1:5.000	settembre 2022
<b>G.08b</b>	Carta di Microzonazione Sismica – FA07-11	1:5.000	settembre 2022
	<b>Vinci – Vitolini / Sant'Ansano – Mercatale - Sovigliana / Spicchio - Apparita / La Stella – Toiano</b>		
<b>G.05</b>	Sezioni geologico-tecniche	1:2.000	settembre 2022
	<b>Data base “cartella indagini”</b> contenente certificazioni indagini stratigrafiche, geotecniche e sismiche strutturata come da istruzioni “Standard di rappresentazione e archiviazione informatica per Microzonazione Sismica – Versione 4.2” (in formato digitale)		settembre 2022

<b>Regolamento Urbanistico - Microzonazione sismica di livello 1 – Indagini geofisiche - Dott. Tomei</b>		marzo 2014
<b>Microzonazione sismica di livello 2 – Relazione delle indagini geofisiche - Dott. Pieroni e Dott. Puccetti</b>		maggio 2022

Occorre sottolineare che la cartografia realizzata nel presente studio di “microzonazione sismica” costituisce implementazione e adeguamento del quadro conoscitivo del supporto geologico – tecnico agli strumenti urbanistici del Comune di Vinci, ai sensi dell'ex Regolamento Regionale n. 53/R e del Regolamento Regionale n. 5/R, e risulta di fondamentale importanza per improntare future eventuali scelte secondo il principio dello sviluppo sostenibile.

A questo scopo è importante evidenziare che tutta la cartografia tematica elaborata è georeferenziata nel sistema di riferimento Gauss Boaga, e perciò coerente con la topografia della Carta Tecnica Regionale scala 1:10.000 / 1:2.000 ed è presentata anche nel sistema WGS84UTM33N.

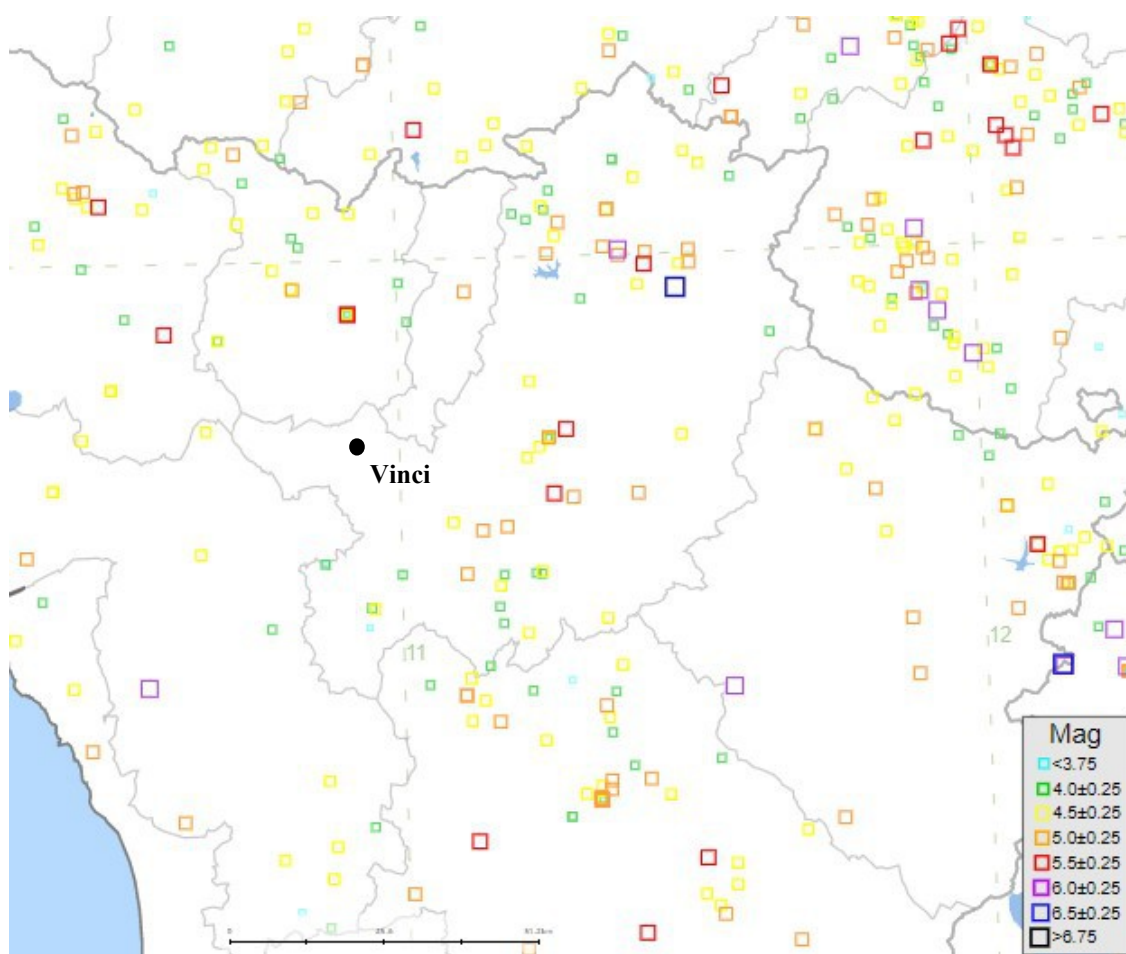
I dati tematici sono tutti vettoriali ed inseriti all'interno di una Banca Dati GIS facilmente interrogabile e aggiornabile, in ottemperanza a quanto richiesto nell'art. 28 della L.R. 1/2005; in particolare, i dati consegnati alla amministrazione comunale sono in formato sia “shape” che “pdf”.

Le note illustrative, relative alle tavole elencate, sono contenute nel presente fascicolo "**Relazione Illustrativa**".

## 2. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO

### 2.1 SISMICITA' DELL'AREA

La sismicità storica del Comune di Vinci è stata ricostruita con la consultazione del “Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI15 - Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P., Antonucci A. (2022). Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15), versione 4.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/CPTI/CPTI15.4>; Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P. (2020). The Italian earthquake catalogue CPTI15. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 18(7), 2953-2984. <https://doi.org/10.1007/s10518-020-00818-y>.



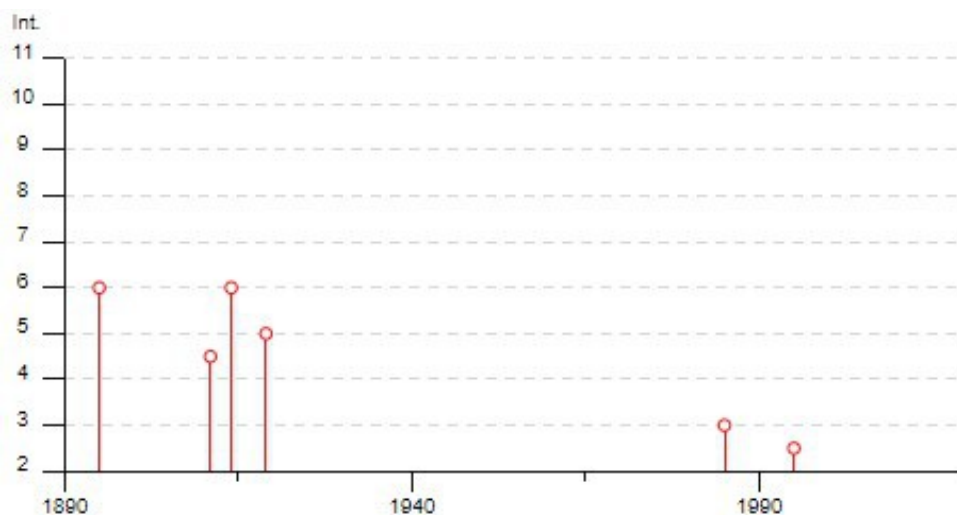
*Localizzazione degli eventi macrosismici a livello regionale nel territorio circostante il Comune di Vinci (Periodo 1005 – 2017)*

In particolare gli effetti macrosismici che hanno interessato il Comune di Vinci sono riconducibili a n. 11 eventi sismici, verificatisi dal 1895 al 1995, con vario grado di intensità sismica. (cfr. Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D'Amico S., Antonucci A. (2021). Database Macrosismico Italiano (DBMI15), versione 3.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/DBMI/DBMI15.3>.

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
6	1895	05	18	19	55	1	Fiorentino	401	8	5.50
4-5	1911	09	13	22	29	0	Chianti	115	7	5.08
6	1914	10	27	09	22		Lucchesia	660	7	5.63
5	1919	06	29	15	06	1	Mugello	565	10	6.38
NF	1950	09	05	04	08		Gran Sasso	386	8	5.69
NF	1951	09	01				Monti Sibillini	80	7	5.25
NF	1952	12	02	06	13	2	Appennino forlivese	53	5	4.42
NF	1970	02	09	07	39		Appennino forlivese	30	5-6	4.50
NF	1973	04	20	16	45	3	Fiorentino	10	5	4.38
3	1985	01	23	10	10	1	Garfagnana	73	6	4.60
2-3	1995	10	10	06	54	2	Lunigiana	341	7	4.82

*Eventi macrosismici riportati nel DBMI15*

La maggiore intensità sismica percepita in questo territorio raggiunge il grado 6 MCS nei terremoti avvenuti nel Fiorentino nel 1895 (Mw = 5,50) e in Lucchesia nel 1914 (Mw = 5,63).



*Distribuzione temporale ed intensità degli eventi macrosismici nel periodo 1890-2020*

Analizzando il catalogo delle sorgenti sismogenetiche (DISS - Database of Individual Seismogenic Sources - Basili R., G. Valensise, P. Vannoli, P. Burrato, U. Fracassi, S. Mariano, M.M. Tiberti, E. Boschi, 2008) si osserva che il territorio del Comune di Vinci si colloca a sud-ovest (a una distanza di circa 32 km) dell'area sismogenetica composite codificata come ITCS037 "Mugello-Città di Castello-Leonessa", caratterizzata dai seguenti parametri:

Strike (angolo rispetto al nord):	280° - 330°
Dip (inclinazione rispetto al piano campagna):	25° - 40°
Profondità min - max:	0,5 - 8 km
Magnitudo massima (Mw):	6,2



Questa struttura composita corre per oltre 200 km lungo la dorsale dell'Appennino settentrionale, dai settori dell'Appennino Pratese (a nord-ovest) verso l'alta valle del Fiume Nera (a sud-est), e costituisce il nucleo della cintura estensionale dell'“Etrurian Fault System”. Questa sorgente è un complesso di faglie superficiali a basso angolo che segna il confine estensionale occidentale dell'Appennino settentrionale.

Cataloghi storici e strumentali mostrano terremoti (magnitudo 4.5 < Mw 5.0) potenzialmente dannosi all'interno dell'area, in particolare nei settori nord-occidentale e sud-orientale. Inoltre, si sono verificati i principali terremoti dannosi e distruttivi (da nord-ovest a sud-est): 13 giugno 1542 (Mw 5.9, Mugello), 29 giugno 1919 (Mw 6.2, Mugello), 26 aprile 1917 (Mw 5.8, Monterchi-Citerna), 25 dicembre 1352 (Mw 6.0, Monterchi), 26 aprile 1458 (Mw 5.9, Città di Castello), 13 gennaio 1832 (Mw 5.8, Foligno), 15 set 1878 (Mw 5.5, Montefalco), e 5 giugno 1767 (Mw 5.4, Spolefino).

Relativamente alle Sorgenti Sismogenetiche Individuali (Individual Seismogenic Sources), all'interno della suddetta area sismogenetica composite ITCS037 “Mugello-Città di Castello-Leonessa”, si rileva la struttura codificata come ITIS087 “Mugello West” con le caratteristiche principali di cui alla tabella seguente:

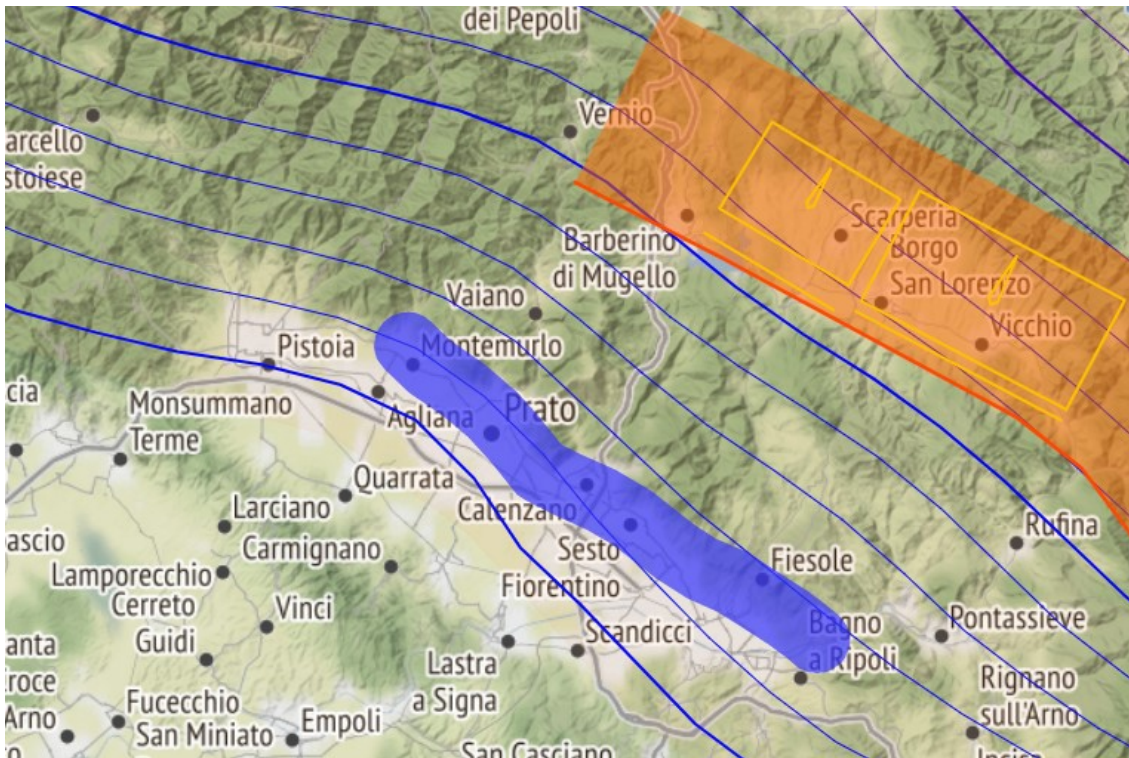
Strike (angolo rispetto al nord):	301°
Dip (inclinazione rispetto al piano campagna):	30°
Profondità min - max:	1,0 – 4,5 km
Magnitudo massima (Mw):	5,9

e la struttura codificata come ITIS086 “Mugello East” con le caratteristiche principali di cui alla tabella seguente:

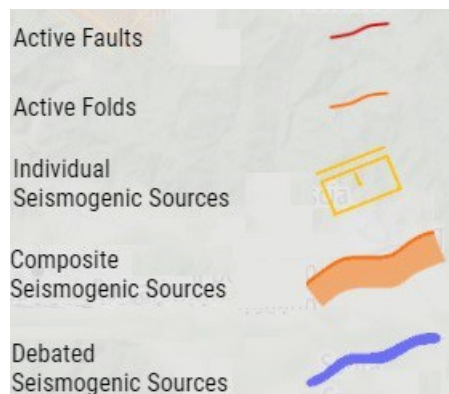
Strike (angolo rispetto al nord):	298°
Dip (inclinazione rispetto al piano campagna):	40°
Profondità min - max:	0,6 – 6,9 km
Magnitudo massima (Mw):	6,2

Dal medesimo catalogo si riconosce, inoltre, la presenza di una area sismogenetica incerta codificata come ITDS015 “Prato - Fiesole Fault System”, che corre con andamento appenninico dall'area di Montale a quella di Bagno a Ripoli.

Le aree sismogenetiche incerte sono quelle aree caratterizzate dalla presenza di faglie potenzialmente attive, sulla scorta dei dati di letteratura, ma che non sono considerate abbastanza affidabili da includerle con certezza nelle aree sismogenetiche certe, in quanto: faglie per cui sono fornite solo minime evidenze superficiali; faglie basate su evidenze geologiche ambigue; faglie di cui ci sono visioni contrastanti in letteratura; faglie che ricadono in zone a sismicità bassa o molto bassa; faglie le cui caratteristiche sono in aperto contrasto con quelle dei sistemi di faglie vicini e di conoscenza più approfondita.



*Potenziali sorgenti sismiche per terremoti con  $M > 5.5$*



*Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.3.0*

## 2.2 RISCHIO SISMICO

Il rischio sismico nella accezione corrente rappresenta il probabile danno che un determinato sito può subire in occasione di un sisma. In maniera analitica può essere espresso come il prodotto della pericolosità sismica, della vulnerabilità sismica e della quantificazione economica delle realtà danneggiate. La pericolosità sismica può essere direttamente riferita alla vibrazione che un sito può subire durante un sisma, mentre la vulnerabilità definisce lo stato di conservazione del patrimonio edilizio e delle strutture sociali potenzialmente rese inattive dal sisma. Il parametro relativo alla quantificazione economica delle realtà danneggiate è di difficilissima valutazione poiché comprende, oltre a edifici, strutture produttive ed infrastrutture, anche vite umane e beni artistici e culturali.

La *valutazione del rischio sismico*, in aree ad estensione regionale, viene effettuata mediante la **macrozonazione sismica**, definita come l'individuazione di aree che possano essere soggette, in un dato intervallo di tempo, ad un terremoto di una certa intensità.

All'interno di queste aree si possono valutare, con maggior dettaglio, le differenze di intensità massima dovute a differenti situazioni geologiche locali attraverso procedure il cui insieme costituisce la **microzonazione sismica**. Infatti l'esame della distribuzione dei danni prodotti da un terremoto nello stesso territorio dimostra che le azioni sismiche possono assumere anche a distanze di poche decine di metri caratteristiche differenti in funzione delle diverse condizioni locali (morfologia superficiale, morfologia del substrato roccioso sepolto, presenza e profondità della falda freatica, costituzione e proprietà del sottosuolo, presenza di faglie, etc.).

La microzonazione sismica mira ad individuare gli strumenti necessari a prevedere e a mitigare gli effetti sismici in una zona di dimensioni urbane, tramite opportuni criteri d'uso del territorio.



Le indagini per la *valutazione del rischio sismico* sono, pertanto, suddivise in due fasi.

### **Macrozonazione sismica**

Fornisce un quadro generale del potenziale sismico e quindi della pericolosità sismica di una regione, con l'individuazione delle aree sismiche e di quelle non soggette a sisma.

Nell'ambito dell'Ordinanza P.C.M. n. 3274/03 si sono individuate 4 zone, delle quali le prime tre coincidono con quelle (Categorie) individuate dalla L.n. 64/74 e successivi D.M. ad essa collegati, mentre la quarta è di nuova costituzione. In quest'ultima zona le regioni possono imporre l'obbligo della progettazione antisismica e stabilire norme e criteri specifici.

Sulla scorta di questa nuova classificazione il territorio del Comune di Vinci è inserito in Zona 2.

La OPCM n. 3519 del 28 aprile 2006 disciplina i criteri alla base degli studi per la definizione della pericolosità sismica utili alla riclassificazione sismica del territorio nazionale, ma definisce anche con:

- la lett. g) la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle zone sismiche che dovranno prevedere:
- la discretizzazione dell'elaborato di riferimento rispetto ai confini dei comuni. E' opportuno a tale proposito che il passaggio fra zone sismiche territorialmente contigue sia definito in termini gradualità, sia all'interno di ciascuna regione che al confine di regioni diverse.
- la definizione di eventuali sottozone nell'ambito di uno stesso comune e secondo quanto previsto alla lett. a) per descrivere meglio l'azione sismica, soprattutto in relazione alle esigenze di valutazione e di recupero degli edifici esistenti.

- la lett. c) - sulla base della valutazione di  $a_g$  l'assegnazione di un territorio ad una delle zone sismiche potrà avvenire, secondo la tab. di cui alla lett. a), con la tolleranza di 0,025  $a_g$ .

La Regione Toscana con D.G.R. n. 431 del 19.06.2006 ha proposto la riclassificazione sismica regionale, mantenendo in via preliminare un atteggiamento di cautela soprattutto nelle situazioni che potevano comportare una declassificazione dei comuni dalla zona a media sismicità alla zona a bassa sismica (da zona 2 a zona 3).

A tal proposito ha ritenuto opportuno, nel processo di declassificazione dei comuni, mantenere lo stesso livello di protezione assicurato dalle azioni sismiche della zona 2, provvedendo di conseguenza all'individuazione di una zona 3S. Il territorio comunale di Vinci è stato inserito in zona sismica 3S.

A distanza di sei anni dall'entrata in vigore della precedente classificazione sismica, la Regione Toscana ha provveduto all'aggiornamento della classificazione sismica del proprio territorio. La nuova mappa sismica è stata approvata con la delibera n. 878 dell'8 ottobre 2012. L'aggiornamento della classificazione sismica, redatto ai sensi dell'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 3519/2006, si è reso necessario al fine di recepire le novità introdotte dall'entrata in vigore delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC2008) e di rendere la classificazione sismica (riferimento per la disciplina dei controlli sui progetti depositati presso gli Uffici tecnici regionali preposti), maggiormente aderente all'approccio *sito-dipendente* introdotto dalle vigenti Norme. Il territorio comunale di Vinci viene inserito in **zona 3 nella più recente classificazione regionale**.

Zona sismica	Descrizione	accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni [ $a_g$ ]	accelerazione orizzontale massima convenzionale (Norme Tecniche) [ $a_g$ ]	numero comuni con territori ricadenti nella zona (*)
1	Indica la zona più pericolosa, dove possono verificarsi fortissimi terremoti.	$a_g > 0,25$ g	0,35 g	703
2	Zona dove possono verificarsi forti terremoti.	$0,15 < a_g \leq 0,25$ g	0,25 g	2.224
3	Zona che può essere soggetta a forti terremoti ma rari.	$0,05 < a_g \leq 0,15$ g	0,15 g	3.002
4	E' la zona meno pericolosa, dove i terremoti sono rari ed è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica.	$a_g \leq 0,05$ g	0,05 g	1.982

### **Microzonazione sismica**

Individua le risposte sismiche locali nell'ambito di una zona dell'ordine di grandezza di un comune o di una città metropolitana, fornendo informazioni di dettaglio relative agli effetti locali, ottimizzando quindi i dati rilevati tramite la macrozonazione.

Compito precipuo della microzonazione è quello di individuare terreni dinamicamente instabili e stimare le accelerazioni che si possono verificare in terreni dinamicamente stabili, poiché condizioni geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche particolari possono determinare variazioni nella risposta sismica locale e di conseguenza sulla pericolosità del sito.

## **NTC**

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 – Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) e successivamente del D.M. 17 gennaio 2018 – Nuove norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) la stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido ( $V_{s30} > 800$  m/s), viene definita mediante un approccio "sito-dipendente" e non più tramite un criterio "zona-dipendente".

Secondo l'approccio "zona dipendente", adottato dalla precedenti normative nazionali in campo antisismico, l'accelerazione di base  $a_g$ , senza considerare l'incremento dovuto ad effetti locali dei terreni, derivava direttamente dalla Zona sismica di appartenenza del comune nel cui territorio è localizzato il sito di progetto.

Pertanto, la classificazione sismica del territorio è scollegata dalla determinazione dell'azione sismica di progetto, mentre rimane il riferimento per la trattazione di problematiche tecnico-amministrative connesse con la stima della pericolosità sismica. Pertanto, secondo quanto riportato nell'allegato A del D.M. 14 gennaio 2008, 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 le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento (tabella 1, allegato B del D.M. 14 gennaio 2008).

Tale griglia è costituita da 10.751 nodi (distanziati di non più di 10 km) e copre l'intero territorio nazionale ad esclusione delle isole (tranne Sicilia, Ischia, Procida e Capri) dove, con metodologia e convenzioni analoghe vengono forniti parametri spettrali costanti per tutto il territorio (tabella 2, allegato B del D.M. 14 gennaio 2008); tale considerazione riguarda anche le isole dell'arcipelago toscano. La Toscana è interessata da 936 nodi.

Per ciascuno dei nodi della griglia vengono forniti, per 9 valori del periodo di ritorno (da 30 anni a 2.475 anni), i valori dei parametri  $a_g$  (espresso in  $g/10$ ),  $F_0$  (adimensionale) e  $T^*c$  (espresso in secondi) necessari per la definizione dell'azione sismica.

Secondo quanto riportato nell'allegato A del D.M. 14 gennaio 2008, definite le coordinate del sito interessato dal progetto, sarà possibile il calcolo dei suddetti parametri spettrali (per uno dei tempi di ritorno forniti) tramite media pesata con i 4 punti della griglia di accelerazioni (Tabella 1 in Allegato B) che comprendono il sito in esame. Qualora il tempo di ritorno richiesto sia differente da uno dei 9 tempi di ritorno forniti in tabella, sarà possibile ricavare il valore del parametro di interesse mediante interpolazione tra i valori dei parametri corrispondenti ai due tempi di ritorno (dei nove forniti per ognuno dei nodi del reticolo di riferimento) che comprendono il tempo di ritorno necessario.

A tale proposito sono state predisposte dal Servizio Sismico della Regione Toscana, le mappe di pericolosità relative alla distribuzione dei nodi della griglia per ciascuna delle dieci province.

Per ogni territorio comunale è riportata inoltre la classificazione sismica (Del. GRT n. 431 del 19 giugno 2006) sia in mappa che in forma tabellare. Infine, sempre in tabella, è illustrato a titolo indicativo anche il valore di accelerazione ( $a_{g475}$ ), calcolato in corrispondenza della sede comunale.

Si ricorda che i valori di accelerazione vanno divisi per 10. Pertanto, i valori di accelerazione del settore nord del territorio comunale (Capoluogo) sono compresi tra 0,125 e 0,150 g, mentre ai restanti settori vengono attribuiti valori di accelerazione compresi tra 0,100 e 0,125 g.

L'attività di valutazione su un territorio (alla scala comunale) delle modificazioni apportate allo scuotimento del suolo dalle condizioni geologico-tecniche locali e dalle condizioni topografiche locali viene chiamata **microzonazione sismica (MS)**.

Tale attività rientra in un quadro più generale nei programmi di prevenzione e di mitigazione degli effetti di un terremoto, in cui è necessario individuare in via preliminare con criteri speditivi le zone a più elevato rischio sismico da sottoporre a studi particolareggiati.

Si definiscono “**condizioni locali di sito**”:

- la geologia e la geomorfologia locale;
- condizioni geotecniche e stratigrafiche locali;
- prossimità ad una faglia sismicamente attiva.

Le condizioni locali di sito sono responsabili degli effetti locali di sito che possono schematicamente essere così riassunti:

- modifica delle caratteristiche dello scuotimento rispetto a quanto definito in termini di pericolosità di base;
- fenomeni di instabilità del terreno.

Per ciò che attiene alla modifica del moto sismico, si tratta di definire la **pericolosità sismica locale**. Ciò comporta in generale un’amplificazione del moto sismico, la cui causa è riconducibile a motivi stratigrafici (presenza di depositi soffici poggianti su substrato roccioso), topografici (amplificazione del moto sismico lungo pendii o alla sommità di scarpate o pendii) oppure riferibile alla presenza di particolari geometrie sepolte, in grado di modificare le caratteristiche del moto sismico sia in termini di intensità sia per quanto concerne il contenuto spettrale.

Per quanto concerne i fenomeni di instabilità dei terreni e delle rocce gli aspetti rilevanti sono quelli che riguardano:

- liquefazione e/o densificazione dei depositi sabbiosi;
- eccessivi cedimenti e deformazioni permanenti del suolo;
- instabilità di pendio in terreni e roccia;
- attività di faglia.

Danni consistenti possono ricorrere quando la frequenza di risonanza di un terreno raggiunta durante un evento sismico corrisponde a quella propria dell’edificio (fenomeno della doppia risonanza).

La pericolosità di base è di norma definita mediante approccio di tipo probabilistico. In generale, per la determinazione della pericolosità di base è necessario definire:

- la sismicità storica;
- le zone sismogenetiche;
- le relazioni di attenuazione;
- le leggi di ricorrenza.

A tal fine è necessario raccogliere e interpretare dati e informazioni riguardanti la sismicità regionale, la sismo-tettonica, dati e registrazioni ottenuti da reti sismiche nazionali e locali.

Per quanto riguarda la stima della pericolosità sismica locale, essa è da ricondurre ad una serie di caratteri geologico-tecnici di un’area più o meno ampia che viene presa in esame. Tali caratteri geologico tecnici come è

noto riguardano: la morfologia di superficie, la morfologia sepolta, le litologie, le caratteristiche fisico meccaniche, le condizioni idrogeologiche s.l. Queste condizioni infatti oltre ad essere causa di possibile amplificazione degli effetti sismici possono provocare i cosiddetti fenomeni indotti, quali: attivazione e rimobilizzazione di fenomeni gravitativi, liquefazione in terreni granulari saturi, deformazioni permanenti in terreni di fondazione.

La **valutazione degli effetti locali** di amplificazione del moto sismico e quindi la pericolosità sismica locale sono di norma valutati attraverso analisi di risposta sismica locale dei depositi di terreno.

A riguardo la normativa di riferimento (D.M. 14.09.2008) consente di valutare gli effetti locali di amplificazione del moto sismico sia in modo semplificato, sia con modalità analitiche più rigorose.

Uno degli aspetti più importanti di queste normative è quello di definire e di valutare l'amplificazione sismica dei terreni sulla base della definizione del parametro  $V_s$ , cioè della velocità delle onde di taglio.

### 2.3 MODELLAZIONE SISMICA

Per valutare se un'opera strutturale è sicura bisogna far riferimento a degli *stati limite*, che possono verificarsi durante un determinato *periodo di riferimento* della stessa opera. Quindi per poter stimare l'azione sismica, che dovrà essere utilizzata nelle verifiche agli stati limite o nella progettazione, bisognerà stabilire:

- in primo luogo la *vita nominale* dell'opera, che congiuntamente alla *classe d'uso*, permette di determinare quel *periodo di riferimento*;
- una volta definito il periodo di riferimento e i diversi stati limite da considerare, una volta definite le relative *probabilità di superamento*, è possibile stabilire il *periodo di ritorno* associato a ciascun stato limite;
- a questo punto è possibile definire la **pericolosità sismica di base** per il sito interessato alla realizzazione dell'opera, facendo riferimento agli studi condotti sul territorio nazionale dal Gruppo di Lavoro 2004 nell'ambito della convenzione-progetto S1 DPC-INGV 2004-2006 e i cui risultati sono stati promulgati mediante l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (OPCM) 3519/2006.

#### **VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO**

Nelle NTC il periodo di riferimento, che non può essere inferiore a 35 anni, è dato dalla seguente relazione:

$$V_R = V_N \times C_U \quad (2.1)$$

dove:

$V_R$  = *periodo di riferimento*

$V_N$  = *vita nominale*

$C_U$  = *coefficiente d'uso*

La vita nominale di un'opera strutturale  $V_N$ , secondo le NTC, è definita come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata e viene definita attraverso tre diversi valori, a seconda dell'importanza dell'opera e perciò delle esigenze di durabilità:

$V_N \leq 10$  anni per le opere provvisorie, provvisionali e le strutture in fase costruttiva che però abbiano una durata di progetto  $\geq 2$  anni.

$VN \geq 50$  anni per le opere ordinarie, ponti, infrastrutture e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale.

$VN \geq 100$  anni per grandi opere, ponti, infrastrutture e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica.

In esempio  $VN = 50$  anni.

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso. Le NTC prevedono quattro classi d'uso a ciascuna delle quali è associato un valore del coefficiente d'uso:

**Classe I:** Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.  $CU = 0.7$ ;

**Classe II:** Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso *III* o in Classe d'uso *IV*, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.  $CU = 1.0$ ;

**Classe III:** Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso *IV*. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.  $CU = 1.5$ ;

**Classe IV:** Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie, ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.  $CU = 2.0$ ;

In esempio viene presa in considerazione la **classe d'uso II** a cui è associato il coefficiente d'uso  $CU = 1$ .

Una volta ottenuti  $VN$  e  $CU$ , è possibile calcolare il periodo di riferimento  $VR$ , che in questo caso, in esempio, vale:

$VR = 50 * 1 = 50$  anni.

### **STATI LIMITE, PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO E PERIODO DI RITORNO**

Le NTC prendono in considerazione 4 possibili *stati limite* (SL) individuati facendo riferimento alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti: due sono *stati limite di esercizio* (SLE) e due sono *stati limite ultimi* (SLU). Uno stato limite è una condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per la quale è stata progettata.

Più in particolare le opere e le varie tipologie strutturali devono essere dotate di capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio (sicurezza nei confronti di SLE) e di capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e di dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone o comportare la perdita di beni, oppure provocare gravi danni ambientali e sociali, oppure mettere fuori servizio l'opera (sicurezza nei confronti di SLU).

Gli stati limite di esercizio sono:



**Stato Limite di Operatività (SLO):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;

**Stato Limite di Danno (SLD):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

**Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):** a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;

**Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):** a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Le NTC, in presenza di azioni sismiche, richiedono le verifiche allo SLO solo per gli elementi non strutturali e per gli impianti di strutture di classi d'uso III e IV. Lo SLO si utilizza anche come riferimento progettuale per quelle opere che devono restare operative durante e subito dopo il terremoto. Le verifiche allo SLC sono, invece, richieste solo per le costruzioni o ponti con isolamento e/o dissipazione.

Ad ogni stato limite è associata una *probabilità di superamento PVR*, ovvero la probabilità che, nel periodo di riferimento VR, si verifichi almeno un evento sismico ( $n \geq 1$ ) di ag prefissata (ag = accelerazione orizzontale massima del suolo) avente frequenza media annua di ricorrenza  $\lambda = 1/TR$  (TR = periodo di ritorno).

*Stati limite e rispettive probabilità di superamento, nel periodo di riferimento VR*

Stati limite			PVR
Stati limite di esercizio	Stato limite di operatività	SLO	81%
	Stato limite di danno	SLD	63%
Stati limite ultimi	Stato limite di salvaguardia della vita	SLV	10%
	Stato limite di prevenzione del collasso	SLC	5%

Fissati VR e PVR associata ad ogni stato limite, è possibile calcolare il periodo di ritorno dell'azione sismica TR, espresso in anni, mediante l'espressione riportata nell'Allegato A delle NTC08:

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} \quad (3.1)$$

Tale relazione tra PVR (probabilità) e TR (statistica) risulta biunivoca poiché utilizza la distribuzione discreta Poissoniana.

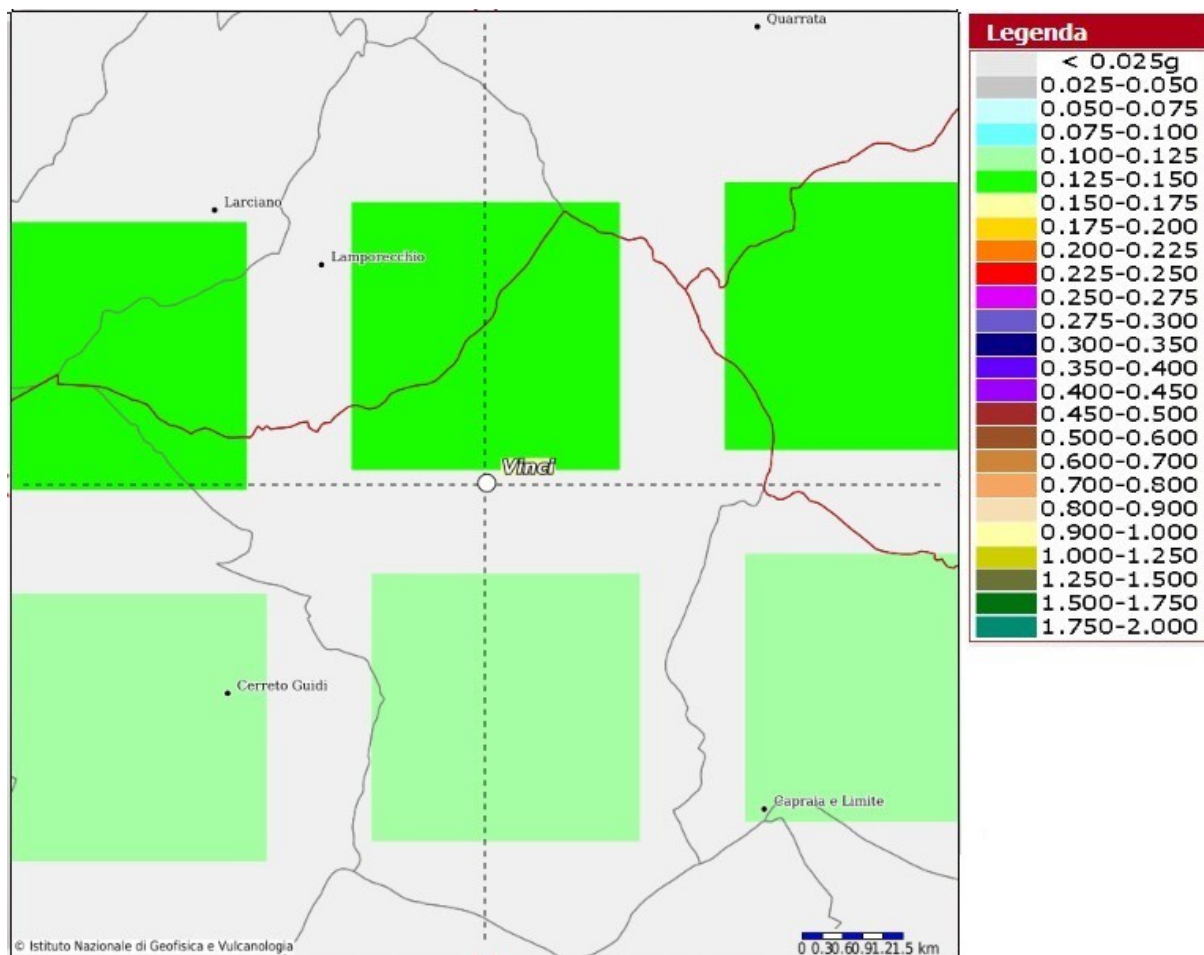
Poiché è **VR = 50 anni**, il tempo di ritorno TR sarà:

Stati limite e rispettivi tempi di ritorno, nel periodo di riferimento VR

Stati limite			TR
Stati limite di esercizio	Stato limite di operatività	SLO	30
	Stato limite di danno	SLD	50
Stati limite ultimi	Stato limite di salvaguardia della vita	SLV	475
	Stato limite di prevenzione del collasso	SLC	975

## 2.4 PERICOLOSITA' SISMICA

In termini generali la pericolosità sismica dell'area di intervento è valutabile facendo riferimento agli studi condotti dal “Gruppo di Lavoro MPS, 2004” nell’ambito della “Convenzione - Progetto “S1” DPC - INGV 2004-2006” i cui risultati sono stati promulgati mediante l’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (OPCM) 3519/2006 (cfr. Mappa MPS04-S1).

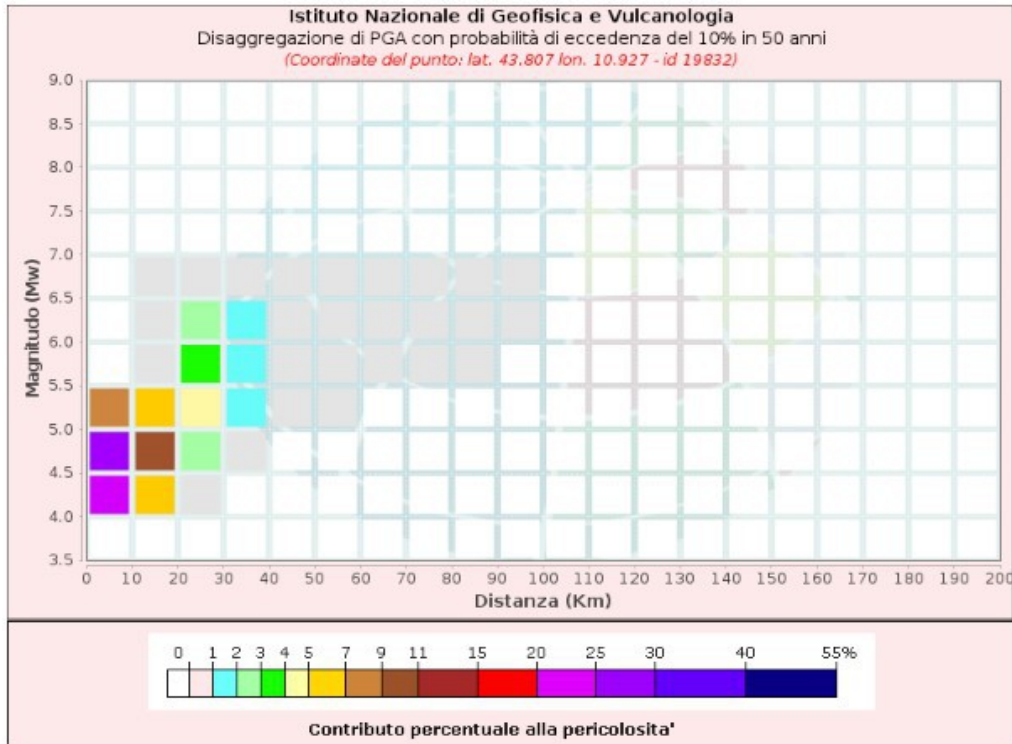


Mappa di pericolosità sismica - Accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi ( $V_s > 800$  m/s; cat.A) – da INGV

Per valutare i contributi di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità di sito viene operata la disaggregazione della pericolosità sismica. La disaggregazione in M-R fornisce il terremoto che domina lo scenario di pericolosità (terremoto di scenario) come l’evento di magnitudo M a distanza R dal sito di interesse, che contribuisce maggiormente alla pericolosità sismica dello stesso.

Dalla mappa di pericolosità sismica viene effettuata un'analisi della disaggregazione dei valori di  $a(g)$  e per ogni nodo della griglia di calcolo è possibile valutare il contributo percentuale alla stima di pericolosità fornito da tutte le possibili coppie di valori di magnitudo e distanza.

Questa informazione è riportata sia in forma grafica che in forma tabellare.



**Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni**  
 (Coordinate del punto: lat. 43.807 lon. 10.927 - id 19832)

Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	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	22.0000	27.0000	8.1600	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	5.3200	10.3000	5.7400	0.7140	0.2510	0.0342	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.3580	2.9400	4.2900	3.1800	2.1000	0.3200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0898	1.2100	1.7700	1.6000	0.2830	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.1470	0.6820	0.7230	0.1460	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0086	0.1920	0.2280	0.0534	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0270	0.0805	0.0236	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0233	0.0107	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0056	0.0047	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0007	0.0009	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	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

Questo tipo di analisi è utile nell'individuazione della sorgente sismogenetica che contribuisce maggiormente a produrre il valore di scuotimento stimato in termini probabilistici.

La Magnitudo media riferibile all'area di intervento è pari a 4,89.

Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
4.89	12.2	1.08

Dove  $\epsilon$  rappresenta il numero di deviazioni standard per cui lo scuotimento (logaritmico) devia dal valore mediano predetto da una data legge di attenuazione dati M ed R.

### **DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE**

La pericolosità sismica di base, cioè le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di interesse, per una determinata probabilità di superamento, si può ritenere definita quando vengono designati un'accelerazione orizzontale massima ( $a_g$ ) ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione, riferiti ad un suolo rigido e ad una superficie topografica orizzontale.

Per poter definire la pericolosità sismica di base le NTC si rifanno ad una procedura basata sui risultati disponibili anche sul sito web dell'INGV <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>, nella sezione "Mappe interattive della pericolosità sismica".

Secondo le NTC le forme spettrali sono definite per 9 differenti periodi di ritorno TR (30, 50, 72, 101, 140, 201, 475, 975 e 2475 anni) a partire dai valori dei seguenti parametri riferiti a terreno rigido orizzontale, cioè valutati in condizioni ideali di sito, definiti nell'Allegato A alle NTC08:

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima;

$F_0$  = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

$T_c^*$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I tre parametri si ricavano per il 50° percentile ed attribuendo a:

$a_g$ , il valore previsto dalla pericolosità sismica S1

$F_0$  e  $T_c^*$  i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC08 scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica S1 (il minimo è ottenuto ai minimi quadrati, su valori normalizzati).

I valori di questi parametri vengono forniti nella seguente tabella, contenuta nell'Allegato B delle NTC08, per i 10751 punti di un reticolo di riferimento in cui è suddiviso il territorio nazionale, identificati dalle coordinate geografiche longitudine e latitudine.

ID	LON	LAT	TR = 30			TR = 50			TR = 72			TR = 101		
			$a_g$	$F_0$	$T_c^*$	$a_g$	$F_0$	$T_c^*$	$a_g$	$F_0$	$T_c^*$	$a_g$	$F_0$	$T_c^*$
13111	6.5448	45.1340	0.263	2.500	0.180	0.340	2.510	0.210	0.394	2.550	0.220	0.469	2.490	0.240
13333	6.5506	45.0850	0.264	2.490	0.180	0.341	2.510	0.210	0.395	2.550	0.220	0.469	2.490	0.240
13555	6.5564	45.0350	0.264	2.500	0.180	0.340	2.510	0.200	0.393	2.550	0.220	0.466	2.500	0.240

13777	6.5621	44.9850	0.263	2.500	0.180	0.338	2.520	0.200	0.391	2.550	0.220	0.462	2.510	0.240
12890	6.6096	45.1880	0.284	2.460	0.190	0.364	2.510	0.210	0.431	2.500	0.220	0.509	2.480	0.240
13112	6.6153	45.1390	0.286	2.460	0.190	0.366	2.510	0.210	0.433	2.500	0.220	0.511	2.480	0.240
13334	6.6210	45.0890	0.288	2.460	0.190	0.367	2.510	0.210	0.434	2.500	0.220	0.511	2.490	0.240
13556	6.6268	45.0390	0.288	2.460	0.190	0.367	2.510	0.210	0.433	2.510	0.220	0.510	2.490	0.240
13778	6.6325	44.9890	0.288	2.460	0.190	0.366	2.520	0.210	0.430	2.510	0.220	0.507	2.500	0.240
14000	6.6383	44.9390	0.286	2.470	0.190	0.363	2.520	0.210	0.426	2.520	0.220	0.502	2.500	0.240
14222	6.6439	44.8890	0.284	2.470	0.190	0.360	2.530	0.210	0.421	2.530	0.220	0.497	2.500	0.240
12891	6.6803	45.1920	0.306	2.430	0.200	0.389	2.500	0.210	0.467	2.470	0.230	0.544	2.490	0.230
10228	6.6826	45.7940	0.283	2.420	0.200	0.364	2.460	0.220	0.430	2.460	0.240	0.505	2.440	0.250
13113	6.6860	45.1430	0.309	2.430	0.200	0.391	2.510	0.210	0.470	2.470	0.230	0.546	2.490	0.230
10450	6.6885	45.7450	0.278	2.440	0.200	0.356	2.480	0.220	0.415	2.500	0.230	0.485	2.470	0.250
13335	6.6915	45.0930	0.310	2.430	0.200	0.392	2.510	0.210	0.470	2.480	0.230	0.546	2.500	0.230
10672	6.6942	45.6950	0.275	2.450	0.200	0.351	2.490	0.210	0.406	2.520	0.230	0.475	2.490	0.250
13557	6.6973	45.0430	0.311	2.440	0.200	0.392	2.520	0.210	0.469	2.480	0.230	0.545	2.500	0.230
13779	6.7029	44.9930	0.310	2.440	0.200	0.391	2.520	0.210	0.467	2.480	0.230	0.543	2.500	0.230

*Stralcio della tabella contenuta nell'Allegato B delle NTC08, che fornisce i 3 parametri di pericolosità sismica, per diversi periodi di ritorno e per ogni nodo del reticolo che viene identificato da un ID e dalle coordinate geografiche.*

Qualora la pericolosità sismica del sito sul reticolo di riferimento non consideri il periodo di ritorno TR corrispondente alla VR e PVR fissate, il valore del generico parametro p ad esso corrispondente potrà essere ricavato per interpolazione, a partire dai dati relativi ai tempi di ritorno previsti nella pericolosità di base, utilizzando la seguente espressione dell'Allegato A alle NTC08:

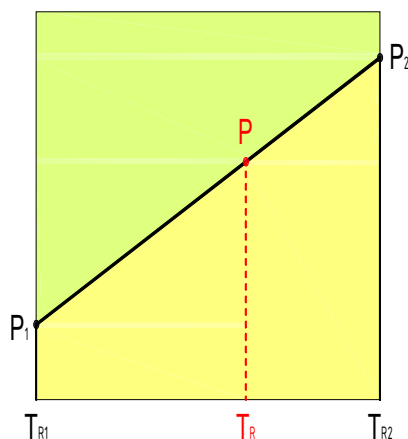
$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \times \log\left(\frac{T_R}{T_{R1}}\right) \times \left[\log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right)\right]^{-1} \quad (4.1)$$

nella quale p è il valore del parametro di interesse (ag, Fo, TC\*) corrispondente al periodo di ritorno TR desiderato, mentre p1, 2 è il valore di tale parametro corrispondente al periodo di ritorno TR1, 2.

Per un qualunque punto del territorio non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri p possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando l'espressione dell'Allegato A alle NTC08:

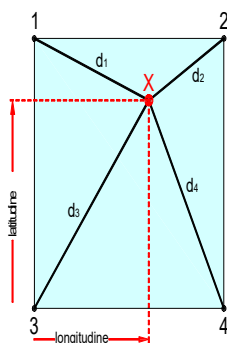
$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}} \quad (4.2)$$

nella quale p è il valore del parametro di interesse (ag, Fo, TC\*) corrispondente al punto considerato, pi è il valore di tale parametro nell'i-esimo vertice della maglia elementare contenente il punto in esame e di è la distanza del punto in esame dall'i-esimo vertice della suddetta maglia.



*Interpolazione dei periodi di ritorno, per ottenere i parametri di pericolosità sismica, in accordo alla procedura delle NTC08.*

La procedura per interpolare le coordinate geografiche è schematizzata nella figura che segue.



*Interpolazione delle coordinate geografiche, per ottenere i parametri di pericolosità sismica, in accordo alla procedura delle NTC08.*

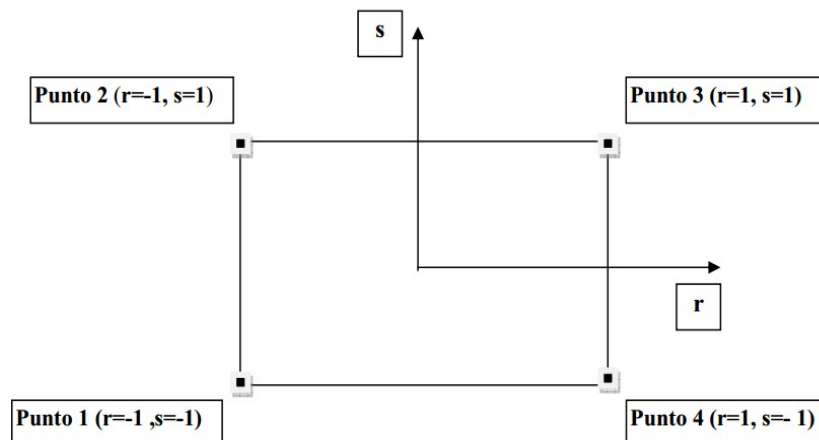
Pertanto per poter procedere all'interpolazione delle coordinate geografiche, in accordo alla procedura delle NTC08, bisogna calcolare le distanze che intercorrono tra i 4 punti del reticolo e il punto di interesse. Questo calcolo può essere eseguito approssimativamente utilizzando le formule della trigonometria sferica, che danno la distanza geodetica tra due punti, di cui siano note le coordinate geografiche. Utilizzando quindi il teorema di Eulero, la distanza  $d$  tra due punti, di cui siano note latitudine e longitudine, espresse però in radianti, si ottiene dall'espressione seguente:

$$d = R \cdot \arccos[\sin(lat\beta) \cdot \sin(lata) + \cos(lat\beta) \cdot \cos(lata) \cdot \cos(lon\alpha - lon\beta)] \quad (4.3)$$

dove  $R = 6371$  è il raggio medio terrestre in km, mentre  $lata$ ,  $lon\alpha$ ,  $lat\beta$  e  $lon\beta$  sono la latitudine e la longitudine, espresse in radianti, di due punti A e B di cui si vuole calcolare la distanza.

La formula di interpolazione sopra proposta, semplice da usare, presenta però l'inconveniente di condurre a valori di pericolosità lievemente diversi per punti affacciati ma appartenenti a maglie contigue. La modestia delle differenze (scostamenti in termini di PGA dell'ordine di  $\pm 0,01g$  ossia della precisione dei dati) a fronte della semplicità d'uso, rende tale stato di cose assolutamente accettabile.

Qualora si vogliano rappresentazioni continue della funzione interpolata, si dovrà ricorrere a metodi di interpolazione più complessi, ad esempio i polinomi di Lagrange.



*Applicazione dell'interpolazione bilineare.*

Definiti i 4 vertici di una generica maglia i polinomi di Lagrange sono così determinati:

$$h_1 = (1 - r)(1 - s)/4 \quad (4.4)$$

$$h_2 = (1 - r)(1 + s)/4 \quad (4.5)$$

$$h_3 = (1 + r)(1 + s)/4 \quad (4.6)$$

$$h_4 = (1 + r)(1 - s)/4 \quad (4.7)$$

Tra le coordinate x,y di un punto generico e le coordinate r, s dello stesso punto valgono le seguenti relazioni:

$$4x = \sum_{i=1}^4 h_i x_i = [(1 - r)(1 - s)x_1 + (1 - r)(1 + s)x_2 + (1 + r)(1 + s)x_3 + (1 + r)(1 - s)x_4] \quad (4.8)$$

$$4y = \sum_{i=1}^4 h_i y_i = [(1 - r)(1 - s)y_1 + (1 - r)(1 + s)y_2 + (1 + r)(1 + s)y_3 + (1 + r)(1 - s)y_4] \quad (4.9)$$

La soluzione del sistema di equazioni non lineari è ottenuta iterativamente e, tramite i valori di r ed s, si determinano i parametri  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c^*$  dall'equazione:

$$4p = \sum_{i=1}^4 h_i p_i = [(1 - r)(1 - s)p_1 + (1 - r)(1 + s)p_2 + (1 + r)(1 + s)p_3 + (1 + r)(1 - s)p_4] \quad (4.10)$$

Dove p rappresenta il parametro cercato.

### **PERICOLOSITA' SISMICA DI SITO**

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. Per la singola opera o per il 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 (sottosuolo di categoria A, definito al § 3.2.2).

### COEFFICIENTI SISMICI

I coefficienti sismici orizzontale  $K_h$  e verticale  $K_v$  dipendono del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi e del tipo di opera da calcolare. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno (TR) dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$TR = -VR / \ln(1 - PVR)$$

Con VR vita di riferimento della costruzione e PVR probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso VR non può essere inferiore a 35 anni.

### STABILITÀ DEI PENDII DI FONDAZIONE

Nel caso di stabilità dei pendii i coefficienti  $K_h$  e  $K_v$  sono così determinati:

$$K_h = \beta_s \times (a_{max}/g)$$

$$K_v = \pm 0,5 \times K_h$$

Con

$\beta_s$  coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

$a_{max}$  accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

$g$  accelerazione di gravità.

I valori di  $\beta_s$  sono riportati nella seguente tabella.

Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	$\beta_s$	$\beta_s$
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,30	0,28
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,27	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,20

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa al sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$a_{max} = SS \cdot ST \cdot a_g$

SS (effetto di amplificazione stratigrafica) ( $0,90 \leq S_s \leq 1,80$ ) è funzione di  $F_0$  (Fattore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e della categoria di suolo (A, B, C, D, E).

ST (effetto di amplificazione topografica), varia con il variare delle quattro categorie topografiche:

T1:  $ST = 1,0$ ; T2:  $ST = 1,20$ ; T3:  $ST = 1,2$ ; T4:  $ST = 1,40$ .

## 2.5 VERIFICHE DI PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE E DI SITO

### Vinci capoluogo

#### PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

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: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84):	43.7850075	[°]
Longitudine (WGS84):	10.9247713	[°]
Latitudine (ED50):	43.7859688	[°]
Longitudine (ED50):	10.9257612	[°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	19831	43.805360	10.857720	5871.47
2	19832	43.806890	10.926920	2328.39
3	20054	43.756910	10.929020	3241.57
4	20053	43.755370	10.859850	6291.63

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, 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	2.555	0.244
SLD	50	0.054	2.584	0.257
	72	0.060	2.615	0.268
	101	0.069	2.595	0.275
	140	0.076	2.609	0.281
	201	0.089	2.525	0.288
SLV	475	0.127	2.387	0.293
SLC	975	0.162	2.379	0.299
	2475	0.214	2.404	0.311

#### Punto 2

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.045	2.556	0.246
SLD	50	0.054	2.586	0.259
	72	0.061	2.614	0.270
	101	0.069	2.596	0.277
	140	0.077	2.611	0.282
	201	0.090	2.520	0.289
SLV	475	0.128	2.389	0.294
SLC	975	0.162	2.378	0.303
	2475	0.215	2.406	0.312

#### Punto 3

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.044	2.564	0.246
SLD	50	0.053	2.587	0.258
	72	0.060	2.617	0.269
	101	0.067	2.600	0.275
	140	0.075	2.613	0.280
	201	0.085	2.593	0.287
SLV	475	0.124	2.397	0.292
SLC	975	0.159	2.376	0.297
	2475	0.209	2.403	0.310

#### Punto 4

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.043	2.560	0.244
SLD	50	0.053	2.581	0.256
	72	0.059	2.611	0.267
	101	0.067	2.594	0.274
	140	0.075	2.608	0.278
	201	0.085	2.607	0.285
SLV	475	0.124	2.404	0.290
SLC	975	0.158	2.376	0.295
	2475	0.209	2.401	0.309

#### Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.044	2.559	0.245
SLD	50	0.054	2.585	0.258
SLV	475	0.126	2.393	0.293
SLC	975	0.161	2.377	0.299

#### PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 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°

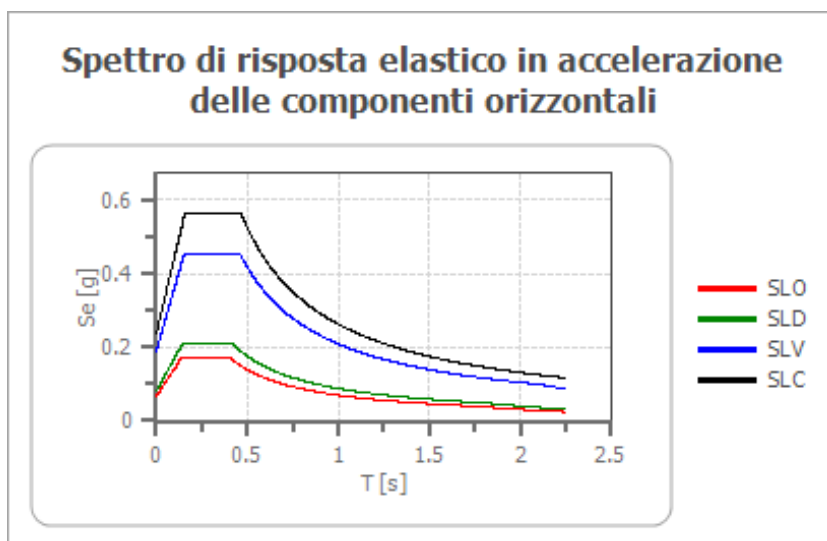
#### Stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.013	0.016	0.045	0.057
kv	0.007	0.008	0.023	0.028
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.650	0.787	1.858	2.315
Beta	0.200	0.200	0.240	0.240

#### Fronti di scavo e rilevati

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	--	0.038	0.072	--
kv	--	0.019	0.036	--
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.650	0.787	1.858	2.315
Beta	--	0.470	0.380	--

#### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali

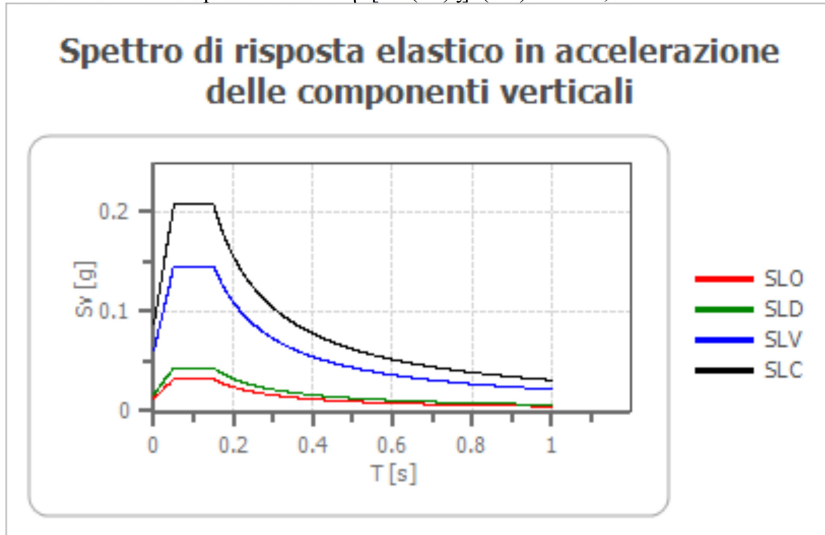


	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1.0	0.044	2.559	0.245	1.500	1.670	1.000	1.500	1.000	0.137	0.410	1.777	0.066	0.170

SLD	1.0	0.054	2.585	0.258	1.500	1.640	1.000	1.500	1.000	0.141	0.423	1.814	0.080	0.208
SLV	1.0	0.126	2.393	0.293	1.500	1.570	1.000	1.500	1.000	0.153	0.460	2.105	0.189	0.453
SLC	1.0	0.161	2.377	0.299	1.470	1.560	1.000	1.470	1.000	0.156	0.467	2.242	0.236	0.561

### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 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 [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1.0	0.044	2.559	0.245	1	1.670	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.013	0.032
SLD	1.0	0.054	2.585	0.258	1	1.640	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.017	0.043
SLV	1.0	0.126	2.393	0.293	1	1.570	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.061	0.145
SLC	1.0	0.161	2.377	0.299	1	1.560	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.087	0.206

### Vitolini

#### PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

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 ( $T_r$ ) SLO: 30 [anni]  
 Periodo di ritorno ( $T_r$ ) SLD: 50 [anni]  
 Periodo di ritorno ( $T_r$ ) SLV: 475 [anni]  
 Periodo di ritorno ( $T_r$ ) SLC: 975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto  
 Latitudine (WGS84): 43.7787628 [°]  
 Longitudine (WGS84): 10.9548235 [°]  
 Latitudine (ED50): 43.7797241 [°]  
 Longitudine (ED50): 10.9558125 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	20054	43.756910	10.929020	3326.16
2	20055	43.758400	10.998250	4151.31
3	19833	43.808380	10.996190	4545.00
4	19832	43.806890	10.926920	3808.37

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, 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	2.564	0.246
SLD	50	0.053	2.587	0.258
	72	0.060	2.617	0.269
	101	0.067	2.600	0.275
	140	0.075	2.613	0.280
	201	0.085	2.593	0.287
SLV	475	0.124	2.397	0.292
SLC	975	0.159	2.376	0.297
	2475	0.209	2.403	0.310

### Punto 2

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.044	2.567	0.247
SLD	50	0.053	2.592	0.259
	72	0.060	2.623	0.271
	101	0.067	2.607	0.277
	140	0.075	2.619	0.282
	201	0.086	2.558	0.289
SLV	475	0.125	2.392	0.294
SLC	975	0.159	2.378	0.298
	2475	0.210	2.404	0.310

### Punto 3

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.045	2.555	0.248
SLD	50	0.054	2.588	0.261
	72	0.061	2.612	0.271
	101	0.070	2.597	0.278
	140	0.077	2.612	0.283
	201	0.091	2.515	0.290
SLV	475	0.129	2.390	0.296
SLC	975	0.163	2.381	0.305
	2475	0.216	2.409	0.313

### Punto 4

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.045	2.556	0.246
SLD	50	0.054	2.586	0.259
	72	0.061	2.614	0.270
	101	0.069	2.596	0.277
	140	0.077	2.611	0.282
	201	0.090	2.520	0.289
SLV	475	0.128	2.389	0.294
SLC	975	0.162	2.378	0.303
	2475	0.215	2.406	0.312

### Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.044	2.561	0.247
SLD	50	0.054	2.588	0.259
SLV	475	0.126	2.392	0.294
SLC	975	0.161	2.378	0.300

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 5 %  
 Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$ : 1,000  
 Categoria sottosuolo: A  
 Categoria topografica: T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

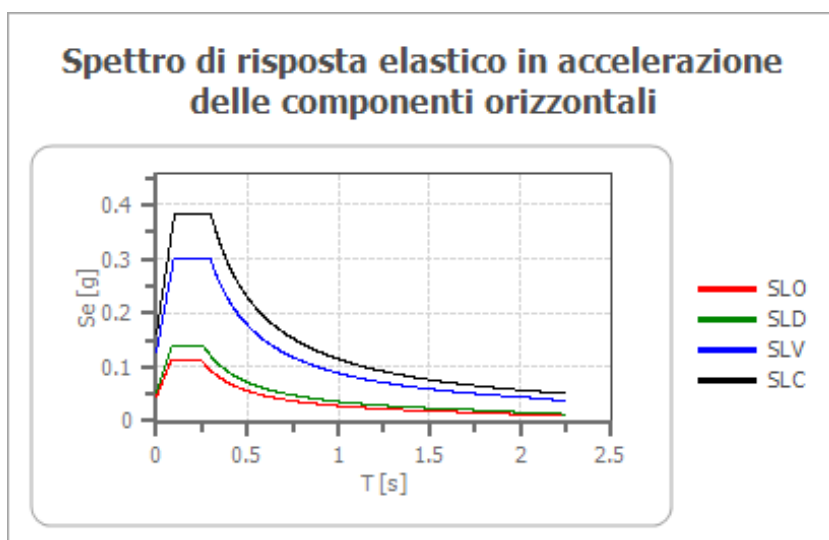
### Stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.009	0.011	0.034	0.043
kv	0.004	0.005	0.017	0.022
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.435	0.526	1.239	1.575
Beta	0.200	0.200	0.270	270

### Fronti di scavo e rilevati

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	--	0.025	0.048	--
kv	--	0.013	0.024	--
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.435	0.526	1.239	1.575
Beta	--	0.470	0.380	--

### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali

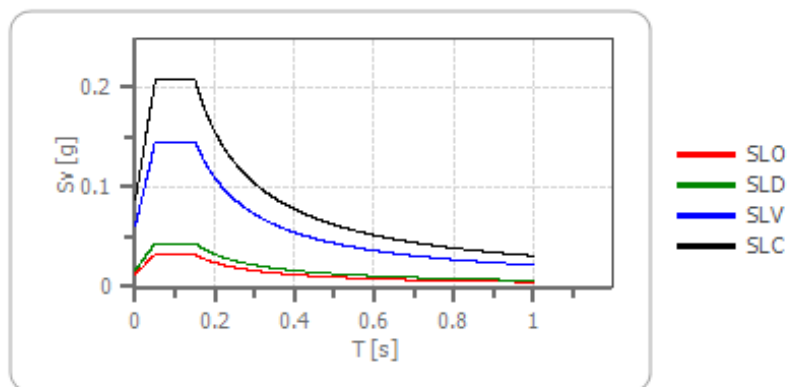


	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1.0	0.044	2.561	0.247	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.082	0.247	1.777	0.044	0.114
SLD	1.0	0.054	2.588	0.259	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.086	0.259	1.814	0.054	0.139
SLV	1.0	0.126	2.392	0.294	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.098	0.294	2.105	0.126	0.302
SLC	1.0	0.161	2.378	0.300	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.100	0.300	2.242	0.161	0.382

### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 5 %  
 Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$ : 1,000

## Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1.0	0.044	2.561	0.247	1	1.000	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.013	0.032
SLD	1.0	0.054	2.588	0.259	1	1.000	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.017	0.043
SLV	1.0	0.126	2.392	0.294	1	1.000	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.061	0.145
SLC	1.0	0.161	2.378	0.300	1	1.000	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.087	0.207

### Sant'Ansano

#### PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Vita nominale (Vn):	50	[anni]
Classe d'uso:	II	
Coefficiente d'uso (Cu):	1	
Periodo di riferimento (Vr):	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: Media ponderata

#### Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84):	43.7787628	[°]
Longitudine (WGS84):	10.9548235	[°]
Latitudine (ED50):	43.7797241	[°]
Longitudine (ED50):	10.9558125	[°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	20054	43.756910	10.929020	3326.16
2	20055	43.758400	10.998250	4151.31
3	19833	43.808380	10.996190	4545.00
4	19832	43.806890	10.926920	3808.37

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, 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	2.564	0.246
SLD	50	0.053	2.587	0.258
	72	0.060	2.617	0.269
	101	0.067	2.600	0.275

	140	0.075	2.613	0.280
	201	0.085	2.593	0.287
SLV	475	0.124	2.397	0.292
SLC	975	0.159	2.376	0.297
	2475	0.209	2.403	0.310

### Punto 2

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.044	2.567	0.247
SLD	50	0.053	2.592	0.259
	72	0.060	2.623	0.271
	101	0.067	2.607	0.277
	140	0.075	2.619	0.282
	201	0.086	2.558	0.289
SLV	475	0.125	2.392	0.294
SLC	975	0.159	2.378	0.298
	2475	0.210	2.404	0.310

### Punto 3

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.045	2.555	0.248
SLD	50	0.054	2.588	0.261
	72	0.061	2.612	0.271
	101	0.070	2.597	0.278
	140	0.077	2.612	0.283
	201	0.091	2.515	0.290
SLV	475	0.129	2.390	0.296
SLC	975	0.163	2.381	0.305
	2475	0.216	2.409	0.313

### Punto 4

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.045	2.556	0.246
SLD	50	0.054	2.586	0.259
	72	0.061	2.614	0.270
	101	0.069	2.596	0.277
	140	0.077	2.611	0.282
	201	0.090	2.520	0.289
SLV	475	0.128	2.389	0.294
SLC	975	0.162	2.378	0.303
	2475	0.215	2.406	0.312

### Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.044	2.561	0.247
SLD	50	0.054	2.588	0.259
SLV	475	0.126	2.392	0.294
SLC	975	0.161	2.378	0.300

## PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 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°

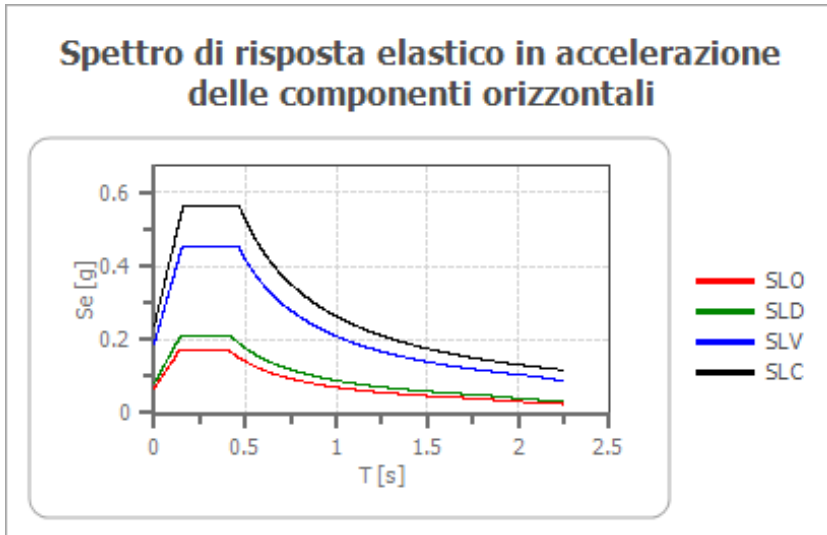
### Stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.013	0.016	0.045	0.057
kv	0.007	0.008	0.023	0.028
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.652	0.788	1.858	2.315
Beta	0.200	0.200	0.240	0.240

### Fronti di scavo e rilevati

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	--	0.038	0.072	--
kv	--	0.019	0.036	--
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.652	0.788	1.858	2.315
Beta	--	0.470	0.380	--

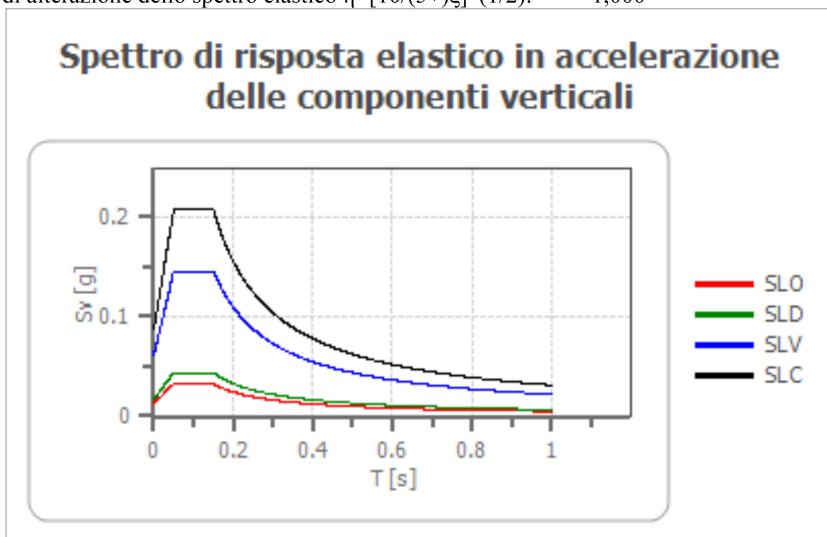
### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1.0	0.044	2.561	0.247	1.500	1.670	1.000	1.500	1.000	0.137	0.412	1.777	0.066	0.170
SLD	1.0	0.054	2.588	0.259	1.500	1.640	1.000	1.500	1.000	0.142	0.425	1.814	0.080	0.208
SLV	1.0	0.126	2.392	0.294	1.500	1.570	1.000	1.500	1.000	0.154	0.461	2.105	0.190	0.453
SLC	1.0	0.161	2.378	0.300	1.470	1.560	1.000	1.470	1.000	0.156	0.469	2.242	0.236	0.561

### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 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 [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1.0	0.044	2.561	0.247	1	1.670	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.013	0.032
SLD	1.0	0.054	2.588	0.259	1	1.640	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.017	0.043
SLV	1.0	0.126	2.392	0.294	1	1.570	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.061	0.145
SLC	1.0	0.161	2.378	0.300	1	1.560	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.087	0.207



## PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Vita nominale (Vn): 50 [anni]  
 Classe d'uso: II  
 Coefficiente d'uso (Cu): 1  
 Periodo di riferimento (Vr): 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: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 43.7250557 [°]  
 Longitudine (WGS84): 10.9391432 [°]  
 Latitudine (ED50): 43.7260170 [°]  
 Longitudine (ED50): 10.9401321 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	20276	43.706930	10.931130	2242.34
2	20277	43.708420	11.000230	5211.20
3	20055	43.758400	10.998250	5896.06
4	20054	43.756910	10.929020	3549.21

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, 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	2.558	0.244
SLD	50	0.053	2.574	0.256
	72	0.060	2.607	0.267
	101	0.068	2.584	0.272
	140	0.077	2.589	0.276
	201	0.088	2.570	0.282
SLV	475	0.119	2.544	0.289
SLC	975	0.159	2.417	0.293
	2475	0.209	2.422	0.304

### Punto 2

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.044	2.566	0.247
SLD	50	0.053	2.584	0.258
	72	0.060	2.613	0.269
	101	0.068	2.594	0.275
	140	0.075	2.609	0.279
	201	0.086	2.599	0.285
SLV	475	0.121	2.467	0.290
SLC	975	0.156	2.405	0.295
	2475	0.209	2.391	0.306

### Punto 3

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.044	2.567	0.247
SLD	50	0.053	2.592	0.259
	72	0.060	2.623	0.271
	101	0.067	2.607	0.277

	140	0.075	2.619	0.282
	201	0.086	2.558	0.289
SLV	475	0.125	2.392	0.294
SLC	975	0.159	2.378	0.298
	2475	0.210	2.404	0.310

#### Punto 4

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.044	2.564	0.246
SLD	50	0.053	2.587	0.258
	72	0.060	2.617	0.269
	101	0.067	2.600	0.275
	140	0.075	2.613	0.280
	201	0.085	2.593	0.287
SLV	475	0.124	2.397	0.292
SLC	975	0.159	2.376	0.297
	2475	0.209	2.403	0.310

#### Punto d'Indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.044	2.562	0.245
SLD	50	0.053	2.582	0.257
SLV	475	0.122	2.469	0.291
SLC	975	0.158	2.398	0.295

### PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 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°

#### Stabilità di pendii e fondazioni

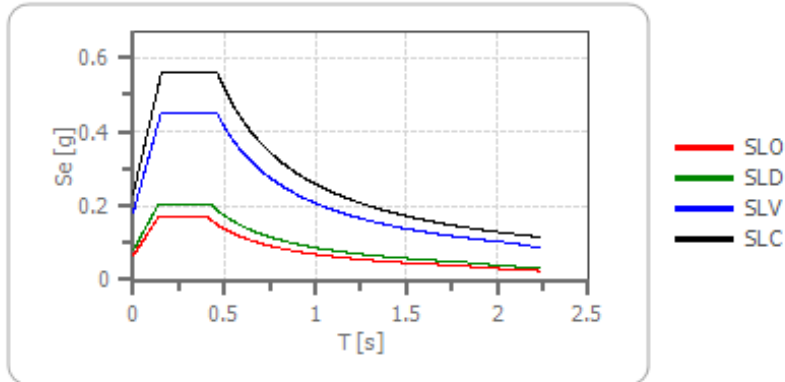
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.013	0.016	0.044	0.056
kv	0.007	0.008	0.022	0.028
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.642	0.781	1.790	2.282
Beta	0.200	0.200	0.240	0.240

#### Fronti di scavo e rilevati

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	--	0.037	0.069	--
kv	--	0.019	0.035	--
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.642	0.781	1.790	2.282
Beta	--	0.470	0.380	--

#### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali

### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali

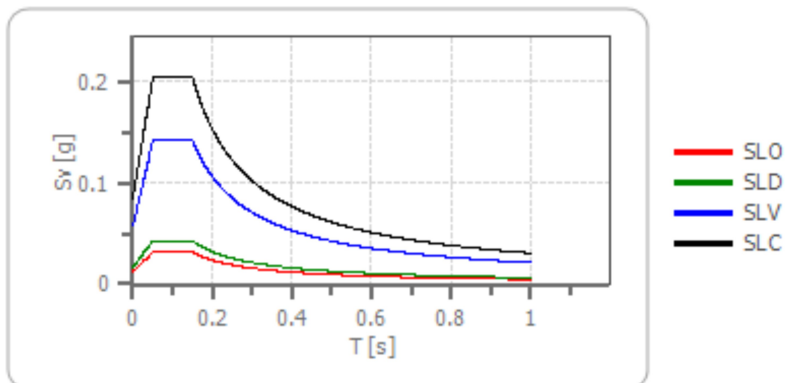


	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1.0	0.044	2.562	0.245	1.500	1.670	1.000	1.500	1.000	0.137	0.410	1.775	0.066	0.168
SLD	1.0	0.053	2.582	0.257	1.500	1.640	1.000	1.500	1.000	0.141	0.422	1.812	0.080	0.206
SLV	1.0	0.122	2.469	0.291	1.500	1.580	1.000	1.500	1.000	0.153	0.459	2.087	0.183	0.451
SLC	1.0	0.158	2.398	0.295	1.470	1.570	1.000	1.470	1.000	0.154	0.463	2.233	0.233	0.558

### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 5 %  
 Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta = [10 / (5 + \xi)]^{(1/2)}$ : 1,000

### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



	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	0.044	2.562	0.245	1	1.670	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.012	0.032
SLD	1.0	0.053	2.582	0.257	1	1.640	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.017	0.043
SLV	1.0	0.122	2.469	0.291	1	1.580	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.057	0.142
SLC	1.0	0.158	2.398	0.295	1	1.570	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.085	0.204

### Spicchio

#### PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Vita nominale (Vn): 50 [anni]  
 Classe d'uso: II  
 Coefficiente d'uso (Cu): 1  
 Periodo di riferimento (Vr): 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: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto  
 Latitudine (WGS84): 43.7280960 [°]  
 Longitudine (WGS84): 10.9504404 [°]  
 Latitudine (ED50): 43.7290573 [°]  
 Longitudine (ED50): 10.9514294 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	20276	43.706930	10.931130	2952.12
2	20277	43.708420	11.000230	4543.91
3	20055	43.758400	10.998250	4979.19
4	20054	43.756910	10.929020	3582.27

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, 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	2.558	0.244
SLD	50	0.053	2.574	0.256
	72	0.060	2.607	0.267
	101	0.068	2.584	0.272
	140	0.077	2.589	0.276
	201	0.088	2.570	0.282
SLV	475	0.119	2.544	0.289
SLC	975	0.159	2.417	0.293
	2475	0.209	2.422	0.304

#### Punto 2

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.044	2.566	0.247
SLD	50	0.053	2.584	0.258
	72	0.060	2.613	0.269
	101	0.068	2.594	0.275
	140	0.075	2.609	0.279
	201	0.086	2.599	0.285
SLV	475	0.121	2.467	0.290
SLC	975	0.156	2.405	0.295
	2475	0.209	2.391	0.306

#### Punto 3

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.044	2.567	0.247
SLD	50	0.053	2.592	0.259
	72	0.060	2.623	0.271
	101	0.067	2.607	0.277
	140	0.075	2.619	0.282
	201	0.086	2.558	0.289
SLV	475	0.125	2.392	0.294
SLC	975	0.159	2.378	0.298
	2475	0.210	2.404	0.310

#### Punto 4

Stato limite	Tr	ag	F0	Tc*
--------------	----	----	----	-----

	[anni]	[g]	[-]	[s]
SLO	30	0.044	2.564	0.246
SLD	50	0.053	2.587	0.258
	72	0.060	2.617	0.269
	101	0.067	2.600	0.275
	140	0.075	2.613	0.280
	201	0.085	2.593	0.287
SLV	475	0.124	2.397	0.292
SLC	975	0.159	2.376	0.297
	2475	0.209	2.403	0.310

### Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.044	2.563	0.246
SLD	50	0.053	2.583	0.257
SLV	475	0.122	2.459	0.291
SLC	975	0.158	2.396	0.295

### PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 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°

\*

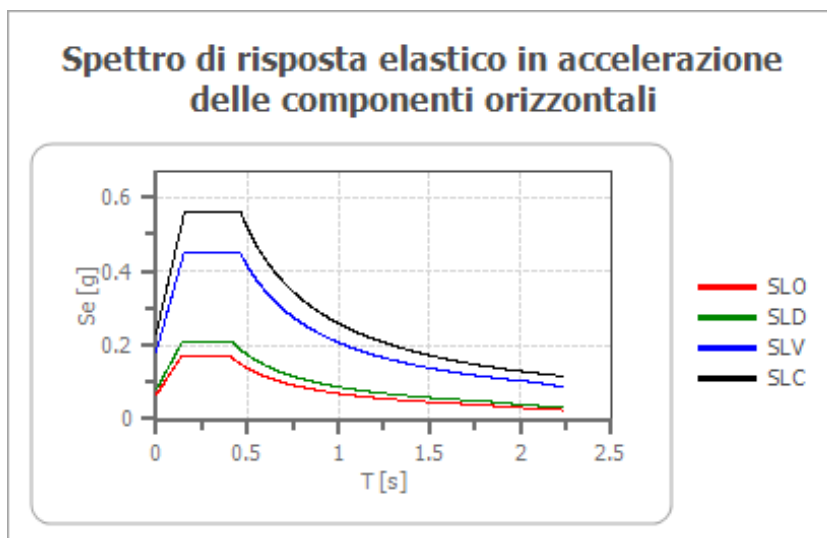
### Stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.013	0.016	0.044	0.056
kv	0.007	0.008	0.022	0.028
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.643	0.781	1.795	2.281
Beta	0.200	0.200	0.240	0.240

### Fronti di scavo e rilevati

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	--	0.037	0.070	--
kv	--	0.019	0.035	--
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.643	0.781	1.795	2.281
Beta	--	0.470	0.380	--

### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali

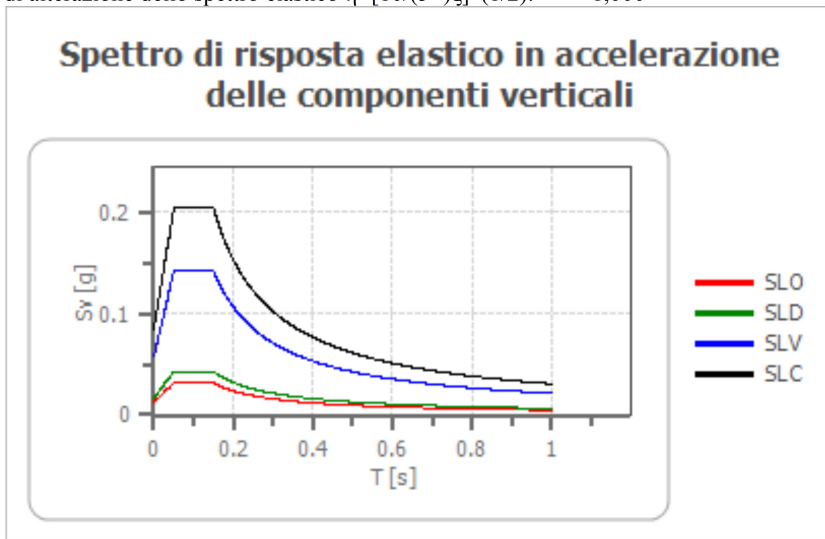


	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1.0	0.044	2.563	0.246	1.500	1.670	1.000	1.500	1.000	0.137	0.410	1.775	0.066	0.168
SLD	1.0	0.053	2.583	0.257	1.500	1.640	1.000	1.500	1.000	0.141	0.422	1.812	0.080	0.206
SLV	1.0	0.122	2.459	0.291	1.500	1.580	1.000	1.500	1.000	0.153	0.459	2.088	0.183	0.450

SLC	1.0	0.158	2.396	0.295	1.470	1.570	1.000	1.470	1.000	0.155	0.464	2.233	0.233	0.557
-----	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 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 [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1.0	0.044	2.563	0.246	1	1.670	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.012	0.032
SLD	1.0	0.053	2.583	0.257	1	1.640	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.017	0.043
SLV	1.0	0.122	2.459	0.291	1	1.580	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.058	0.142
SLC	1.0	0.158	2.396	0.295	1	1.570	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.085	0.204

### Mercatale Zona Industriale

#### PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Vita nominale (Vn): 50 [anni]  
 Classe d'uso: II  
 Coefficiente d'uso (Cu): 1  
 Periodo di riferimento (Vr): 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: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto  
 Latitudine (WGS84): 43.7453995 [°]  
 Longitudine (WGS84): 10.9029541 [°]  
 Latitudine (ED50): 43.7463608 [°]  
 Longitudine (ED50): 10.9039440 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	20053	43.755370	10.859850	3680.75
2	20054	43.756910	10.929020	2330.88
3	20276	43.706930	10.931130	4898.39
4	20275	43.705400	10.862010	5665.48

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

#### Punto 1

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.043	2.560	0.244
SLD	50	0.053	2.581	0.256
	72	0.059	2.611	0.267
	101	0.067	2.594	0.274
	140	0.075	2.608	0.278
	201	0.085	2.607	0.285
SLV	475	0.124	2.404	0.290
SLC	975	0.158	2.376	0.295
	2475	0.209	2.401	0.309

#### Punto 2

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.044	2.564	0.246
SLD	50	0.053	2.587	0.258
	72	0.060	2.617	0.269
	101	0.067	2.600	0.275
	140	0.075	2.613	0.280
	201	0.085	2.593	0.287
SLV	475	0.124	2.397	0.292
SLC	975	0.159	2.376	0.297
	2475	0.209	2.403	0.310

#### Punto 3

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.044	2.558	0.244
SLD	50	0.053	2.574	0.256
	72	0.060	2.607	0.267
	101	0.068	2.584	0.272
	140	0.077	2.589	0.276
	201	0.088	2.570	0.282
SLV	475	0.119	2.544	0.289
SLC	975	0.159	2.417	0.293
	2475	0.209	2.422	0.304

#### Punto 4

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.044	2.550	0.243
SLD	50	0.053	2.570	0.255
	72	0.060	2.601	0.265
	101	0.069	2.565	0.271
	140	0.078	2.573	0.274
	201	0.089	2.557	0.279
SLV	475	0.119	2.559	0.287
SLC	975	0.159	2.430	0.291
	2475	0.208	2.448	0.303

#### Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.044	2.559	0.244
SLD	50	0.053	2.580	0.256
SLV	475	0.122	2.453	0.290
SLC	975	0.159	2.392	0.295

### PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 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°

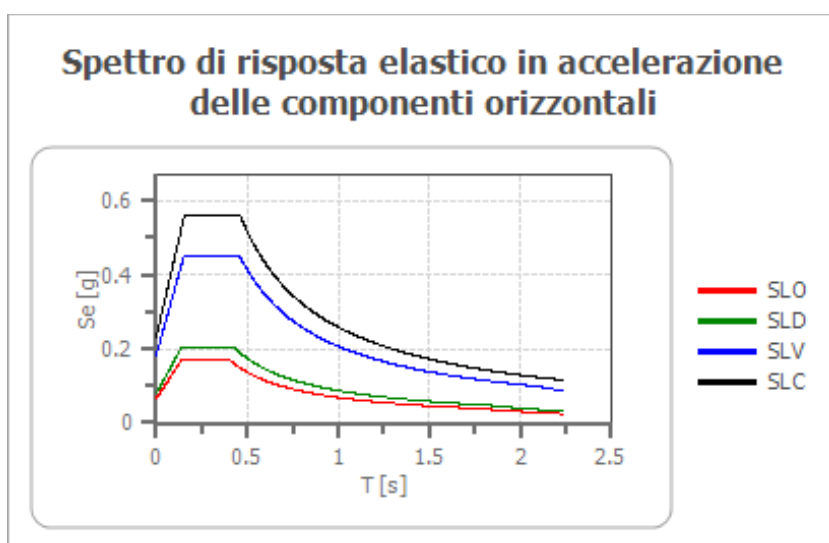
### Stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.013	0.016	0.044	0.056
kv	0.007	0.008	0.022	0.028
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.642	0.780	1.802	2.287
Beta	0.200	0.200	0.240	0.240

### Fronti di scavo e rilevati

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	--	0.037	0.070	--
kv	--	0.019	0.035	--
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.642	0.780	1.802	2.287
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	0.044	2.559	0.244	1.500	1.670	1.000	1.500	1.000	0.136	0.408	1.774	0.065	0.167
SLD	1.0	0.053	2.580	0.256	1.500	1.650	1.000	1.500	1.000	0.141	0.423	1.812	0.080	0.205
SLV	1.0	0.122	2.453	0.290	1.500	1.580	1.000	1.500	1.000	0.153	0.458	2.090	0.184	0.451
SLC	1.0	0.159	2.392	0.295	1.470	1.570	1.000	1.470	1.000	0.154	0.463	2.234	0.233	0.558

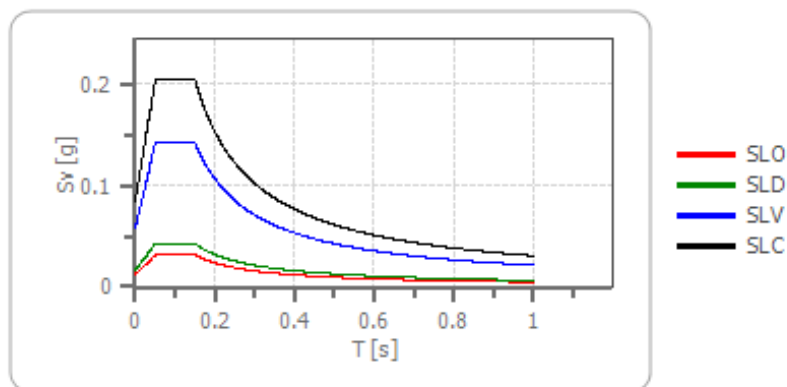
### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$ : 1,000



## Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1.0	0.044	2.559	0.244	1	1.670	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.012	0.031
SLD	1.0	0.053	2.580	0.256	1	1.650	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.016	0.043
SLV	1.0	0.122	2.453	0.290	1	1.580	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.058	0.142
SLC	1.0	0.159	2.392	0.295	1	1.570	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.085	0.204

### Apparita

#### PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Vita nominale (Vn):	50	[anni]
Classe d'uso:	II	
Coefficiente d'uso (Cu):	1	
Periodo di riferimento (Vr):	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: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84):	43.7898712	[°]
Longitudine (WGS84):	10.9029541	[°]
Latitudine (ED50):	43.7908325	[°]
Longitudine (ED50):	10.9039450	[°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	19831	43.805360	10.857720	4046.46
2	19832	43.806890	10.926920	2566.83
3	20054	43.756910	10.929020	4275.53
4	20053	43.755370	10.859850	5299.35

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, 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	2.555	0.244
SLD	50	0.054	2.584	0.257
	72	0.060	2.615	0.268
	101	0.069	2.595	0.275

	140	0.076	2.609	0.281
	201	0.089	2.525	0.288
SLV	475	0.127	2.387	0.293
SLC	975	0.162	2.379	0.299
	2475	0.214	2.404	0.311

### Punto 2

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.045	2.556	0.246
SLD	50	0.054	2.586	0.259
	72	0.061	2.614	0.270
	101	0.069	2.596	0.277
	140	0.077	2.611	0.282
	201	0.090	2.520	0.289
SLV	475	0.128	2.389	0.294
SLC	975	0.162	2.378	0.303
	2475	0.215	2.406	0.312

### Punto 3

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.044	2.564	0.246
SLD	50	0.053	2.587	0.258
	72	0.060	2.617	0.269
	101	0.067	2.600	0.275
	140	0.075	2.613	0.280
	201	0.085	2.593	0.287
SLV	475	0.124	2.397	0.292
SLC	975	0.159	2.376	0.297
	2475	0.209	2.403	0.310

### Punto 4

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.043	2.560	0.244
SLD	50	0.053	2.581	0.256
	72	0.059	2.611	0.267
	101	0.067	2.594	0.274
	140	0.075	2.608	0.278
	201	0.085	2.607	0.285
SLV	475	0.124	2.404	0.290
SLC	975	0.158	2.376	0.295
	2475	0.209	2.401	0.309

### Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.044	2.558	0.245
SLD	50	0.054	2.585	0.258
SLV	475	0.126	2.393	0.293
SLC	975	0.161	2.377	0.299

### PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 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°

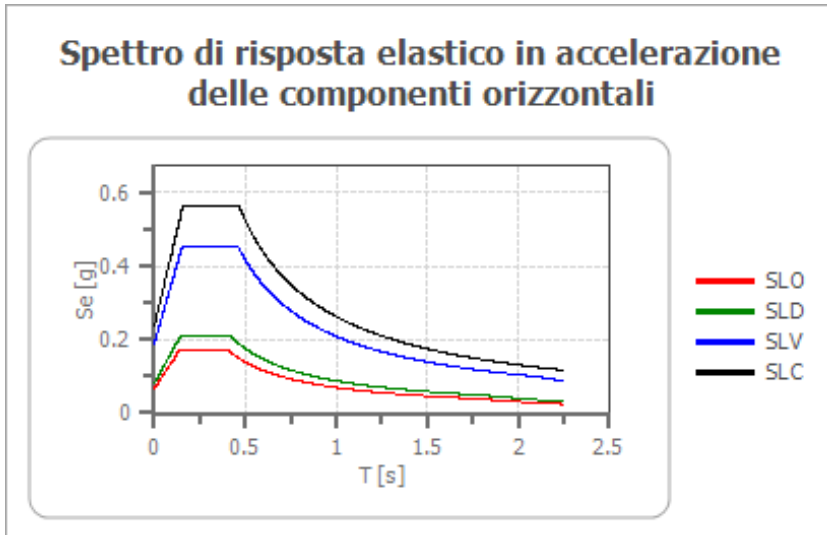
### Stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.013	0.016	0.046	0.057
kv	0.007	0.008	0.023	0.028
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.650	0.787	1.859	2.316
Beta	0.200	0.200	0.240	0.240

### Fronti di scavo e rilevati

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	--	0.038	0.072	--
kv	--	0.019	0.036	--
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.650	0.787	1.859	2.316
Beta	--	0.470	0.380	--

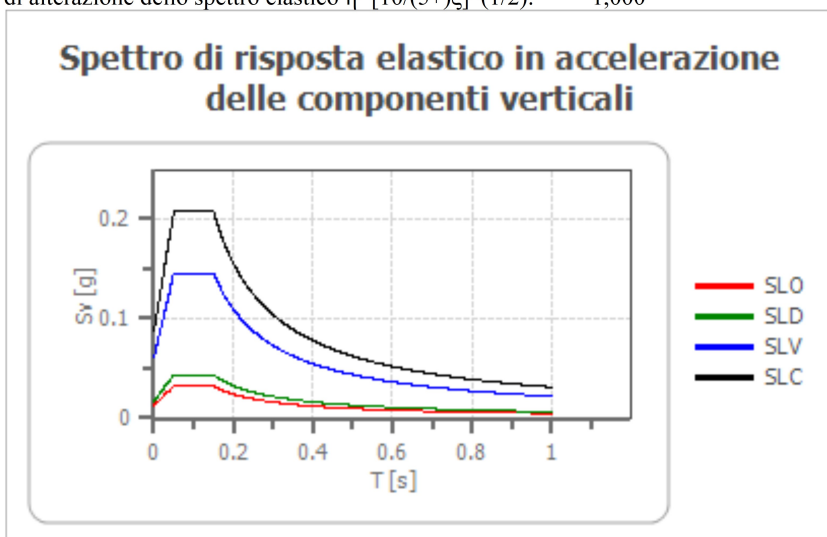
### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1.0	0.044	2.558	0.245	1.500	1.670	1.000	1.500	1.000	0.136	0.409	1.777	0.066	0.170
SLD	1.0	0.054	2.585	0.258	1.500	1.640	1.000	1.500	1.000	0.141	0.423	1.814	0.080	0.208
SLV	1.0	0.126	2.393	0.293	1.500	1.570	1.000	1.500	1.000	0.153	0.460	2.106	0.190	0.454
SLC	1.0	0.161	2.377	0.299	1.470	1.560	1.000	1.470	1.000	0.156	0.467	2.243	0.236	0.562

### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 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 [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1.0	0.044	2.558	0.245	1	1.670	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.013	0.032
SLD	1.0	0.054	2.585	0.258	1	1.640	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.017	0.043
SLV	1.0	0.126	2.393	0.293	1	1.570	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.061	0.145
SLC	1.0	0.161	2.377	0.299	1	1.560	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.087	0.207

## PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Vita nominale (Vn): 50 [anni]  
 Classe d'uso: II  
 Coefficiente d'uso (Cu): 1  
 Periodo di riferimento (Vr): 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: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto  
 Latitudine (WGS84): 43.7696838 [°]  
 Longitudine (WGS84): 10.8987064 [°]  
 Latitudine (ED50): 43.7706451 [°]  
 Longitudine (ED50): 10.8996973 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	20053	43.755370	10.859850	3622.75
2	20054	43.756910	10.929020	2806.67
3	19832	43.806890	10.926920	4584.60
4	19831	43.805360	10.857720	5123.97

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

### Punto 1

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.043	2.560	0.244
SLD	50	0.053	2.581	0.256
	72	0.059	2.611	0.267
	101	0.067	2.594	0.274
	140	0.075	2.608	0.278
	201	0.085	2.607	0.285
SLV	475	0.124	2.404	0.290
SLC	975	0.158	2.376	0.295
	2475	0.209	2.401	0.309

### Punto 2

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.044	2.564	0.246
SLD	50	0.053	2.587	0.258
	72	0.060	2.617	0.269
	101	0.067	2.600	0.275
	140	0.075	2.613	0.280
	201	0.085	2.593	0.287
SLV	475	0.124	2.397	0.292
SLC	975	0.159	2.376	0.297
	2475	0.209	2.403	0.310

### Punto 3

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.045	2.556	0.246
SLD	50	0.054	2.586	0.259
	72	0.061	2.614	0.270
	101	0.069	2.596	0.277
	140	0.077	2.611	0.282
	201	0.090	2.520	0.289

SLV	475	0.128	2.389	0.294
SLC	975	0.162	2.378	0.303
	2475	0.215	2.406	0.312

#### Punto 4

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.044	2.555	0.244
SLD	50	0.054	2.584	0.257
	72	0.060	2.615	0.268
	101	0.069	2.595	0.275
	140	0.076	2.609	0.281
	201	0.089	2.525	0.288
SLV	475	0.127	2.387	0.293
SLC	975	0.162	2.379	0.299
	2475	0.214	2.404	0.311

#### Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.044	2.559	0.245
SLD	50	0.053	2.584	0.257
SLV	475	0.126	2.395	0.292
SLC	975	0.160	2.377	0.298

#### PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 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°

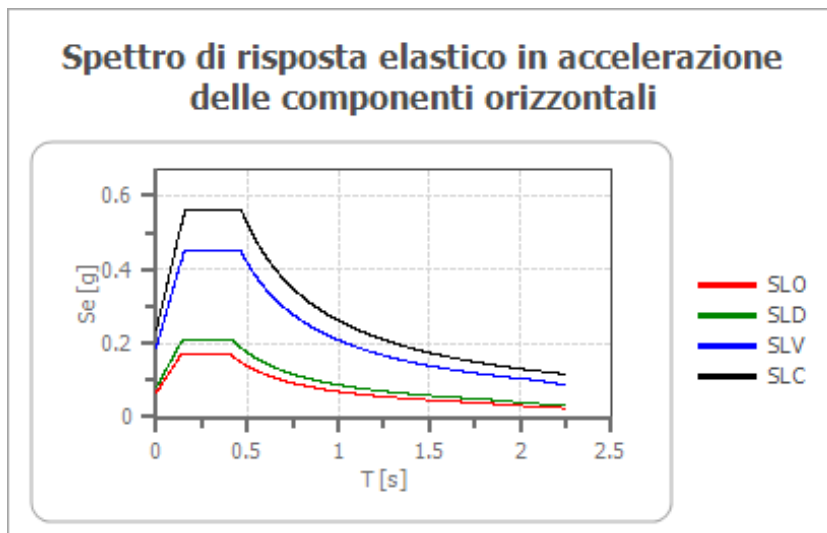
#### Stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.013	0.016	0.045	0.056
kv	0.007	0.008	0.023	0.028
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.647	0.784	1.848	2.305
Beta	0.200	0.200	0.240	0.240

#### Fronti di scavo e rilevati

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	--	0.038	0.072	--
kv	--	0.019	0.036	--
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.647	0.784	1.848	2.305
Beta	--	0.470	0.380	--

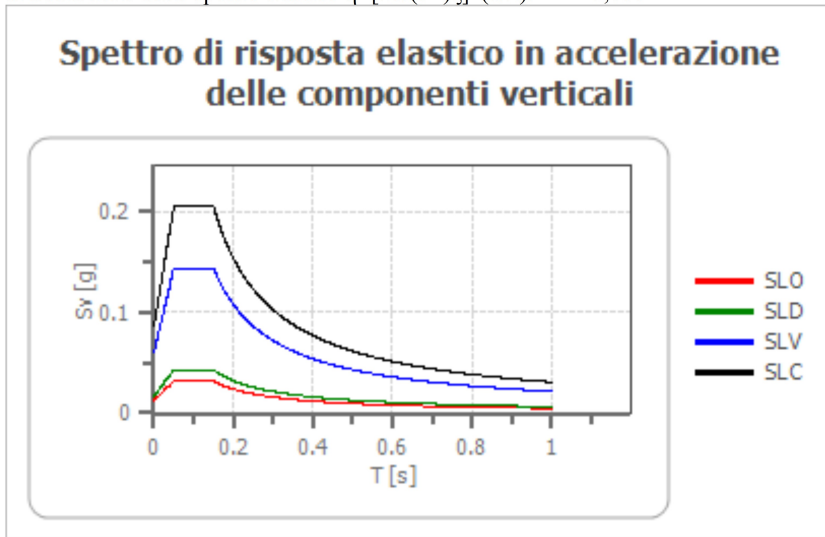
#### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1.0	0.044	2.559	0.245	1.500	1.670	1.000	1.500	1.000	0.136	0.409	1.776	0.066	0.169
SLD	1.0	0.053	2.584	0.257	1.500	1.640	1.000	1.500	1.000	0.141	0.422	1.813	0.080	0.207
SLV	1.0	0.126	2.395	0.292	1.500	1.580	1.000	1.500	1.000	0.154	0.462	2.103	0.188	0.451
SLC	1.0	0.160	2.377	0.298	1.470	1.570	1.000	1.470	1.000	0.156	0.468	2.240	0.235	0.559

### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 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 [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1.0	0.044	2.559	0.245	1	1.670	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.012	0.032
SLD	1.0	0.053	2.584	0.257	1	1.640	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.017	0.043
SLV	1.0	0.126	2.395	0.292	1	1.580	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.060	0.144
SLC	1.0	0.160	2.377	0.298	1	1.570	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.086	0.205

## 2.6 LIQUEFAZIONE – BASE TEORICA E VERIFICA PER LOCALITA'

I siti in cui si possa prevedere la realizzazione di edifici e/o manufatti dovranno risultare stabili per quanto concerne fenomeni di liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni non coesivi saturi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate.

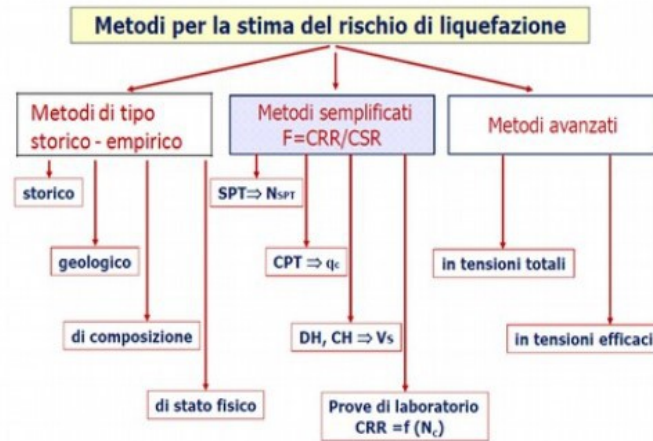
Se il terreno risulta suscettibile di liquefazione e gli effetti conseguenti appaiono tali da influire sulle condizioni di stabilità di pendii o manufatti, occorre procedere ad interventi di consolidamento del terreno e/o trasferire il carico a strati di terreno non suscettibili di liquefazione.

In assenza di interventi di miglioramento del terreno, l'impiego di fondazioni profonde richiede comunque la valutazione della riduzione della capacità portante e degli incrementi delle sollecitazioni, incrementi indotti nei pali.

Secondo le NTC 2018 la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;

3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N1)60 > 30$  oppure  $qc1N > 180$  dove  $(N1)60$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $qc1N$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ .



Metodi applicati:

Assumendo per la stima del rischio di liquefazione si assumono i metodi semplificati, ossia metodi un Metodo semplificati/quantitativi di tipo semi/empirico.

Metodo di Robertson e Wride (1997)

Il 'metodo di Robertson e Wride' è basato sui risultati di prove CPT (Cone Penetration Test) ed utilizza l'indice di comportamento per il tipo di suolo IC che viene calcolato mediante l'utilizzo della seguente formula:

$$I_c = \left[ (3,47 - \log_{10} Q)^2 + (\log_{10} R_f + 1,22)^2 \right]^{0,5}$$

$$Q = \frac{q_c - \sigma_{vo}}{Pa} \left( \frac{Pa}{\sigma'_{vo}} \right)^n$$

$$R_f = \frac{f_s}{q_c - \sigma_{vo}} 100$$

dove:

$q_c$  è la resistenza alla punta misurata

$Pa$  è la tensione di riferimento (1 atmosfera) nelle stesse unità di  $\sigma'_{vo}$

$f_s$  è l'attrito del manicotto

$n$  è un'esponente che dipende dal tipo di suolo.

Inizialmente si assume  $n = 1$ , come per un suolo argilloso e si procede al calcolo di IC con la (5.0a).

Se  $IC > 2,6$  il suolo è probabilmente di tipo argilloso e l'analisi si ferma. Il terreno non si considera a rischio di liquefazione.

Se  $IC \leq 2,6$ , vuol dire che l'ipotesi assunta è errata, il suolo è di natura granulare,  $Q$  verrà ricalcolato utilizzando la (5.0a) usando come esponente  $n=0,5$ .

Se è ancora  $IC \leq 2,6$ , significa che l'ipotesi è giusta e il suolo è probabilmente non plastico e granulare.

Se invece  $IC > 2,6$ , vuol dire che l'ipotesi è di nuovo errata e il suolo è probabilmente limoso.  $Q$  deve essere nuovamente ricalcolato dalla (2.8b) ponendo  $n=0,75$ .

Calcolato  $IC$ , si procede con la correzione della resistenza alla punta misurata  $q_c$  mediante la seguente espressione:

$$q_{c1N} = \frac{q_c}{Pa} \left( \frac{Pa}{\sigma'_{vo}} \right)^n$$

Dove l'esponente di sforzo  $n$  è lo stesso utilizzato nel calcolo di  $IC$ .

La correzione alla resistenza alla punta dovuta al contenuto di materiale fine viene determinata dalla seguente procedura:

Robertson e Wride classico

Robertson e Wride modificato

$$\begin{aligned} (q_{c1N})_{cs} &= q_{c1N} + \Delta q_{c1N} \\ \Delta q_{c1N} &= \frac{K_c}{1 - K_c} q_{c1N} \end{aligned}$$

dove  $K_c$  dipende dal contenuto di fine,  $FC$  (%):

$$\begin{aligned} K_c &= 0 && \text{per } FC \leq 5 \\ K_c &= 0,0267(FC - 5) && \text{per } 5 < FC \leq 35 \\ K_c &= 0,8 && \text{per } FC > 35 \end{aligned}$$

$FC$  (%) viene calcolato mediante l'espressione seguente:

$$FC (\%) = 1,75 (I_c)^{3,25} - 3,7$$

La resistenza alla liquefazione per una magnitudo pari a 7,5 ( $CRR_{7,5}$ ) si calcola con le espressioni seguenti:

se  $(q_{c1N})_{cs} < 50$

$$CRR = 0,833 \left[ \frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000} \right] + 0,05$$

se  $50 \leq (q_{c1N})_{cs} < 160$

$$CRR = 93 \left[ \frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000} \right]^3 + 0,08$$

Il Rapporto di Tensione Ciclica per eventi sismici di magnitudo 7,5 ( $CSR_{7,5}$ ) si determina dalla seguente espressione:



$$\frac{\tau_{av}}{\sigma_{vo}} = CSR_{7,5} = 0,65 \frac{a_g}{g} \frac{\sigma_{vo}}{\sigma_{vo}} r_d$$

Per magnitudo diverse occorre introdurre il fattore correttivo MSF (*Magnitudo Scaling Factor*) come raccomandato dal NCEER (vedi Tabella)

$$CSR = \frac{CSR_{7,5}}{MSF}$$

*Fattore di scala della magnitudo derivato da diversi ricercatori*

Magnitudo	Seed H.B. & Idriss I.M. (1982)	Ambraseys N.N (1988).	NCEER (Seed R. B. et alii) (1997; 2003)
5,5	1,43	2,86	2,21
6,0	1,32	2,20	1,77
6,5	1,19	1,69	1,44
7,0	1,08	1,30	1,19
7,5	1,00	1,00	1,00
8,0	0,94	0,67	0,84
8,5	0,89	0,44	0,73

Per determinare il valore del coefficiente riduttivo  $r_d$  vengono utilizzate le formule raccomandate da un gruppo di esperti del NCEER (*National Center for Earthquake Engineering Research*):

per  $z < 9,15$  m

$$r_d = 1,0 - 0,00765 z$$

per  $9,15 \leq z < 23$  m

$$r_d = 1,174 - 0,00267 z$$

Il fattore di sicurezza alla liquefazione FS viene determinato dalla relazione:

$$FS = \frac{CRR}{CSR}$$

mentre l'indice e il rischio di liquefazione vengono calcolati con il metodo di Iwasaki et alii (1978; 1984).

Metodo di Seed & Idriss (1985)

Il Metodo di Seed e Idriss (1985), che consente di valutare il Rapporto di Tensione Ciclica dalla seguente relazione:

$$CSR = \frac{\tau_{av}}{\sigma_{v0}} = 0,65 \cdot \left( \frac{a_{max}}{g} \right) \cdot \left( \frac{\sigma_{v0}}{\sigma_{v0}} \right) \cdot r_d$$

dove  $a_{max}$  rappresenta l'accelerazione orizzontale massima attesa in superficie contenente gli effetti amplificativi di sito.

Per determinare il valore del coefficiente riduttivo  $r_d$  viene utilizzata la formula empirica proposta da Liao e Whitman (1986):

$$r_d = 1.0 - 0.00765z \text{ per } z \leq 9.15m$$

$$r_d = 1.174 - 0.0267z \text{ per } 9.15m < z \leq 23m$$

Dove z è la profondità dal piano campagna espressa in metri.

### Sovigliana

Indagini di riferimento: P60, P61, P721 e P74

Fattore sicurezza normativa 1,25

#### FALDA

Profondità falda idrica 5,0 m

#### DATI SIMICI

Accelerazione Bedrock 0,15

Fattore amplificazione 1,1

Tipo Suolo: C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360

Morfologia: T1-Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS) 1,5

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico (Mw) 5

Distanza epicentro 15 Km

Peak ground acceleration (PGA) 0,225

#### PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturo (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza attrito laterale fs (KPa)
1	0	8	19	21	11	2373	72.6
2	8	20	20	22	23	5589	91.2

#### Robertson Wride, 1998

Correzione per la magnitudo (MSF) 2.82

5.20	99.200	97.239	23.384	3.193	2.718	1.028397	100.757	0.960	0.175	0.051	3.450	Non suscettibile	0	Molto basso
5.40	103.400	99.477	22.815	3.199	2.727	1.005254	100.070	0.959	0.173	0.052	3.354	Non suscettibile	0	Molto basso
5.60	107.600	101.716	22.272	3.205	2.735	0.9831294	99.406	0.957	0.171	0.052	3.266	Non suscettibile	0	Molto basso
5.80	111.800	103.955	21.752	3.211	2.744	0.9619576	98.765	0.956	0.170	0.053	3.185	Non suscettibile	0	Molto basso
6.00	116.000	106.193	21.254	3.217	2.752	0.9416785	98.146	0.954	0.168	0.054	3.110	Non suscettibile	0	Molto basso
6.20	120.200	108.432	20.776	3.223	2.760	0.9222368	97.547	0.953	0.166	0.055	3.040	Non suscettibile	0	Molto basso
6.40	124.400	110.671	20.318	3.229	2.768	0.9035816	96.967	0.951	0.165	0.055	2.975	Non suscettibile	0	Molto basso
6.60	128.600	112.909	19.878	3.235	2.776	0.8856663	96.405	0.950	0.163	0.056	2.915	Non suscettibile	0	Molto basso
6.80	132.800	115.148	19.455	3.241	2.784	0.8684473	95.860	0.948	0.162	0.057	2.858	Non suscettibile	0	Molto basso
7.00	137.000	117.387	19.048	3.247	2.792	0.8518853	95.332	0.946	0.161	0.057	2.806	Non suscettibile	0	Molto basso
7.20	141.200	119.625	18.657	3.253	2.799	0.8359431	94.819	0.945	0.159	0.058	2.756	Non suscettibile	0	Molto basso
7.40	145.400	121.864	18.279	3.259	2.807	0.8205866	94.321	0.943	0.158	0.058	2.710	Non suscettibile	0	Molto basso
7.60	149.600	124.103	17.916	3.265	2.814	0.8057842	93.837	0.942	0.157	0.059	2.666	Non	0	Molto

												suscettibile		basso
7.80	153.800	126.341	17.565	3.271	2.822	0.7915063	93.367	0.940	0.156	0.059	2.625	Non suscettibile	0	Molto basso
8.00	158.000	128.580	17.227	3.278	2.829	0.7777256	92.909	0.939	0.155	0.060	2.586	Non suscettibile	0	Molto basso
8.20	162.400	131.019	48.828	1.681	2.294	0.8736417	94.222	0.937	0.158	0.060	2.621	Non suscettibile	0	Molto basso
8.40	166.800	133.457	48.380	1.682	2.297	0.8656228	93.869	0.936	0.157	0.061	2.590	Non suscettibile	0	Molto basso
8.60	171.200	135.896	47.944	1.683	2.301	0.8578207	93.526	0.934	0.156	0.061	2.559	Non suscettibile	0	Molto basso
8.80	175.600	138.335	47.519	1.685	2.304	0.850226	93.193	0.933	0.155	0.061	2.531	Non suscettibile	0	Molto basso
9.00	180.000	140.773	47.106	1.686	2.307	0.8428294	92.869	0.931	0.154	0.062	2.504	Non suscettibile	0	Molto basso
9.20	184.400	143.212	46.703	1.687	2.310	0.8356227	92.554	0.928	0.154	0.062	2.482	Non suscettibile	0	Molto basso
9.40	188.800	145.651	46.310	1.689	2.313	0.8285976	92.248	0.923	0.153	0.062	2.468	Non suscettibile	0	Molto basso
9.60	193.200	148.089	45.927	1.690	2.316	0.8217467	91.949	0.918	0.152	0.062	2.455	Non suscettibile	0	Molto basso
9.80	197.600	150.528	45.554	1.692	2.319	0.8150631	91.659	0.912	0.152	0.062	2.443	Non suscettibile	0	Molto basso
10.00	202.000	152.967	45.189	1.693	2.322	0.8085399	91.376	0.907	0.151	0.062	2.432	Non suscettibile	0	Molto basso
10.20	206.400	155.405	44.833	1.694	2.325	0.8021709	91.100	0.902	0.150	0.062	2.422	Non suscettibile	0	Molto basso
10.40	210.800	157.844	44.486	1.696	2.328	0.7959501	90.831	0.896	0.150	0.062	2.413	Non suscettibile	0	Molto basso
10.60	215.200	160.283	44.146	1.697	2.331	0.7898718	90.568	0.891	0.149	0.062	2.405	Non suscettibile	0	Molto basso
10.80	219.600	162.721	43.814	1.699	2.334	0.7839306	90.312	0.886	0.149	0.062	2.398	Non suscettibile	0	Molto basso
11.00	224.000	165.160	43.489	1.700	2.336	0.7781215	90.062	0.880	0.148	0.062	2.391	Non suscettibile	0	Molto basso
11.20	228.400	167.599	43.172	1.701	2.339	0.7724397	89.818	0.875	0.147	0.062	2.386	Non suscettibile	0	Molto basso
11.40	232.800	170.037	42.861	1.703	2.342	0.7668806	89.579	0.870	0.147	0.062	2.380	Non suscettibile	0	Molto basso
11.60	237.200	172.476	42.557	1.704	2.344	0.7614397	89.346	0.864	0.146	0.062	2.376	Non suscettibile	0	Molto basso
11.80	241.600	174.915	42.259	1.706	2.347	0.7561131	89.119	0.859	0.146	0.061	2.372	Non suscettibile	0	Molto basso
12.00	246.000	177.354	41.968	1.707	2.350	0.7508967	88.896	0.854	0.145	0.061	2.369	Non suscettibile	0	Molto basso
12.20	250.400	179.792	41.682	1.708	2.352	0.7457868	88.679	0.848	0.145	0.061	2.366	Non suscettibile	0	Molto basso
12.40	254.800	182.231	41.402	1.710	2.355	0.7407798	88.466	0.843	0.144	0.061	2.364	Non suscettibile	0	Molto basso
12.60	259.200	184.670	41.128	1.711	2.357	0.7358723	88.257	0.838	0.144	0.061	2.363	Non suscettibile	0	Molto basso
12.80	263.600	187.108	40.859	1.713	2.360	0.7310611	88.053	0.832	0.143	0.061	2.362	Non suscettibile	0	Molto basso
13.00	268.000	189.547	40.595	1.714	2.362	0.726343	87.854	0.827	0.143	0.061	2.362	Non suscettibile	0	Molto basso
13.20	272.400	191.986	40.337	1.715	2.364	0.7217151	87.658	0.822	0.143	0.060	2.362	Non suscettibile	0	Molto basso
13.40	276.800	194.424	40.083	1.717	2.367	0.7171746	87.467	0.816	0.142	0.060	2.362	Non suscettibile	0	Molto basso
13.60	281.200	196.863	39.834	1.718	2.369	0.7127187	87.279	0.811	0.142	0.060	2.363	Non suscettibile	0	Molto basso
13.80	285.600	199.302	39.589	1.720	2.372	0.7083449	87.096	0.806	0.141	0.060	2.365	Non suscettibile	0	Molto basso
14.00	290.000	201.740	39.349	1.721	2.374	0.7040505	86.916	0.800	0.141	0.060	2.367	Non suscettibile	0	Molto basso

14.20	294.400	204.179	39.114	1.723	2.376	0.6998334	86.739	0.795	0.141	0.059	2.369	Non suscettibile	0	Molto basso
14.40	298.800	206.618	38.882	1.724	2.378	0.6956911	86.566	0.790	0.140	0.059	2.372	Non suscettibile	0	Molto basso
14.60	303.200	209.056	38.655	1.725	2.381	0.6916215	86.396	0.784	0.140	0.059	2.375	Non suscettibile	0	Molto basso
14.80	307.600	211.495	38.431	1.727	2.383	0.6876225	86.229	0.779	0.140	0.059	2.379	Non suscettibile	0	Molto basso
15.00	312.000	213.934	38.212	1.728	2.385	0.6836922	86.066	0.774	0.139	0.058	2.383	Non suscettibile	0	Molto basso
15.20	316.400	216.372	37.996	1.730	2.387	0.6798284	85.906	0.768	0.139	0.058	2.387	Non suscettibile	0	Molto basso
15.40	320.800	218.811	37.783	1.731	2.389	0.6760294	85.748	0.763	0.139	0.058	2.392	Non suscettibile	0	Molto basso
15.60	325.200	221.250	37.574	1.733	2.391	0.6722934	85.594	0.757	0.138	0.058	2.398	Non suscettibile	0	Molto basso
15.80	329.600	223.688	37.369	1.734	2.394	0.6686186	85.442	0.752	0.138	0.057	2.403	Non suscettibile	0	Molto basso
16.00	334.000	226.127	37.167	1.735	2.396	0.6650035	85.293	0.747	0.138	0.057	2.409	Non suscettibile	0	Molto basso
16.20	338.400	228.566	36.968	1.737	2.398	0.6614463	85.146	0.741	0.137	0.057	2.416	Non suscettibile	0	Molto basso
16.40	342.800	231.004	36.773	1.738	2.400	0.6579458	85.003	0.736	0.137	0.057	2.423	Non suscettibile	0	Molto basso
16.60	347.200	233.443	36.580	1.740	2.402	0.6545001	84.861	0.731	0.137	0.056	2.430	Non suscettibile	0	Molto basso
16.80	351.600	235.882	36.390	1.741	2.404	0.651108	84.723	0.725	0.137	0.056	2.437	Non suscettibile	0	Molto basso
17.00	356.000	238.320	36.204	1.743	2.406	0.6477681	84.586	0.720	0.136	0.056	2.445	Non suscettibile	0	Molto basso
17.20	360.400	240.759	36.020	1.744	2.408	0.6444791	84.452	0.715	0.136	0.055	2.453	Non suscettibile	0	Molto basso
17.40	364.800	243.198	35.839	1.746	2.410	0.6412397	84.320	0.709	0.136	0.055	2.462	Non suscettibile	0	Molto basso
17.60	369.200	245.636	35.661	1.747	2.412	0.6380486	84.191	0.704	0.135	0.055	2.471	Non suscettibile	0	Molto basso
17.80	373.600	248.075	35.485	1.749	2.414	0.6349048	84.063	0.699	0.135	0.055	2.480	Non suscettibile	0	Molto basso
18.00	378.000	250.514	20.801	1.750	2.602	0.39918	74.517	0.693	0.118	0.054	2.185	Non suscettibile	0	Molto basso
18.20	382.400	252.952	20.583	1.752	2.606	0.3953315	74.343	0.688	0.118	0.054	2.193	Non suscettibile	0	Molto basso
18.40	386.800	255.391	20.370	1.753	2.610	0.3915567	74.171	0.683	0.118	0.054	2.201	Non suscettibile	0	Molto basso
18.60	391.200	257.830	20.160	1.755	2.614	0.3878531	74.003	0.677	0.118	0.053	2.210	Non suscettibile	0	Molto basso
18.80	395.600	260.268	19.954	1.756	2.618	0.384219	73.837	0.672	0.117	0.053	2.219	Non suscettibile	0	Molto basso
19.00	400.000	262.707	19.752	1.758	2.622	0.3806523	73.674	0.667	0.117	0.053	2.228	Non suscettibile	0	Molto basso
19.20	404.400	265.146	19.554	1.759	2.626	0.3771513	73.514	0.661	0.117	0.052	2.238	Non suscettibile	0	Molto basso
19.40	408.800	267.584	19.359	1.761	2.629	0.3737141	73.356	0.656	0.117	0.052	2.247	Non suscettibile	0	Molto basso
19.60	413.200	270.023	19.168	1.762	2.633	0.3703389	73.201	0.651	0.116	0.052	2.258	Non suscettibile	0	Molto basso
19.80	417.600	272.462	18.980	1.764	2.637	0.3670243	73.048	0.645	0.116	0.051	2.268	Non suscettibile	0	Molto basso
20.00	422.000	274.900	18.796	1.765	2.641	0.3637683	72.898	0.640	0.116	0.051	2.279	Non suscettibile	0	Molto basso

IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio = Molto basso

## **Spicchio**

Indagini di riferimento: P62, P64 e P65  
 Fattore sicurezza normativa 1,25

FALDA  
 Profondità falda idrica 5,0 m

DATI SIMICI  
 Accelerazione Bedrock 0,15  
 Fattore amplificazione 1,1

Tipo Suolo: C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360  
 Morfologia: T1-Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS) 1,5  
 Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1  
 Magnitudo momento sismico (Mw) 5  
 Distanza epicentro 15 Km  
 Peak ground acceleration (PGA) 0,225

#### PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturo (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza attrito laterale fs (KPa)
1	0	6	19	21	11	2373	72.6
2	6	20	20	22	28	5589	91.2

Seed H. B. Idriss I. M. (1982)

Dr (%)	Validità
40	Valido per sabbie-limose e limi
50	Valido per sabbie pulite

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Correzione per la pressione litostatica efficace (CN)	Numero colpi corretto (N1,60)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione
5.20	99.200	97.239	1.016	18.671	0.922	0.207	0.049	4.26	Non suscettibile
5.40	103.400	99.477	1.003	18.532	0.919	0.206	0.049	4.16	Non suscettibile
5.60	107.600	101.716	0.991	18.398	0.916	0.204	0.050	4.07	Non suscettibile
5.80	111.800	103.955	0.979	18.268	0.913	0.203	0.051	3.99	Non suscettibile
6.00	116.000	106.193	0.967	18.142	0.910	0.202	0.052	3.91	Non suscettibile
6.20	120.400	108.632	0.955	26.754	0.907	0.297	0.052	5.71	Non suscettibile
6.40	124.800	111.071	0.944	26.429	0.904	0.294	0.053	5.58	Non suscettibile
6.60	129.200	113.509	0.933	26.115	0.901	0.290	0.053	5.46	Non suscettibile
6.80	133.600	115.948	0.922	25.811	0.898	0.287	0.054	5.35	Non suscettibile
7.00	138.000	118.387	0.911	25.518	0.895	0.284	0.054	5.24	Non suscettibile
7.20	142.400	120.825	0.901	25.233	0.892	0.280	0.054	5.15	Non suscettibile
7.40	146.800	123.264	0.891	24.957	0.889	0.277	0.055	5.05	Non suscettibile
7.60	151.200	125.703	0.882	24.690	0.886	0.274	0.055	4.97	Non suscettibile
7.80	155.600	128.141	0.873	24.430	0.883	0.271	0.056	4.89	Non suscettibile
8.00	160.000	130.580	0.864	24.178	0.880	0.269	0.056	4.81	Non suscettibile
8.20	164.400	133.019	0.855	23.933	0.877	0.266	0.056	4.73	Non suscettibile
8.40	168.800	135.457	0.846	23.696	0.874	0.263	0.056	4.67	Non suscettibile
8.60	173.200	137.896	0.838	23.464	0.871	0.261	0.057	4.60	Non suscettibile
8.80	177.600	140.335	0.830	23.239	0.868	0.258	0.057	4.54	Non suscettibile

9.00	182.000	142.773	0.822	23.020	0.865	0.256	0.057	4.48	Non suscettibile
9.20	186.400	145.212	0.815	22.806	0.862	0.253	0.057	4.42	Non suscettibile
9.40	190.800	147.651	0.807	22.598	0.859	0.251	0.058	4.37	Non suscettibile
9.60	195.200	150.089	0.800	22.396	0.856	0.249	0.058	4.31	Non suscettibile
9.80	199.600	152.528	0.793	22.198	0.853	0.247	0.058	4.26	Non suscettibile
10.00	204.000	154.967	0.786	22.005	0.850	0.245	0.058	4.22	Non suscettibile
10.20	208.400	157.405	0.779	21.817	0.847	0.242	0.058	4.17	Non suscettibile
10.40	212.800	159.844	0.773	21.633	0.844	0.240	0.058	4.13	Non suscettibile
10.60	217.200	162.283	0.766	21.454	0.841	0.238	0.058	4.09	Non suscettibile
10.80	221.600	164.721	0.760	21.279	0.838	0.236	0.058	4.05	Non suscettibile
11.00	226.000	167.160	0.754	21.107	0.835	0.235	0.058	4.01	Non suscettibile
11.20	230.400	169.599	0.748	20.940	0.832	0.233	0.059	3.97	Non suscettibile
11.40	234.800	172.037	0.742	20.776	0.829	0.231	0.059	3.94	Non suscettibile
11.60	239.200	174.476	0.736	20.616	0.826	0.229	0.059	3.90	Non suscettibile
11.80	243.600	176.915	0.731	20.459	0.823	0.227	0.059	3.87	Non suscettibile
12.00	248.000	179.354	0.725	20.306	0.820	0.226	0.059	3.84	Non suscettibile
12.20	252.400	181.792	0.720	20.155	0.817	0.224	0.059	3.81	Non suscettibile
12.40	256.800	184.231	0.715	20.008	0.814	0.222	0.059	3.78	Non suscettibile
12.60	261.200	186.670	0.709	19.864	0.811	0.221	0.059	3.75	Non suscettibile
12.80	265.600	189.108	0.704	19.723	0.808	0.219	0.059	3.73	Non suscettibile
13.00	270.000	191.547	0.699	19.584	0.805	0.218	0.059	3.70	Non suscettibile
13.20	274.400	193.986	0.695	19.448	0.802	0.216	0.059	3.68	Non suscettibile
13.40	278.800	196.424	0.690	19.315	0.799	0.215	0.059	3.65	Non suscettibile
13.60	283.200	198.863	0.685	19.185	0.796	0.213	0.059	3.63	Non suscettibile
13.80	287.600	201.302	0.681	19.056	0.793	0.212	0.059	3.61	Non suscettibile
14.00	292.000	203.740	0.676	18.931	0.790	0.210	0.059	3.59	Non suscettibile
14.20	296.400	206.179	0.672	18.807	0.787	0.209	0.059	3.56	Non suscettibile
14.40	300.800	208.618	0.667	18.686	0.784	0.208	0.059	3.54	Non suscettibile
14.60	305.200	211.056	0.663	18.567	0.781	0.206	0.059	3.53	Non suscettibile
14.80	309.600	213.495	0.659	18.450	0.778	0.205	0.058	3.51	Non suscettibile
15.00	314.000	215.934	0.655	18.335	0.775	0.204	0.058	3.49	Non suscettibile
15.20	318.400	218.372	0.651	18.222	0.772	0.202	0.058	3.47	Non suscettibile
15.40	322.800	220.811	0.647	18.111	0.769	0.201	0.058	3.45	Non suscettibile
15.60	327.200	223.250	0.643	18.002	0.766	0.200	0.058	3.44	Non suscettibile
15.80	331.600	225.688	0.639	17.895	0.763	0.199	0.058	3.42	Non suscettibile
16.00	336.000	228.127	0.635	17.789	0.760	0.198	0.058	3.41	Non suscettibile
16.20	340.400	230.566	0.632	17.686	0.757	0.197	0.058	3.39	Non suscettibile
16.40	344.800	233.004	0.628	17.584	0.754	0.195	0.058	3.38	Non suscettibile
16.60	349.200	235.443	0.624	17.483	0.751	0.194	0.058	3.37	Non suscettibile
16.80	353.600	237.882	0.621	17.384	0.748	0.193	0.058	3.35	Non suscettibile
17.00	358.000	240.320	0.617	17.287	0.745	0.192	0.058	3.34	Non suscettibile
17.20	362.400	242.759	0.614	17.191	0.742	0.191	0.057	3.33	Non suscettibile
17.40	366.800	245.198	0.611	17.097	0.739	0.190	0.057	3.32	Non suscettibile
17.60	371.200	247.636	0.607	17.004	0.736	0.189	0.057	3.31	Non suscettibile
17.80	375.600	250.075	0.604	16.913	0.733	0.188	0.057	3.29	Non suscettibile
18.00	380.000	252.514	0.601	16.823	0.730	0.187	0.057	3.28	Non suscettibile
18.20	384.400	254.952	0.598	16.734	0.727	0.186	0.057	3.27	Non suscettibile
18.40	388.800	257.391	0.595	16.647	0.724	0.185	0.057	3.26	Non suscettibile
18.60	393.200	259.830	0.591	16.561	0.721	0.184	0.057	3.25	Non suscettibile
18.80	397.600	262.268	0.588	16.476	0.718	0.183	0.056	3.25	Non suscettibile
19.00	402.000	264.707	0.585	16.392	0.715	0.182	0.056	3.24	Non suscettibile
19.20	406.400	267.146	0.582	16.310	0.712	0.181	0.056	3.23	Non suscettibile

19.40	410.800	269.584	0.580	16.228	0.709	0.180	0.056	3.22	Non suscettibile
19.60	415.200	272.023	0.577	16.148	0.706	0.179	0.056	3.21	Non suscettibile
19.80	419.600	274.462	0.574	16.069	0.703	0.179	0.056	3.21	Non suscettibile
20.00	424.000	276.900	0.571	15.991	0.700	0.178	0.056	3.20	Non suscettibile

### Mercatale

Indagini di riferimento: P69

Fattore sicurezza normativa 1,25

#### FALDA

Profondità falda idrica 2,0 m

#### DATI SIMICI

Accelerazione Bedrock 0,15

Fattore amplificazione 1,1

Tipo Suolo: C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza  $V_{s30}=180-360$

Morfologia: T1-Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS) 1,5

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico (Mw) 5

Distanza epicentro 15 Km

Peak ground acceleration (PGA) 0,225

### PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Descrizione	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturo (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)
1		0	7	19	21	15
2		7	20	20	22	23

### Seed H. B. Idriss I. M. (1982)

Dr (%)	Validità
40	Valido per sabbie-limose e limi
50	Valido per sabbie pulite

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Corezione per la pressione litostatica efficace (CN)	Numero colpi corretto (N1,60)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione
2.20	42.200	40.239	1.650	32.248	0.967	0.358	0.053	6.82	Non suscettibile
2.40	46.400	42.477	1.601	31.522	0.964	0.350	0.055	6.42	Non suscettibile
2.60	50.600	44.716	1.557	30.853	0.961	0.343	0.056	6.08	Non suscettibile
2.80	54.800	46.955	1.516	30.234	0.958	0.336	0.058	5.80	Non suscettibile
3.00	59.000	49.193	1.477	29.659	0.955	0.330	0.059	5.55	Non suscettibile
3.20	63.200	51.432	1.442	29.123	0.952	0.324	0.061	5.34	Non suscettibile
3.40	67.400	53.671	1.408	28.622	0.949	0.318	0.062	5.15	Non suscettibile
3.60	71.600	55.909	1.377	28.153	0.946	0.313	0.063	4.98	Non suscettibile

3.80	75.800	58.148	1.347	27.711	0.943	0.308	0.064	4.83	Non suscettibile
4.00	80.000	60.387	1.320	27.296	0.940	0.303	0.065	4.70	Non suscettibile
4.20	84.200	62.625	1.294	26.903	0.937	0.299	0.065	4.58	Non suscettibile
4.40	88.400	64.864	1.269	26.532	0.934	0.295	0.066	4.47	Non suscettibile
4.60	92.600	67.103	1.245	26.180	0.931	0.291	0.067	4.37	Non suscettibile
4.80	96.800	69.341	1.223	25.846	0.928	0.287	0.067	4.28	Non suscettibile
5.00	101.000	71.580	1.202	25.528	0.925	0.284	0.068	4.19	Non suscettibile
5.20	105.200	73.819	1.182	25.226	0.922	0.280	0.068	4.12	Non suscettibile
5.40	109.400	76.057	1.162	24.937	0.919	0.277	0.068	4.05	Non suscettibile
5.60	113.600	78.296	1.144	24.661	0.916	0.274	0.069	3.98	Non suscettibile
5.80	117.800	80.535	1.126	24.397	0.913	0.271	0.069	3.92	Non suscettibile
6.00	122.000	82.773	1.110	24.144	0.910	0.268	0.069	3.86	Non suscettibile
6.20	126.200	85.012	1.093	23.901	0.907	0.266	0.070	3.81	Non suscettibile
6.40	130.400	87.251	1.078	23.668	0.904	0.263	0.070	3.76	Non suscettibile
6.60	134.600	89.489	1.063	23.445	0.901	0.260	0.070	3.71	Non suscettibile
6.80	138.800	91.728	1.049	23.230	0.898	0.258	0.070	3.67	Non suscettibile
7.00	143.000	93.967	1.035	23.022	0.895	0.256	0.071	3.62	Non suscettibile
7.20	147.400	96.405	1.020	23.468	0.892	0.261	0.071	3.69	Non suscettibile
7.40	151.800	98.844	1.006	23.148	0.889	0.257	0.071	3.64	Non suscettibile
7.60	156.200	101.283	0.993	22.839	0.886	0.254	0.071	3.58	Non suscettibile
7.80	160.600	103.721	0.980	22.542	0.883	0.250	0.071	3.54	Non suscettibile
8.00	165.000	106.160	0.968	22.256	0.880	0.247	0.071	3.49	Non suscettibile
8.20	169.400	108.599	0.956	21.980	0.877	0.244	0.071	3.45	Non suscettibile
8.40	173.800	111.037	0.944	21.713	0.874	0.241	0.071	3.40	Non suscettibile
8.60	178.200	113.476	0.933	21.455	0.871	0.238	0.071	3.36	Non suscettibile
8.80	182.600	115.915	0.922	21.206	0.868	0.236	0.071	3.33	Non suscettibile
9.00	187.000	118.353	0.911	20.964	0.865	0.233	0.071	3.29	Non suscettibile
9.20	191.400	120.792	0.901	20.730	0.862	0.230	0.071	3.25	Non suscettibile
9.40	195.800	123.231	0.891	20.504	0.859	0.228	0.071	3.22	Non suscettibile
9.60	200.200	125.670	0.882	20.284	0.856	0.225	0.071	3.19	Non suscettibile
9.80	204.600	128.108	0.873	20.071	0.853	0.223	0.071	3.16	Non suscettibile
10.00	209.000	130.547	0.864	19.864	0.850	0.221	0.071	3.13	Non suscettibile
10.20	213.400	132.986	0.855	19.662	0.847	0.218	0.070	3.10	Non



									suscettibile
10.40	217.800	135.424	0.846	19.467	0.844	0.216	0.070	3.08	Non suscettibile
10.60	222.200	137.863	0.838	19.277	0.841	0.214	0.070	3.05	Non suscettibile
10.80	226.600	140.302	0.830	19.092	0.838	0.212	0.070	3.02	Non suscettibile
11.00	231.000	142.740	0.822	18.912	0.835	0.210	0.070	3.00	Non suscettibile
11.20	235.400	145.179	0.815	18.736	0.832	0.208	0.070	2.98	Non suscettibile
11.40	239.800	147.618	0.807	18.565	0.829	0.206	0.070	2.96	Non suscettibile
11.60	244.200	150.056	0.800	18.399	0.826	0.204	0.070	2.94	Non suscettibile
11.80	248.600	152.495	0.793	18.236	0.823	0.203	0.070	2.91	Non suscettibile
12.00	253.000	154.934	0.786	18.078	0.820	0.201	0.069	2.90	Non suscettibile
12.20	257.400	157.372	0.779	17.923	0.817	0.199	0.069	2.88	Non suscettibile
12.40	261.800	159.811	0.773	17.772	0.814	0.197	0.069	2.86	Non suscettibile
12.60	266.200	162.250	0.766	17.625	0.811	0.196	0.069	2.84	Non suscettibile
12.80	270.600	164.688	0.760	17.481	0.808	0.194	0.069	2.82	Non suscettibile
13.00	275.000	167.127	0.754	17.340	0.805	0.193	0.069	2.81	Non suscettibile
13.20	279.400	169.566	0.748	17.203	0.802	0.191	0.068	2.79	Non suscettibile
13.40	283.800	172.004	0.742	17.068	0.799	0.190	0.068	2.78	Non suscettibile
13.60	288.200	174.443	0.736	16.936	0.796	0.188	0.068	2.76	Non suscettibile
13.80	292.600	176.882	0.731	16.807	0.793	0.187	0.068	2.75	Non suscettibile
14.00	297.000	179.320	0.725	16.681	0.790	0.185	0.068	2.73	Non suscettibile
14.20	301.400	181.759	0.720	16.558	0.787	0.184	0.068	2.72	Non suscettibile
14.40	305.800	184.198	0.715	16.437	0.784	0.183	0.067	2.71	Non suscettibile
14.60	310.200	186.636	0.709	16.318	0.781	0.181	0.067	2.70	Non suscettibile
14.80	314.600	189.075	0.704	16.202	0.778	0.180	0.067	2.68	Non suscettibile
15.00	319.000	191.514	0.700	16.089	0.775	0.179	0.067	2.67	Non suscettibile
15.20	323.400	193.952	0.695	15.977	0.772	0.178	0.067	2.66	Non suscettibile
15.40	327.800	196.391	0.690	15.868	0.769	0.176	0.067	2.65	Non suscettibile
15.60	332.200	198.830	0.685	15.760	0.766	0.175	0.066	2.64	Non suscettibile
15.80	336.600	201.268	0.681	15.655	0.763	0.174	0.066	2.63	Non suscettibile
16.00	341.000	203.707	0.676	15.552	0.760	0.173	0.066	2.62	Non suscettibile
16.20	345.400	206.146	0.672	15.450	0.757	0.172	0.066	2.61	Non suscettibile
16.40	349.800	208.584	0.667	15.351	0.754	0.171	0.066	2.60	Non suscettibile
16.60	354.200	211.023	0.663	15.253	0.751	0.169	0.065	2.59	Non suscettibile

16.80	358.600	213.462	0.659	15.157	0.748	0.168	0.065	2.59	Non suscettibile
17.00	363.000	215.900	0.655	15.062	0.745	0.167	0.065	2.58	Non suscettibile
17.20	367.400	218.339	0.651	14.969	0.742	0.166	0.065	2.57	Non suscettibile
17.40	371.800	220.778	0.647	14.878	0.739	0.165	0.064	2.56	Non suscettibile
17.60	376.200	223.216	0.643	14.789	0.736	0.164	0.064	2.56	Non suscettibile
17.80	380.600	225.655	0.639	14.701	0.733	0.163	0.064	2.55	Non suscettibile
18.00	385.000	228.094	0.635	14.614	0.730	0.162	0.064	2.54	Non suscettibile
18.20	389.400	230.532	0.632	14.529	0.727	0.161	0.064	2.54	Non suscettibile
18.40	393.800	232.971	0.628	14.445	0.724	0.160	0.063	2.53	Non suscettibile
18.60	398.200	235.410	0.624	14.362	0.721	0.160	0.063	2.53	Non suscettibile
18.80	402.600	237.848	0.621	14.281	0.718	0.159	0.063	2.52	Non suscettibile
19.00	407.000	240.287	0.617	14.201	0.715	0.158	0.063	2.51	Non suscettibile
19.20	411.400	242.726	0.614	14.123	0.712	0.157	0.063	2.51	Non suscettibile
19.40	415.800	245.164	0.611	14.045	0.709	0.156	0.062	2.50	Non suscettibile
19.60	420.200	247.603	0.607	13.969	0.706	0.155	0.062	2.50	Non suscettibile
19.80	424.600	250.042	0.604	13.894	0.703	0.154	0.062	2.50	Non suscettibile
20.00	429.000	252.480	0.601	13.820	0.700	0.154	0.062	2.49	Non suscettibile

### 3. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA

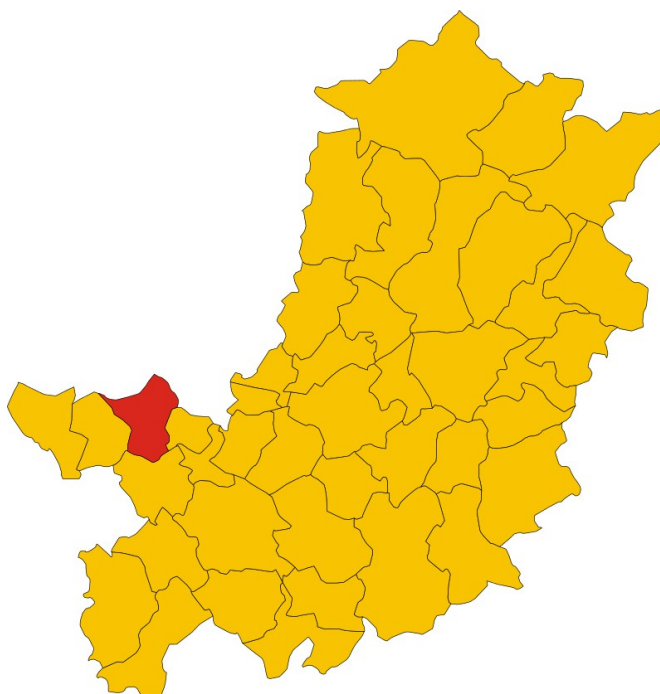
#### 3.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E MORFOLOGICO

L'area di studio è costituita dall'estensione territoriale del Comune di Vinci (Provincia di Firenze).

Coordinate geografiche 43°47'N e 10°55'E.

Posto nel settore occidentale della Provincia di Firenze al confine con quella di Pistoia e Prato, il territorio comunale ricade nella parte centro-orientale del Valdarno Inferiore e si estende su una superficie di 54,19 kmq, interamente ubicata in destra idraulica del Fiume Arno.

L'area confina amministrativamente a nord con i comuni di Quarrata e Lamporecchio, a ovest con il Comune di Cerreto Guidi, a est con i comuni di Carmignano e di Capraia e Limite e nella porzione meridionale confina con il Comune di Empoli.



*Ubicazione del Comune di Vinci nella configurazione della Provincia di Firenze*

Per quanto riguarda la viabilità di collegamento, il Comune di Vinci si trova compreso fra l'autostrada A11, a nord, e la superstrada Firenze - Pisa – Livorno, a sud, queste due importanti reti viarie rispondono attualmente bene alle necessità di questo territorio caratterizzato da una intensa attività commerciale, industriale ed artigianale.

Dal punto di vista morfologico il territorio comunale di Vinci è contraddistinto da un paesaggio collinare che si sviluppa a ridosso delle colline del Monte Albano ed una limitata parte pianeggiante che si trova a ridosso del Fiume Arno.

Le caratteristiche di utilizzo del suolo sono prevalentemente di tipo agricolo o boschivo ad esclusione dei fondo valle dove nelle pianure alluvionali dei corsi d'acqua minori si è sviluppata l'attività industriale con la realizzazione di lottizzazioni artigianali.

La copertura vegetale delle aree è condizionata dalla natura geologica dei terreni, non tanto e non solo per la predisposizione naturale di un terreno ad accogliere certe essenze vegetali, quanto per la forte e reiterata presenza umana in questi territori, presenza che ha concentrato il suo intervento là dove le condizioni di lavorabilità dei terreni erano più idonee e le morfologie più dolci.

In sintesi la classica relazione

terreni argillosi ed alluvioni di fondovalle	=	terreni seminativi, frutteti e vigne
terreni ciottoloso-ghiaiosi, sabbiosi cementati e arenacei	=	bosco

risulta essere più un portato dell'intervento umano sul territorio che non una predisposizione "naturale" intrinseca legata alla natura litologica delle formazioni presenti.

Riguardo all'aspetto idrografico, il principale corso d'acqua è il Fiume Arno che delimita il confine meridionale del Comune.

Gli altri corsi d'acqua che interessano il territorio comunale sono tutti caratterizzati da un regime torrentizio e presentano notevoli portate durante la stagione piovosa ed in occasione di intense precipitazioni, mentre durante la stagione estiva le portate si riducono notevolmente fino a mostrare in taluni casi condizioni di completa assenza d'acqua.

Generalmente i bacini dei corsi d'acqua hanno caratteristiche di estensione medie inferiori ai 25 kmq.

Oltre al Fiume Arno i quattro principali corsi d'acqua che attraversano il territorio comunale sono il Torrente Streda, il Rio della Valle Marcarro, il Rio S. Ansano e il Rio Morticini. Tutti i suddetti corsi d'acqua defluiscono dalle colline a nord dell'abitato di Vinci verso sud per poi immettersi nel Fiume Arno.

Inoltre tra i principali corsi d'acqua si ricorda anche il Torrente Vincio che scorrendo da oriente verso occidente nella porzione centro-occidentale del territorio comunale va ad immettersi, esternamente al perimetro comunale, nel Canale Maestro del Padule di Fucecchio.

### 3.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E NOTAZIONI STRATIGRAFICHE

L'area del Comune di Vinci è collocata ai piedi della porzione meridionale della dorsale del Monte Albano, sul fianco rovescio di una grossa piega coricata, antiforme, vergente verso NE e con asse orientato in direzione NO-SE. Questa struttura prosegue verso SE nei Monti del Chianti, con i quali costituisce il cosiddetto fronte della Falda Toscana.

Dal punto di vista geologico il territorio comunale si può dividere, in maniera schematica, in tre zone; una nord-orientale caratterizzata dalla presenza delle formazioni appartenenti al Dominio Toscano e in particolare alla formazione del Macigno, una fascia centrale e meridionale con prevalente presenza di depositi marini pliocenici e una fascia settentrionale, collocate tra le due precedenti contraddistinta dalla presenza dei terreni dei depositi continentali rusciniiani e villafranchiani.

Su questi poggiano depositi recenti di natura prevalentemente alluvionale, presenti in maniera diffusa in tutto il territorio, sia lungo il corso del Fiume Arno nella zona meridionale, che lungo il corso dei Torrenti Vincio e Streda, oltre che lungo i corsi d'acqua del reticolo minore.

Al fine di collocare correttamente da un punto di vista geologico-strutturale l'area, saranno riportate brevemente alcune informazioni riguardo la storia geologica di questa parte dell'Appennino Settentrionale.

Le rocce più antiche affioranti in un ampio intorno del territorio comunale di Vinci sono quelle appartenenti alle unità del Dominio Ligure, in particolare alle formazioni cretacico-eoceniche del Dominio Ligure Esterno (Unità di Monte Morello) che giacciono in discordanza sui depositi torbiditici oligo-miocenici della Falda Toscana (Dominio Toscano), a seguito del sovrascorrimento e sovrapposizione in età miocenica (medio-superiore) delle Unità Liguri e Sub-Liguri sui terreni appartenenti alla Falda Toscana.

Alla fase compressiva ne è succeduta una distensiva in seguito alla quale si è instaurata la nuova ingressione marina pliocenica, con la deposizione di sedimenti di origine marina e transizionale del Pliocene medio. Questi giacciono in discordanza sui terreni miocenici testimoniando che precedentemente alla loro deposizione, è avvenuta, in un periodo a cavallo tra il Miocene inferiore e il Pliocene inferiore, una fase compressiva (a cui è legata la piega coricata di M. Albano) che ha causato l'emersione e l'erosione del substrato litoide.

In particolare il settore in esame è caratterizzato principalmente dalla presenza di depositi marini pliocenici, i cui sedimenti, costituiti prevalentemente da argille sabbiose, argille limose, sabbie argillose e sabbie limose, testimoniano che l'ambiente deposizionale era di transizione tra il continentale ed il marino, e da depositi continentali rusciniani e villafranchiani costituiti da prevalenti litologie argilloso limose.

Nei settori vallivi alle suddette formazioni si sovrappongono i terreni recenti di copertura costituiti dai depositi eluvio-colluviali, dalle alluvioni recenti, terrazzate e non e dai depositi alluvionali attuali.

In particolare il settore in esame è caratterizzato principalmente dalla presenza di depositi alluvionali recenti, terrazzati o non terrazzati, costituiti da ciottolami in matrice limoso-sabbiosa con tessitura da clasto a matrice sostenuta, ghiaie, sabbie e limi talora variamente pedogenizzati e di depositi eluvio-colluviali, costituiti da materiale con elementi eterometrici prevalentemente fini in abbondante matrice sabbioso-limosa, derivanti trasporto per ruscellamento.

Talora si ha la presenza di rilevati stradali di origine antropica.

### **3.3 DESCRIZIONE DELLE FORMAZIONI**

Lo studio geologico dei principali centri urbani del territorio comunale di Vinci, ha evidenziato la presenza delle seguenti unità geologiche (età crescente dall'alto verso il basso), con nomenclatura congruente con il Progetto CARG (Cartografia Geologica Regione Toscana) e con il Continuum Territoriale Geologico della Regione Toscana:

#### **Depositi antropici**

Sono terreni di origine antropica (h3 e h5) individuati in alcuni settori delle aree urbane dei centri abitati, in corrispondenza di importanti infrastrutture e/o in aree di intervento antropico in corrispondenza dei settori di fondovalle.

#### **Depositi quaternari**

Sono costituiti dalle coltri detritiche riconducibili a:

frane (a1)

depositi alluvionali attuali (b) (Olocene)

depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati (bna) (Olocene)

depositi eluvio-colluviali (b2a) (Olocene)

#### depositi di versante (aa) (Olocene)

I depositi alluvionali attuali (b) sono i depositi dei letti fluviali attuali, soggetti ad evoluzione, attraverso processi fluviali ordinari, costituiti da ghiaie, sabbie e limi e da depositi prevalentemente limoso sabbiosi nel caso delle piane alluvionali minori.

I depositi alluvionali recenti, terrazzati o non terrazzati (bna) sono riconducibili a depositi di piana alluvionale, costituiti prevalentemente da ciottolami in matrice limoso-sabbiosa, ghiaie, sabbie e limi talora variamente pedogenizzati.

I corpi di frana (a1) sono costituiti da elementi eterometrici, dispersi in matrice sabbioso limosa e si trovano accumulati lungo i versanti per gravità.

I depositi eluvio-colluviali (b2a) e i depositi detritici di versante (aa) sono costituiti da elementi eterometrici in abbondante matrice sabbioso-limosa, derivanti, nel primo caso dall'alterazione del substrato ed accumulati in posto dopo breve trasporto per ruscellamento e per gravità, e, nel secondo caso per accumuli dovuti a gravità lungo i versanti o ai piedi di scarpate.

#### **Depositi del Pleistocene Medio - Superiore**

##### - Depositi alluvionali terrazzati (bnb)

Ghiaie, sabbie e limi dei terrazzi fluviali. Si tratta di depositi alluvionali terrazzati caratterizzati dalla presenza, in successione stratigrafica, di alternanze di ghiaie, sabbie e limi. Tali depositi si trovano morfologicamente sopraelevati rispetto all'attuale alveo dei corsi fluviali (*Pleistocene medio – Pleistocene superiore*).

#### **DEPOSITI CONTINENTALI RUSCINIANI E VILAFRANCHIANI**

##### - Limi argilloso-sabbiosi e argille sabbiose (VILh) (Rusciniano-Villafranchiano)

Sabbie gialle, limi sabbiosi ed argille limose di colore grigio-nocciola, con strutture sedimentarie, facies di canale e di piana alluvionale, ed associazioni fossilifere, malacofaune dulcicole e terrestri, di ambiente deposizionale fluviale e palustre. Talvolta, nelle facies di canale, sono presenti anche sottili livelli conglomeratici, spesso cementati e con ciottoli prevalentemente carbonatici.

##### - Conglomerati e ciottolami ad elementi arenacei (VILg) (Rusciniano-Villafranchiano)

Ghiaie eterometriche e blocchi subangolosi di elementi litici di arenaria Macigno, con matrice sabbiosa alternati alternati a livelli di conglomerati, da medi a grossolani, costituiti da elementi di arenaria Macigno e livelli di sabbie da grossolane a fini.

##### - Limi argilloso-sabbiosi e argille sabbiose (VILc) (Rusciniano-Villafranchiano)

Argille grigie lignitifere di colore marrone scuro o rosso vinaccia, ricche di cristalli prismatici e lenticolari di gesso, che passano ad argille limose con noduli calcarei concezionali; al tetto sono presenti argille siltose marrone chiaro finemente stratificate, con frequenti lamine rossastre di ossidi di ferro.

##### - Sabbie, sabbie ciottolose e sabbie siltoso-argillose e limi sabbiosi (VILb) (Rusciniano-Villafranchiano)

Sabbie medio-fini e limi sabbioso argillosi giallastri massivi, talora laminati piani, di ambiente alluvionale.

#### **DEPOSITI MARINI PLIOCENICI**

##### - Sabbie e arenarie gialle (PLIs) (Zanclano-Piacenziano)

Sabbie con granulometria variabile, generalmente piuttosto fini, e sabbie argillose o limose, più o meno cementate, di colore generalmente giallastro e marrone ocreo; suddivise in grossi banchi omogenei, cui si

intercalano livelli più grossolani a cemento calcareo-arenaceo e livelli da debolmente cementati a cementati (areniti). Sono frequenti anche intercalazioni di limi da debolmente sabbiosi ad argillosi e sabbie argillose o di sottili livelletti di conglomerati.

- Argille sabbiose, limi e argille siltose con intercalazioni sabbiose con fossili marini (FAAb) (Zancleano-Piacenziano)

Si tratta di argille e argille siltoso sabbiose generalmente grigio azzurre localmente fossilifere con intercalazioni di sabbie e sabbie argillose. Alla base si possono riconoscere argille azzurre in facies salmastra.

- Argille e argille siltose grigio azzurre localmente fossilifere (FAA) (Zancleano-Piacenziano)

Argille e argille siltose generalmente grigio azzurre localmente fossilifere.

## **DOMINIO TOSCANO – FALDA TOSCANA**

Macigno – Litofacies arenacea medio-grossolana (MAC) (Oligocene medio/superiore – Miocene inferiore)

Arenarie torbiditiche quarzoso-feldspatico-micacee, spesso gradate, di colore grigio, marroni giallastre per alterazione, a granulometria generalmente da media a grossolana, in strati di spessore fino a 4,0 m con intercalazioni centimetrico-decimetriche di peliti siltose color grigio scuro. Nella porzione superiore risultano relativamente comuni anche intercalazioni decimetriche-metriche di calcilutiti marnose, marne calcaree e di argilliti nerastre.

### **3.4 CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE**

Il territorio del Comune di Vinci è, come già accennato, caratterizzato dalla presenza di zone mediamente acclivi accanto ad altre dalla morfologia decisamente più dolce; queste differenze, così come le diverse forme prodotte dagli agenti esogeni ed endogeni, sono in relazione alla diversa natura del substrato geologico.

L'indagine geomorfologica si propone, attraverso un'analisi delle forme del paesaggio, di individuare i processi morfogenetici che agiscono nell'area e che nel loro insieme costituiscono la dinamica morfologica.

Senza dubbio questa caratterizzazione fornisce un'ampia gamma di informazioni (dagli aspetti puramente fisici all'assetto delle forme naturali ed antropiche), ma nell'ambito della pianificazione territoriale lo scopo da perseguire è quello di valutare i processi di maggiore rilievo e la loro influenza sull'ambiente.

E' importante sottolineare che dalla lettura geomorfologia del territorio si devono ricavare non solo le informazioni sulle situazioni di degrado in atto, ma anche le correlazioni fra i vari elementi del paesaggio, che consentono di prevedere le dinamiche evolutive dell'ambiente.

La potenzialità previsionale geomorfologica deve venire usata e sviluppata nel modo più opportuno per ottenere una migliore gestione del territorio.

Lo studio geomorfologico del territorio, infatti, fornisce una grande quantità di informazioni utili per valutare lo stato della dinamica morfologica dell'area e per prevedere la sua evoluzione nel periodo immediatamente successivo allo studio stesso.

Le notazioni geomorfologiche sono state rilevate in base ad osservazioni stereoscopiche di aerofotogrammi diacronici relativi a differenti voli eseguiti in periodi successivi a partire dal 1982, congiuntamente all'analisi critica dei documenti presenti per l'area di interesse, la comparazione tra dati provenienti da diverse fonti e in base alla verifica puntuale mediante il rilevamento sul campo.

I documenti presi in esame consistono nelle cartografie del piano strutturale vigente al momento dei rilievi, i dati geomorfologici forniti dal Servizio Geologico – ISPRA, la banca dati frane ed i dati geomorfologici della

Regione Toscana (BD\_Frane, BD\_Geom), la banca dati frane ISPRA (Progetto IFFI), i dati relativi al “Censimento delle aree in dissesto da frana” allestita dalla Autorità di Bacino del F. Arno.

Le notazioni ricavate dalla fotointerpretazione e dall’analisi critica dei dati bibliografici sono state verificate in campagna ed integrate a mezzo rilevamento geomorfologico.

Prima di passare all'analisi dei processi morfogenetici ed alle relative forme, è opportuno specificare la distinzione che è stata adottata in cartografia per quanto riguarda le forme attive e quiescenti e le forme inattive. E’ da sottolineare che la chiave interpretativa adottata è stata scelta in base agli obiettivi da raggiungere, ossia ottenere uno strumento valido per valutare lo stato del territorio ed individuare dove intervenire per risanare o prevenire eventuali dissesti e dove, invece, prevedere nuove espansioni urbanistiche.

Per **fenomeni attivi** si intendono quelli in continua evoluzione, le cui dinamiche e modificazioni possono essere registrate in breve intervallo temporale; si tratta quindi di fenomeni che non hanno raggiunto condizioni di equilibrio. Questi possono alternare periodi di massima dinamica a periodi di inattività temporanea generalmente legati al ciclo stagionale. Si citano ad esempio l'azione erosiva delle acque incanalate, oppure fenomeni legati alla dinamica gravitativa sui versanti del tipo "soliflusso", che mostrano diversa velocità nei vari periodi dell'anno.

Le **forme "quiescenti"** sono quelle la cui evoluzione non è legata al ciclo stagionale, ma si sviluppa secondo tempi di ricorrenza più lunghi. Infatti tali fenomenologie, pur non avendo raggiunto una situazione di equilibrio o stabilità, possono rimanere temporaneamente inattive anche per lunghi periodi come nel caso delle “paleofrane con tracce di instabilità”. Gran parte di tali frane non ha subito sostanziali evoluzioni negli ultimi anni, ma è facilmente prevedibile che riverificandosi eventi meteorici con precipitazioni superiori alla media, si possano verificare riprese nell’attività dinamica di tali dissesti. Tali forme, durante il periodo di inattività, mostrano comunque indicatori tali da far ritenere una più o meno prossima ripresa del movimento.

Le **forme "inattive"** comprendono quelle fenomenologie che hanno raggiunto uno stato di equilibrio tale da far ritenere improbabili nuove evoluzioni in senso dinamico. Per tali forme non è quindi più attivo il processo morfogenetico che le ha innescate, né esistono indizi tali da far prevedere una successiva dinamica evolutiva, se non in seguito all’insorgere di nuovi fattori scatenanti.

Sulla carta geologico tecnica sono stati riportati tutti quei fenomeni geomorfologici che possono avere una particolare importanza ai fini dell'analisi della stabilità delle aree in esame e della valutazione degli effetti della risposta sismica locale.

In particolare sono state individuate:

- *forme, processi e depositi gravitativi di versante;*
- *forme, processi e depositi per acque correnti superficiali;*
- *forme, processi e depositi antropici e manufatti.*

Le principali forme di pendio comprendono le superfici e le scarpate di origine strutturale o litologica, le scarpate di degradazione, i ruscellamenti diffusi, i movimenti franosi, distinti ove possibile nelle varie parti che li compongono (nicchia di distacco, corpo della frana e zona di accumulo) ed i movimenti di massa generalizzati.

Si procede ad una breve descrizione sistematica.



### Forme, processi e depositi gravitativi di versante

#### **Movimenti franosi**

Sono stati suddivisi nelle parti che li compongono: nicchia di distacco/coronamento di frana/scarpatata di frana, corpo della frana, zona d'accumulo. La nicchia di distacco o corona di frana, di facile individuazione in carta perché caratterizzata quasi sempre da una forma arcuata, separa a monte del fenomeno la massa in frana da quella stabile con esposizione del substrato; il corpo della frana è costituito dall'insieme dei terreni mobilizzati sottostanti la zona di distacco fino alla zona d'accumulo; la zona d'accumulo presenta struttura caotica e forma variabile a seconda della tipologia del processo e delle caratteristiche litologiche dei terreni coinvolti.

Per quanto concerne la dinamica sono state individuate:

- frane attive che comprendono:

- frane attive, continue stagionali con tempo di ritorno pluriennale o pluridecennale - Frane con indizi di movimento in atto o recenti. Si manifestano solitamente con rotture della superficie topografica per nulla o poco rimodellate ad opera di agenti naturali o antropici, deformazioni della vegetazione copertura vegetale (strappi nella copertura erbacea, rotazione o caduta di alberi, ecc.), danni a strutture o infrastrutture (muri, drenaggi, tubature, manto stradale, ecc.). Con questo stato di attività si classificano le frane avvenute (o anche parzialmente riattivate) negli ultimi decenni.

- frane attive, continue stagionali o con tempo di ritorno pluriennale – Stesse caratteristiche di cui sopra; ma con questo stato di attività si classificano le frane avvenute (o anche parzialmente riattivate) negli ultimi anni.

- frane attive con tempo di ritorno pluriennale - Frane con indizi di movimento recenti. Si manifestano solitamente con rotture della superficie topografica poco rimodellate ad opera di agenti naturali o antropici, deformazioni della vegetazione copertura vegetale (strappi nella copertura erbacea, rotazione o caduta di alberi, ecc.), danni a strutture o infrastrutture (muri, drenaggi, tubature, manto stradale, ecc.). Con questo stato di attività si classificano le frane attive, non riconducibili alle frane attive di I° livello, avvenute (o anche parzialmente riattivate) negli ultimi decenni.

- frane quiescenti che evidenziano fenomeni gravitativi avvenuti in tempi passati e che mostrano chiari segni di instabilità quali contropendenze e rotture di pendio;

- frane quiescenti – Frane con indizi di movimento antichi, non recenti o relativamente recenti. Le morfologie relative al movimento (corona di frana, contropendenze, gradini, ecc.) sono normalmente ancora riconoscibili pur se rimodellati ad opera di agenti naturali o antropici. L'area in frana presenta evidenze geomorfologiche o esistono testimonianze che indicano, o comunque non escludono, una possibile o potenziale riattivazione del processo nell'attuale sistema morfodinamico e morfoclimatico, ma non è possibile fare alcuna ulteriore verifica multitemporale.

- frane quiescenti recenti - Frane con indizi di movimento relativamente recenti. Sono normalmente presenti chiari indizi di movimento avvenuto in tempi relativamente recenti. Le morfologie relative al movimento (es. corona di frana, contropendenze, gradini) sono di solito riconoscibili pur se rimodellate ad opera di agenti naturali o antropici, mentre sono assenti evidenze di rottura della superficie topografica. Oltre alle evidenze geomorfologiche, possono essere reperiti studi o testimonianze ed effettuati rilievi su danni subiti da strutture o infrastrutture (muri, drenaggi, tubature, manto stradale, ecc.). Persistono le principali cause predisponenti il dissesto con possibile riattivazione di tutta o parte della frana in seguito ad eventi scatenanti di carattere

eccezionale ma ripetibili nelle attuali condizioni morfoclimatiche. E' ritenuto possibile verificarne l'attività (o presupporla su evidenze geomorfologiche) indicativamente negli ultimi 60-70 anni.

- frane quiescenti antiche - Frane con indizi di movimento antichi o non recenti. Le morfologie relative al movimento (corona di frana, contropendenze, gradini, ecc.) sono normalmente ancora riconoscibili pur se profondamente rimodellate ed obliterate ad opera di agenti naturali o antropici. L'area in frana presenta evidenze geomorfologiche o esistono testimonianze che indicano, o comunque non escludono, una possibile o anche solamente potenziale riattivazione di tutta o parte della frana nell'attuale sistema morfodinamico e morfoclimatico. Generalmente la copertura vegetale è continua.

- frane quiescenti a seguito di intervento antropico - Frane ove sono stati eseguiti interventi di sistemazione e/o stabilizzazione, che comunque non ne hanno eliminato completamente le cause predisponenti e/o scatenanti.

- frane stabilizzate artificialmente o naturalmente e le forme relitte avvenute in tempi passati, riconoscibili per la loro morfologia, ma tali da poter essere considerate al momento non attive. Frane che non possono riattivarsi in quanto interventi antropici ne hanno eliminato le cause predisponenti e/o scatenanti. Frane che non possono riattivarsi nell'attuale sistema morfodinamico e morfoclimatico poiché sepolte o relitte, o comunque in contesti geomorfologici non più relazionabili ai versanti attuali.

L'equilibrio così raggiunto può essere turbato, specie in funzione dei terreni presenti, da interventi antropici di modifica dei profili.

Nelle rilevazioni geomorfologiche relative al territorio comunale di Cerreto Guidi non sono state riscontrate situazioni riconducibili a tale ultima classificazione dello stato di attività (frane stabilizzate o relitte).

#### **Aree molto instabili per franosità diffusa**

Sono zone in cui è stata rilevata la presenza di più fenomeni franosi di svariata dimensione e tipologia; si è pertanto provveduto alla delimitazione del settore comprendente tutti i fenomeni in atto.

Area con frane attive superficiali (profondità massima dal piano di campagna in ogni caso inferiore a 3 metri) non cartografabili singolarmente. Nella "franosità diffusa" i caratteri di dissesto franoso attivo sono normalmente discontinui nel tempo e nello spazio, le forme sono facilmente obliterate da lavorazioni agricole o da processi erosivi e possono presentarsi in continuità spaziale e/o temporale con fenomeni di *creep*, soliflusso o geliflusso.

#### **Movimenti di massa generalizzati e/o soliflussi**

Sono stati individuati su tratti di versante con evidenti indizi di instabilità (dossi, contropendenze, lacerazioni, ecc.) talvolta singolarmente cartografabili, ma in altri casi interessanti anche vaste porzioni di versante. Mobilizzano, generalmente, limitati spessori di coltre alterita e/o livelli di terreno coltivo. Talora sono innescati o favoriti da intensa attività antropica.

Aree soggette a deformazioni e movimenti superficiali del suolo e della copertura regolitica. Forme derivanti da processi di diversa origine (gravitativa, meccanica, periglaciale) caratterizzate da piccole e diffuse ondulazioni della superficie topografica che interessano il suolo e la copertura regolitica, che in ogni caso non superano il metro di profondità dal piano di campagna. Risultano periodicamente obliterate dalle lavorazioni agricole.

#### **Forme, processi e depositi per acque correnti superficiali**

##### **Ruscigliamento diffuso**

Forme dovute ad erosione idrica superficiale in rigagnoli o foliare, periodicamente obliterate da pratiche agricole; si innescano nella parte superiore e mediana degli stessi e provocano un progressivo assottigliamento del suolo. A seconda dell'intensità e della diffusione areale caratterizzano "aree soggette ad erosione profonda" o settori "soggetti ad erosione superficiale".

#### **Erosione lineare o incanalata e/o alveo con tendenza all'approfondimento**

Incisioni vallive con versanti ripidi e simmetrici, generalmente prive di depositi alluvio-colluviali, sede di deflusso di acque sia permanente che temporaneo che mostrano incisioni in continuo approfondimento.

#### **Orli di terrazzo o ripe d'erosione**

Brusche rotture di pendio al margine di superfici terrazzate; indicano fenomeni erosivi fluviali in terreni alluvionali più antichi.

#### **Erosioni laterali di sponda**

Attività erosive esercitate dai corsi d'acqua sulle sponde, in particolare in corrispondenza delle anse; tali processi possono causare, a lungo andare, crolli di entità cospicua in aree ritenute ad alta stabilità perché pianeggianti.

### ***Forme, processi e depositi antropici e manufatti***

#### **Le forme ed i processi antropici**

Si tratta di forme dovute all'azione dell'uomo sul territorio, quindi rientrano in questa categoria un'ampia gamma di interventi: cave attive o inattive, dighe, rilevati e laghetti artificiali e in generale tutte le aree che per una qualsiasi ragione sono state manipolate dall'uomo.

Nel complesso, da un punto di vista geomorfologico l'areale di interesse è talora interessato sia da forme e processi di erosione idrica e del pendio, sia da forme e processi dovuti a gravità, nonché da forme di origine artificiale (antropica).

Per quanto riguarda la prima tipologia sono presenti forme di denudazione ed erosione (orlo di scarpata fluviale o di terrazzo, orlo rimodellato di scarpata o debole rottura di pendio aree soggette ad erosione superficiale). Tra le forme e i processi dovuti a gravità si ha la presenza di forme di denudazione (frane di limitata estensione e aree instabili per soliflusso generalizzato). Infine si hanno forme antropiche (artificiali) costituite da orli di scarpata di origine antropica, argini artificiali, rilevati stradali, cave attive e inattive e corpi d'acqua.

### **3.5 CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE E NOTAZIONI IDROGEOLOGICHE**

Il reticolo idrografico che caratterizza il territorio del Comune di Vinci mostra un andamento generale del principale corso d'acqua, il Fiume Arno, in direzione circa est-ovest.

Gli affluenti di ordine gerarchico inferiore, tributari in destra idraulica del Fiume Arno, sono orientati generalmente N – S; tra questi si elencano il Torrente Streda, il Rio della Valle Marcarro, il Rio S. Ansano e il Rio Morticini.

Nel settore nord-occidentale del territorio comunale il settore vallivo è solcato dal corso del Torrente Vincio che con andamento circa NE-SW confluisce nel Canale Usciana, che scorre con direzione circa nord-sud in corrispondenza del Padule di Fucecchio.

Per quanto riguarda le caratteristiche idrogeologiche dei terreni presenti nel territorio comunale di Vinci, il sistema idrogeologico risulta chiaramente alimentato dai rilievi circostanti la pianura alluvionale.

Si fornisce di seguito una descrizione sintetica delle diverse situazioni riscontrabili all'interno del territorio comunale.

#### *Falda libera all'interno delle alluvioni del Fiume Arno e dei corsi secondari*

Si tratta della risorsa più importante che gode di una situazione idrogeologica particolarmente favorevole in corrispondenza delle aree di fondovalle. La risorsa principale a disposizione del territorio è rappresentata dai depositi alluvionali del Fiume Arno e dei corsi secondari che poggiano sui depositi pliocenici e/o pleistocenici. Lo spessore di questi depositi è generalmente compreso tra i 5 e i 15 m. L'assetto idrogeologico di questi settori è favorevole in quanto i depositi sabbiosi e talora ghiaiosi pliocenici che affiorano sui margini collinari delle valli contribuiscono alla ricarica della falda libera del fondo valle. Questa falda è sfruttata sia a scopo idropotabile sia per scopi diversi con una presenza di pozzi privati.

Circa la profondità della falda, questa tende ad aumentare progressivamente dai settori contermini ai rilievi collinari presenti al margine della piana verso il corso dell'Arno, passando da 2–3 m di profondità (si rilevano valori più bassi nelle vallecole minori) fino a 7–8 m, con massimi di 10 m in prossimità dell'argine del fiume. Lo spessore dell'acquifero può essere stimato, in relazione alla profondità dei pozzi, intorno a qualche decina di metri.

#### *Falde all'interno dei depositi marini pliocenici e dei depositi continentali ruscini-villafranchiani*

Si tratta di orizzonti isolati e poco produttivi con mancanza di una vera ricarica e con una potenzialità molto ridotta che, per le loro caratteristiche, non possono essere considerate alternative alla falda libera. Inoltre esiste un problema legato alla ricarica, che in questo caso è molto lenta o addirittura inesistente, essendo gli orizzonti sabbiosi presenti in alternanza con spessori argillosi.

#### *Falde all'interno delle formazioni litoidi*

Si tratta di livelli acquiferi presenti all'interno dell'ammasso roccioso in corrispondenza delle linee di filtrazione idrica confinate nelle fasce di fratturazione della formazione litoide. Talora queste sono fraposte a livelli a minor permeabilità che rendono la falda acquifera di carattere artesiano. La presenza della risorsa idrica è connessa a condizioni di fratturazione e di alimentazione definibili a grande scala e non risolvibili nel ristretto intorno dell'area di captazione e/o di ricerca.

In funzione di quanto detto, relativamente al contesto idrogeologico che caratterizza il territorio comunale, in funzione della corretta gestione delle risorse idriche del territorio, è possibile definire il grado di vulnerabilità degli acquiferi presenti, come di seguito riportato, secondo le indicazioni fornite dal P.T.C.P. della Provincia di Firenze in merito alla corretta gestione (al fine della programmazione e pianificazione urbanistica) delle risorse idriche del sottosuolo.

Si ricorda come la vulnerabilità di un acquifero è definita come la propensione di un corpo idrico sotterraneo a subire una contaminazione.

- *Vulnerabilità elevata "E"*: in presenza di un acquifero libero in materiali alluvionali a granulometria da grossolana a media (alluvioni attuali) senza o con scarsa protezione (b).

- *Vulnerabilità alta "A"*: in presenza di falde libere in materiali a granulometria eterogenea con scarsa protezione (depositi alluvionali recenti e fluvio-lacustri pleistocenici a granulometria prevalentemente

grossolana) o in presenza di falde libere in materiali detritici sia di rilevante estensione areale, che di modesta continuità areale (corpi detritici e accumuli di frana).

La classe è stata suddivisa in due sottoclassi:

“Aa”: acquiferi liberi in materiali alluvionali a granulometria eterogenea composti da conglomerati, depositi sabbiosi e sabbioso-limosi con rari livelli di ghiaia eterometrici, caratterizzati da scarsa protezione (bna, bnb);

“Ab”: falde libere presenti in materiali detritici di modesta continuità areale (frane, aa, b2a) caratterizzati da scarsa protezione.

- *Vulnerabilità media*: in presenza di sabbie e ciottolami con interposti livelli limosi, generalmente con copertura poco permeabile (depositi pliocenici a prevalente composizione sabbioso-ghiaiosa). Oppure nel caso di falde presenti in materiali con granulometria da sabbie prevalenti ad argilla, di modesta importanza con protezione di materiali fini (sabbie e limi plio-pleistocenici).

La classe è stata suddivisa in due sottoclassi:

“Ma”: sabbie e ciottolami con interposti livelli limosi, generalmente con copertura poco permeabile (VILg , PLIs) o arenarie fratturate con rete idrica di solito a media profondità e di arenarie e siltiti con livelli argillitici intercalati che danno origine a più falde (MAC).

“Mb”: falde presenti in materiali con granulometria da sabbie prevalenti ad argille, di modesta importanza con protezione di materiali fini

- *Vulnerabilità bassa*: acquiferi di limitata produttività presenti in corrispondenza di litologie a prevalenza argillosa e limosa, con modesta circolazione idrica (argille e limi plio-pleistocenici).

La classe è stata suddivisa in due sottoclassi:

“Ba”: acquiferi di limitata produttività presenti in sedimenti a granulometria fine con con modesta circolazione idrica.

“Bb”: sedimenti a grana fine praticamente privi di circolazione idrica sotterranea (VILc, FAA, FAAb).

Nelle aree collinari, il territorio comunale risulta caratterizzato da ampie aree, a cui è stata assegnata una classe di vulnerabilità media e bassa, mentre sono diffuse, ma con scarsa continuità areale, le zone classificate come vulnerabilità alta correlate ad accumuli di detrito e di frana.

Invece, nei settori di fondovalle, invece, si hanno generalmente aree con vulnerabilità elevata in corrispondenza dei depositi alluvionali recenti ed attuali.

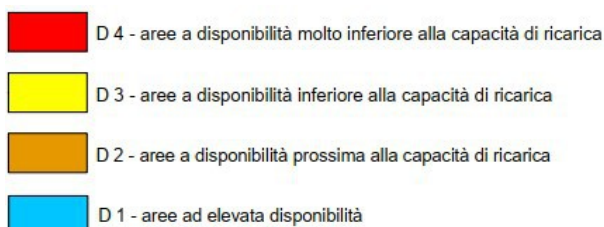
Infine, con riferimento agli stralci cartografici (n. 50 e n. 56 in scala 1:25.000) del Piano di bacino del Fiume Arno, stralcio “Bilancio Idrico”, è possibile definire la zonazione delle aree a diversa disponibilità idrica di acque sotterranee degli acquiferi di pianura. Questi si suddividono in:

- Acquiferi con bilancio prossimo all'equilibrio e a bilancio positivo - Aree a disponibilità molto inferiore alla ricarica (D4); ricade in questa tipologia un ampio areale in corrispondenza della porzione sud-occidentale dell'abitato di Sovigliana e in limitato areale lungo il corso del Fiume Arno presso l'abitato di Spicchio.

- Acquiferi con bilancio prossimo all'equilibrio e a bilancio positivo - Aree a disponibilità inferiore alla ricarica (D3); si rinviene presso l'abitato di Spicchio.

- Acquiferi con bilancio prossimo all'equilibrio e a bilancio positivo - Aree a disponibilità prossima alla ricarica (D2) e ad elevata disponibilità (D1); ricadono nella tipologia D2 alcune aree presso l'abitato di Sovigliana, attorno all'area a disponibilità molto inferiore alla ricarica (D4) e in corrispondenza del corso del Torrente Streda

presso il limite sud-occidentale del territorio comunale; mentre ricadono nella tipologia D1 i restanti settori di pianura in corrispondenza del corso del Fiume Arno.



*Estratto da stralcio cartografico n. 50 e n. 56 in scala 1:25.000*

### **3.6 ACCLIVITA' DEI VERSANTI**

Le variazioni altimetriche e topografiche sono utili per la definizione delle zone MOPS delle cartografie di Microzonazione, in quanto il progressivo aumento delle pendenze, a parità di condizioni litotecniche e giaciture, si ha un aumento del grado di instabilità di una pendice.

Una maggiore inclinazione del versante favorisce inoltre l'erosione superficiale, con trasporto a valle del materiale detritico asportato da parte delle acque di corrivazione; per contro una inclinazione minore della pendice favorisce i processi chimico-fisici di alterazione del substrato roccioso con formazione di suolo, data la maggiore permanenza delle acque di ristagno.

In particolare sono state definite le seguenti soglie:

- fino al 15 % non si hanno in genere controindicazioni in termini di stabilità dei versanti, anche se tali zone rappresentano una percentuale minima del territorio in aree collinari e montuose;
- dal 15 % al 25 % si possono verificare stati di instabilità dinamica in litologie costituite da sabbie sciolte, argille e limi soffici e detriti, se in presenza di falda superficiale;
- dal 25 % al 35 % possono verificarsi dissesti nelle litologie sopra elencate anche non in presenza di acqua;
- oltre il 35 % questa classe caratterizza versanti molto acclivi nei quali possono verificarsi crolli o distacchi se in presenza di rocce poco cementate, alterate o fessurate sia per fenomeni fisici (gelo-disgelo), che tettonici.

#### 4. DATI GEOTECNICI E GEOFISICI

Per effettuare gli studi di Microzonazione si è provveduto alla raccolta e all'archiviazione organizzata di dati pregressi, quali le indagini sismiche eseguite dal Dott. Tomei nell'aprile e nel giugno 2013 nell'ambito degli studi di Microzonazione Sismica di Livello 1 a supporto del vigente Regolamento Comunale del Comune di Vinci, e alla realizzazione, a supporto degli studi di Microzonazione Sismica di Livello 2 correlati al Piano Strutturale Intercomunale denominato "Della città e territori delle due rive", di una specifica e inedita campagna di indagini sismiche (cfr. relazione sulle indagini geofisiche svolte dai Dott.ri Pieroni e Puccetti nel novero delle attività correlate al presente studio con le relative certificazioni e/o elaborazioni rappresentative), eseguita nel maggio 2022.

Le Carte delle indagini mostrano nel dettaglio, per ciascuna delle frazioni indagate, l'ubicazione di tutte le prove eseguite precedentemente al presente studio reperibili da fonti "bibliografiche" e/o banche dati, nonché l'ubicazione delle indagini geofisiche all'uopo realizzate su indicazione del Coordinamento Regionale Prevenzione Sismica come supporto al presente studio di Microzonazione Sismica di Livello 2 (cfr. relazione sulle indagini geofisiche svolte nel novero delle attività correlate al presente studio con le relative certificazioni e/o elaborazioni rappresentative).

La nomenclatura delle diverse tipologie di indagine ubicate sulla CTR, è stata definita sulla base delle indicazioni riportate al par. 1.1.1. degli "Standard di rappresentazione e archiviazione informatica per la Microzonazione Sismica".

La raccolta dei dati esistenti si è basata sull'acquisizione, laddove reperibili, di stratigrafie relative a pozzi e sondaggi, di certificati di prove penetrometriche dinamiche e statiche, di indagini geofisiche (prove di sismica a rifrazione, prove down-hole, MASW, HVSR e stendimenti geoelettrici già realizzati nelle zone di studio).

Si citano di seguito le fonti di reperimento dei dati raccolti nel citato "data base" (per i dati di base da bibliografia):

- Studi geologici e geomorfologici di dettaglio, commissionati dalla Amministrazione Comunale, a supporto alla progettazione di opere di opere pubbliche e/o interventi infrastrutturali;
- Data base della Regione Toscana delle indagini di sottosuolo;
- Data base ISPRA relativamente a stratigrafie di pozzi idrici profondi;
- Archivi comunali in merito alle pratiche urbanistiche, edilizie e lavori pubblici.

In particolare sono state ricavate le risultanze del seguente numero di indagini geofisiche, contenuti negli Studi di Microzonazione Sismica di Livello 1 a supporto del vigente Piano Operativo comunale:

- n. 1 prova sismica a rifrazione con onde P ed onde SH, con restituzione secondo tecniche di analisi a rifrazione classica e tomografica, delle velocità  $V_p$  e  $V_s$  nel sottosuolo;
- n. 2 prospezioni di sismica attiva frequenziale con tecnica di tipo MASW;
- n. 26 prospezioni geofisiche con acquisizione ed analisi dei microtremori (HVSR), e con processo di inversione e interpretazione secondo la metodologia di analisi del rapporto spettrale H/V o di Nakamura, per determinare l'eventuale comportamento amplificativo del terreno.

Per la predisposizione degli studi di *Microzonazione Sismica di Livello 2* è stato necessario realizzare una specifica campagna di indagini geofisiche, ad integrazione della campagna di indagine realizzata durante gli studi di *Microzonazione Sismica di Livello 1* a supporto del vigente Regolamento Urbanistico, la cui distribuzione all'interno delle frazioni ed ubicazione in relazione alle problematiche da indagare è stata concordata con i funzionari del Coordinamento Regionale Prevenzione Sismica.

Questa campagna è consistita nell'esecuzione di:

- n. 2 linee di sismica a rifrazione con onde P ed onde SH, con restituzione secondo tecniche di analisi a rifrazione classica e tomografica, delle velocità  $V_p$  e  $V_s$  nel sottosuolo;
- n. 25 prospezioni geofisiche con acquisizione ed analisi dei microtremori (HVSr), e con processo di inversione e interpretazione secondo la metodologia di analisi del rapporto spettrale H/V o di Nakamura, per la definizione della frequenza naturale dei terreni e per la determinazione dell'eventuale comportamento amplificativo degli stessi.

Si fornisce, indicandone la distribuzione nelle varie frazioni oggetto di studio, il dettaglio delle indagini appositamente eseguite durante lo svolgimento degli studi di *Microzonazione Sismica di Livello 1*, di quelle ricavate dall'archivio dei dati di base a disposizione dell'amministrazione Comunale e di quelle eseguite durante gli studi di *Microzonazione Sismica di Livello 2*.

Si precisa che in **blu** vengono indicate le indagini svolte per gli studi di *Microzonazione Sismica di Livello 1* e quelle collezionate dall'archivio dei dati di base consultati; mentre in **rosso** vengono indicate le indagini svolte propedeuticamente agli studi di *Microzonazione Sismica di Livello 2*.

Vinci Capoluogo:

- n. 6 prospezioni geofisiche con acquisizione ed analisi dei microtremori (HVSr);
- n. 1 linea di sismica a rifrazione con onde P ed onde SH;
- n. 1 prova Masw;
- n. 1 indagine di sismica in foro in onde P e Sh di tipo down-hole;
- n. 1 linea di sismica a rifrazione con onde P ed onde SH;
- n. 4 prospezioni geofisiche con acquisizione ed analisi dei microtremori (HVSr).

Località	Id indagine	Tipologia Indagine				
		HVSr	Rifrazione P+Sh	ESAC	MASW	DH
Vinci Capoluogo	L1		X			
	L11		X			
	L12				X	
	P4	X				
	P5	X				
	P15	X				
	P16	X				
	P47	X				
	P48	X				
	P49	X				
	P50	X				



Località	Id indagine	Tipologia Indagine				
		HVSR	Rifrazione P+Sh	ESAC	MASW	DH
	P51	X				
	P70	X				
	P106					X

Sovigliana e Spicchio:

- n. 9 prospezioni geofisiche con acquisizione ed analisi dei microtremori (HVSR);
- n. 3 prove Masw;
- n. 1 indagine di sismica in foro in onde P e Sh di tipo down-hole;
- n. 1 prova Masw;
- n. 9 prospezioni geofisiche con acquisizione ed analisi dei microtremori (HVSR).

Località	Id indagine	Tipologia Indagine				
		HVSR	Rifrazione P+Sh	ESAC	MASW	DH
Sovigliana e Spicchio	L3				X	
	L7				X	
	L8				X	
	L10				X	
	P17	X				
	P18	X				
	P19	X				
	P20	X				
	P21	X				
	P22	X				
	P23	X				
	P24	X				
	P25	X				
	P37	X				
	P38	X				
	P39	X				
	P40	X				
	P41	X				
	P42	X				
	P43	X				
P45	X					
P46	X					
P104						X

Mercatale Zona Industriale:

- n. 3 prove Masw;
- n. 1 indagine di sismica in foro in onde P e Sh di tipo down-hole;
- n. 3 prospezioni geofisiche con acquisizione ed analisi dei microtremori (HVSR);
- n. 2 prospezioni geofisiche con acquisizione ed analisi dei microtremori (HVSR).

Località	Id indagine	Tipologia Indagine				
		HVSR	Rifrazione P+Sh	ESAC	MASW	DH
Mercatale Zona Industriale	L4				X	
	L5				X	
	L9				X	
	P13	X				
	P14	X				
	P34	X				
	P35	X				
	P36	X				
	P105					X

Vitolini e Sant'Ansano:

- n. 1 linea di sismica a rifrazione con onde P ed onde SH;
- n. 8 prospezioni geofisiche con acquisizione ed analisi dei microtremitori (HVSR);
- n. 1 linea di sismica a rifrazione con onde P ed onde SH;
- n. 3 prospezioni geofisiche con acquisizione ed analisi dei microtremitori (HVSR).

Località	Id indagine	Tipologia Indagine				
		HVSR	Rifrazione P+Sh	ESAC	MASW	DH
Vitolini e Sant'Ansano	L2		X			
	L6		X			
	P1	X				
	P2	X				
	P3	X				
	P26	X				
	P27	X				
	P28	X				
	P29	X				
	P30	X				
	P31	X				
	P32	X				
	P33	X				

Toiano:

- n. 4 prospezioni geofisiche con acquisizione ed analisi dei microtremitori (HVSR).

Località	Id indagine	Tipologia Indagine				
		HVSR	Rifrazione P+Sh	ESAC	MASW	DH
Toiano	P6	X				
	P7	X				
	P8	X				

Località	Id indagine	Tipologia Indagine				
	P9	X				

Apparita e La Stella:

- n. 3 prospezioni geofisiche con acquisizione ed analisi dei microtremori (HVSr).

Località	Id indagine	Tipologia Indagine				
		HVSr	Rifrazione P+Sh	ESAC	MASW	DH
Apparita e La Stella	P10	X				
	P11	X				
	P12	X				

Inoltre sono state collezionate sulla scorta delle specifiche indagini eseguite a supporto degli studi di Microzonazione Sismica di Livello 1 e dall'archivio dei dati di base a disposizione dell'amministrazione Comunale le seguenti indagini, per ciascuna località.

L'ubicazione di tali indagini all'interno delle frazioni, in relazione alle problematiche da indagare, è mostrata nelle sopra citate cartografie, mentre per le risultanze si rimanda agli elaborati ed allegati contenuti nella relazione sulle indagini geofisiche svolte nel novero delle attività correlate al presente studio con le relative certificazioni e/o elaborazioni rappresentative.

Di seguito si riporta una tabella con i risultati delle prove HVSr eseguite per gli studi di livello 1, di quelle ricavate dall'archivio dei dati di base a disposizione dell'amministrazione Comunale e di quelle eseguite durante gli studi di Microzonazione Sismica di Livello 2

Si precisa che in **blu** vengono indicate le indagini svolte per gli studi di Microzonazione Sismica di Livello 1 e quelle collezionate dall'archivio dei dati di base consultati; mentre in **rosso** vengono indicate le indagini svolte propedeuticamente agli studi di Microzonazione Sismica di Livello 2.

Località	Sigla Indagine	F0 Picco 1	F0 Picco 2	A Picco 1	A Picco 2	Classe Picco 1	Classe Picco 2	
Vinci Capoluogo	P4	2,84		2,79		A1		
	P5	1,91		2,91		A1		
	P14	Nessun picco rilevato					A2	
	P15	Nessun picco rilevato					A2	
	P47	0,52		2,40		B2		
	P48	0,56		2,95		B2		
	P49	0,76		2,36		A1		
	P50	3,57		1,91		C		
	P51	1,32		3,28		B2		
	P70	3,75		3,13				
Sovigliana e Spicchio	P17	Nessun picco rilevato					A2	
	P18	Nessun picco rilevato					A2	
	P19	Nessun picco rilevato					A2	
	P20	2,83		2,28		A1		

Località	Sigla Indagine	F0 Picco 1	F0 Picco 2	A Picco 1	A Picco 2	Classe Picco 1	Classe Picco 2
	P21	Nessun picco rilevato				A2	
	P22	3,04		2,16		A1	
	P23	Nessun picco rilevato				A2	
	P24	Nessun picco rilevato				A2	
	P25	Nessun picco rilevato				A2	
	P37	1,69		2,50		A1	
	P38	35,88		3,14		B1	
	P39	18,63		2,39		B2	
	P40	7,54		1,80		B2	
	P41	0,95		2,00		B2	
	P42	0,44		5,89		C	
	P43	0,88		2,04		B2	
	P44	0,26		2,19		B2	
	P45	42,67		2,70		B2	
	P46	0,82		3,33		B2	
Mercatale Zona Industriale	P13	Nessun picco rilevato				A2	
	P14	Nessun picco rilevato				A2	
	P34	0,25		1,97		C	
	P35	1,14		2,28		B2	
	P36	9,33		2,57		A1	
Vitolini e Sant'Ansano	P1	2,99		2,43		A1	
	P2	2,63		2,85		A1	
	P3	1,81		2,03		A1	
	P26	0,66		3,38		C	
	P27	0,40		4,88		C	
	P28	2,73		2,57		A1	
	P29	17,68		3,93		A1	
	P30	1,80		4,28		A1	
	P31	0,83	3,26	3,49	2,99	B2	A1
	P32	2,38		2,32		B2	
P33	0,70		2,89		B2		
Toiano	P6	Nessun picco rilevato				A2	
	P7	Nessun picco rilevato				A2	
	P8	3,00		2,26		A1	
	P9	Nessun picco rilevato				A2	
Apparita e La Stella	P10	Nessun picco rilevato				A2	
	P11	Nessun picco rilevato				A2	
	P12	Nessun picco rilevato				A2	

Per ogni misura HVSR, è stata attribuita una delle seguenti 3 classi di appartenenza (cfr. relazione sulle indagini geofisiche svolte nel novero delle attività correlate al presente studio con le relative certificazioni e/o elaborazioni rappresentative):

Classe A: registrazione affidabile ed interpretabile che può essere utilizzata anche da sola;

Classe B: registrazione sospetta da utilizzare con cautela ed in presenza di altre misure ottenute nelle vicinanze;

Classe C: registrazione scadente e di difficile interpretazione.

Per ciascuna delle frazioni indagate, nel seguito del presente rapporto in cui si descrivono le caratteristiche rilevate per ogni centro urbano studiato, si fornisce indicazione della Classe di qualità ottenuta applicando la “Procedura semiquantitativa per stabilire la qualità della carta di livello 1 di MS, i cui criteri e dati di input sono riassunti nella sotto riportata tabella 1 e i cui “range” di accettabilità sono indicati nel seguente abaco per le classi A, B e C.

CLASSE	VALORI	INDICAZIONI
<b>A</b>	<b>≥ 75 %</b>	Carta di livello 1 di ottima qualità
<b>B</b>	<b>50 % - 74 %</b>	Sarebbero auspicabili migliorare almeno uno dei parametri
<b>C</b>	<b>25 % - 49 %</b>	Sarebbero auspicabili ulteriori indagini che mancano o che sono valutate di scarsa qualità
<b>D</b>	<b>≤ 25 %</b>	Carta di livello 1 di scarsa qualità: non risponde ai requisiti minimi richiesti da ICMS08 e Linee Guida Regione Toscana

Parametro	Peso Parametro	Indicatore (peso=0.33)	Valutazione indicatore (punteggio)			
			Nulla (0)	Bassa (0.33)	Media (0.66)	Alta (1)
Carta geologico -tecnica	1	Anno rilevamento	No data	< 2000		> 2000
		Progetto	No data	Altro	Allegato piano urbanistico	Ad hoc
		Scala rilevamento	No data	50.000-26.000	25.000-11.000	10.000-2.000
Sondaggi a distruzione	0.50	Numero di sondaggi a distruzione	No data	1-5	6-10	>10
		Percentuale di celle occupate da sondaggi a distruzione	No data	1-33%	34-66%	>66%
		Numero sondaggi che arrivano al substrato rigido	No data	1-5	6-10	>10
Sondaggi a carotaggio continuo	1	Numero di sondaggi a carotaggio	No data	1-5	6-10	>10
		Percentuale di celle occupate da sondaggi a carotaggio	No data	1-33%	34-66%	>66%
		Numero sondaggi che arrivano al substrato rigido	No data	1-5	6-10	>10
Indagini geofisiche	0.50	Numero di misure	No data	1-5	6-10	>10
		Percentuale di celle occupate da indagini	No data	1-33%	34-66%	>66%
		Percentuale indagini che arrivano al substrato rigido	No data	1-33%	34-66%	>66%
Prove geotecniche in situ (Prove Penetrometriche, ecc.) e di laboratorio	0.25	Numero di prove	No data	1-5	6-10	>10
		Percentuale di celle occupate da prove	No data	1-33%	34-66%	>66%
		Percentuale prove che arrivano al substrato rigido	No data	1-33%	34-66%	>66%
Misure delle frequenze del sito	0.75	Numero di misure	No data	1-5	6-10	>10
		Percentuale di celle occupate da misure	No data	1-33%	34-66%	>66%
		Classe di affidabilità misure (Albarelo et alii)*	No data	Classe A < 33%	Classe A 34-66%	Classe A >66%

Relativamente alle notazioni litotecniche e geotecniche, sulla scorta dei risultati degli studi geologici e geologico tecnici dell'attuale Piano Regolatore è possibile distinguere i terreni presenti nel territorio da un punto di vista litotecnico. Infatti i terreni che possono manifestare comportamento meccanico omogeneo vengono accorpati in “unità litotecniche” distinte. Per cui vengono raggruppati nella stessa unità litotecnica quei litotipi che presentano caratteristiche tecniche simili, indipendentemente dalla formazione geologica a cui appartengono,

dalla posizione stratigrafica, dai relativi rapporti geometrici, seguendo quindi solamente il criterio del comportamento meccanico omogeneo.

Relativamente alla caratterizzazione geotecnica e litotecnica dei terreni, con riferimento alla descrizione geologica relativa a ciascuna formazione, individuata e distinta nelle zone di studio, è stata definita la classe di appartenenza ad “unità litologico-tecnica – U.L.T.” secondo le indicazioni formulate dal Programma VEL.

Le "unità litologico tecniche", cui si fa riferimento per le formazioni geologiche riscontrate nelle aree indagate, sono state distinte in gruppi principali in base alle diverse successioni di terreni che li caratterizzano uniformandosi alla “*Legenda per la definizione di unità litologico-tecniche (U.L.T.)*” del programma regionale VEL “*Istruzioni tecniche per le indagini geologiche, geofisiche, geognostiche e geotecniche per la valutazione degli effetti locali nei comuni classificati sismici della Toscana*”.

Di seguito si riporta brevemente la descrizione delle varie “unità litologico-tecniche” con il dettaglio delle varie formazioni geologiche che a ciascuna di esse si è ritenuto far corrispondere.

#### **Unità litologico tecnica B**

Si tratta di materiali lapidei stratificati o costituiti da alternanze di diversi litotipi con rapporto lapideo/pelite variabile. Questo raggruppamento comprende le unità litologico tecniche cartografate secondo i seguenti criteri:

- **Unità litologico-tecnica B3:** alternanze ordinate di livelli lapidei e pelitici, con materiale lapideo > 75%. Sono riconducibili a tale unità le formazioni geologiche del Macigno (MAC).

#### **Unità litologico tecnica C**

In questa U.L.T. sono comprese rocce e rocce deboli costituite da materiale prevalentemente granulare con grado di cementazione medio basso, che presentano caratteristiche intermedie fra quelle delle rocce e quelle dei terreni in s.s.. Questo raggruppamento comprende le unità litologico tecniche cartografate secondo i seguenti criteri:

- **Unità litologico-tecnica C1:** conglomerati e breccie clasto sostenuti. Sono riconducibili a tale unità la formazione pliocenica dei Conglomerati e ciottolami ad elementi arenacei (VILg).

- **Unità litologico-tecnica C3:** sabbie cementate e arenarie. Sono riconducibili a tale unità la formazione pliocenica delle Sabbie e arenarie (PLIs).

#### **Unità litologico tecnica D**

In questa U.L.T. sono compresi i terreni coesivi con consistenza elevata. Questo raggruppamento comprende un'unità litologico tecnica cartografata secondo i seguenti criteri:

- **Unità litologico-tecnica D:** argille e limi. E' riconducibile a tale unità la formazione villafranchiana dei Limi argilloso-sabbiosi e argille limoso sabbiose (VILh).

- **Unità litologico-tecnica D2:** argille. E' riconducibile a tale unità la formazione pliocenica delle Argille e argille siltose (FAA e FAAb).

#### **Unità litologico tecnica E**

Vi sono compresi i terreni con stato di addensamento da addensato a sciolto costituiti da materiali granulari non cementati o con lieve grado di cementazione. Per le varie granulometria può essere valutato lo stato di

addensamento mediante prove manuali. Le sabbie, le breccie ed i conglomerati con grado di cementazione medio basso ricadono nella unità "C". Il limite fra le unità litologiche "C" ed "E" può essere considerato convenzionalmente corrispondente ad un numero di colpi della prova Spt uguale a 50.

- **Unità litologico-tecnica E2:** ghiaie (elementi lapidei compresi mediamente tra 2 - 60 mm). Si tratta di materiali granulari generalmente grossolani. Ne fanno parte i depositi alluvionali attuali (b) i depositi alluvionali recenti terrazzati e non (bna).

- **Unità litologico-tecnica E3:** sabbie (granuli di dimensioni comprese tra 2 mm e 0,06 mm). Si tratta di materiali granulari generalmente fini. Ne fanno parte i detriti appartenenti ai corpi di frana, ai detriti di versante (aa), le litologie appartenenti ai depositi alluvionali terrazzati (bnb) e la formazione villafranchiana delle Sabbie, sabbie ciottolose, sabbie siltoso argillose e limi sabbiosi (VILb).

I depositi antropici, data la loro eterogeneità granulometrica non sono stati attribuiti a una specifica Unità Litologico Tecnica.

## 5. MODELLO DEL SOTTOSUOLO

Viene definito come modello del sottosuolo “una rappresentazione tridimensionale approssimata di una porzione di sottosuolo, nella quale devono essere distinguibili gli elementi qualitativi e quantitativi necessari per il suo impiego nelle valutazioni funzionali alla specifica applicazione. Metodologicamente è il risultato di un processo interattivo e iterativo di trattamento di dati provenienti da diverse fonti informative, riconducibili a specifiche aree disciplinari: geologia, geofisica e geotecnica”.

In sintesi, il processo è indirizzato e finalizzato alla definizione del minimo numero di parametri necessari a fornire una ricostruzione di Unità Omogenee, cioè quelle unità caratterizzate da valori simili dei parametri rilevanti ai fini dello studio. Il processo prevede di passare da unità strettamente litologiche a unità caratterizzate da parametri geotecnici e geofisici simili.

In particolare, si devono definire per le diverse unità:

- le geometrie e i limiti superiori, laterali e inferiori; in particolare, è importante stabilire il rapporto stratigrafico tra i terreni di copertura e il substrato geologico, per definire l'andamento morfologico del tetto del substrato geologico sepolto;
- l'assetto strutturale degli ammassi rocciosi ed eventualmente delle formazioni fortemente sovraconsolidate e/o cementate;
- le proprietà fisiche e meccaniche, sebbene secondo le loro intrinseche variazioni e valutazioni di incertezza;
- la posizione delle falde acquifere e le loro eventuali oscillazioni, con definizione delle condizioni idrodinamiche e di pressione interstiziale.

Il processo di costruzione del modello del sottosuolo è partito, quindi, dalla ricostruzione dell'assetto geologico-geomorfologico e strutturale dell'area indagata, effettuato sia mediante cartografie già a disposizione e redatte in passato, come la Carta Geologica Regionale (1:10.000), la Carta Geologica del P.R.G., ecc..., sia attraverso un'inedita revisione con rilievi di campagna.

Tutta l'informazione geologica acquisita, coadiuvata dai dati geotecnici e geofisici, è stata tradotta in un modello, sintetizzato nelle Carte Geologico Tecniche, fornite in scala 1:5.000, riguardanti i settori del territorio del Comune di Montespertoli scelti per gli studi di Microzonazione Sismica.

L'insieme dei dati geologici finalizzati a definire modelli del sottosuolo, particolarmente inerenti alla Microzonazione Sismica, hanno consentito di:

- distinguere il substrato geologico dai terreni di copertura;
- definire le loro geometrie;
- individuare, nei terreni di copertura, le aree soggette a fenomeni di instabilità dei versanti;
- individuare le criticità geomorfologiche.

Ai dati di superficie sono stati aggiunti i dati prelevati in profondità con le indagini geognostiche:

- successioni litostratigrafiche;
- contatto terreni di copertura – substrato geologico.

Inoltre, come riportato al precedente capitolo sono stati trattati i dati e gli aspetti di carattere geotecnico e geofisico delle varie UO riconosciute.



## **6. INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE**

La finalità delle indagini geotecniche negli studi di Microzonazione Sismica è pervenire alla conoscenza dettagliata dello stato del sito e dei terreni presenti nell'area in funzione di un evento sismico attraverso lo studio delle condizioni naturali del terreno in sito mediante indagini geognostiche, prove geotecniche in sito e di laboratorio e di indagini geofisiche, che devono contribuire a definire tutte le caratteristiche morfologiche, stratigrafiche, idrogeologiche, e che, soprattutto, devono identificare il comportamento dinamico dei vari terreni presenti nel sito, assegnando dei valori ai parametri dinamici indispensabili per la valutazione della risposta del sito mediante modelli analitici e numerici.

Il programma delle indagini geotecniche va perciò commisurato sia al problema nonché ai modelli di calcolo di analisi numerica.

Pertanto, ad esempio, dovranno essere eseguite specifiche indagini per la valutazione della velocità delle onde sismiche, indagini per la caratterizzazione dinamica dei terreni finalizzate alla definizione dell'analisi di risposta sismica locale, indagini in sito per la valutazione del potenziale di liquefazione, indagini finalizzate alla determinazione dei parametri residui in caso di analisi di stabilità di pendii.

Le incertezze del modello geologico (e geologico-tecnico) ricostruito sono principalmente legate alla mancanza di indagini geognostiche spinte a profondità tali da avere una maggior conoscenza della successione stratigrafica del substrato geologico al fine di evidenziare eventuali variazioni di litofacies in corrispondenza dei contrasti di impedenza riconosciuti dalle indagini HVSR effettuate.

Inoltre dovranno essere implementate le conoscenze relative ai parametri geotecnici desunti da indagini in situ e di laboratorio.

Oltre alle prove geotecniche e indagini in situ dovranno essere realizzate prove geofisiche finalizzate sia alla ricostruzione sismostratigrafica del territorio (i.e. mediante l'esecuzione di indagini di sismica a rifrazione in onde P) sia alla determinazione dei valori di  $V_s$  (i.e. indagini Down-Hole, Masw, ecc...).

Infine, data la categoria granulometrica del fondo, in prima analisi (lettura ed interpretazione delle descrizioni presenti nelle stratigrafie) sembrerebbero esclusi fenomeni di liquefazione. Le indagini geotecniche di cui si è accennato in precedenza (prove CPT, analisi granulometriche, limiti di Atterberg, ecc...) dovranno chiarire e garantire l'eventuale assenza di questa tipologia permanente di deformazione in caso di sisma.

## **7. METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI**

Per una completa ed esaustiva trattazione delle indagini geofisiche svolte, della loro elaborazione e dei risultati conseguiti si rimanda all'allegata relazione contenente le indagini geofisiche svolte, nel novero del presente studio, per la caratterizzazione sismica e propedeutiche alla redazione della cartografia MOPS di Livello 1 e della Carta di Microzonazione Sismica di Livello 2.

## 8. ELABORATI CARTOGRAFICI

Gli studi di Microzonazione Sismica Comunale (di seguito MS) svolti per il Comune di Vinci sono stati condotti secondo le indicazioni formulate dal Settore Coordinamento Regionale Prevenzione Sismica nel rispetto degli “Indirizzi e Criteri di Microzonazione Sismica Nazionale” (di seguito ICMS, versione 4.2 del dicembre 2020) e delle specifiche tecniche regionali per la microzonazione sismica approvate con Deliberazione di G.R.T. n. 144/2015.

Nei citati ICMS vengono definite le procedure, le metodologie di analisi al fine di individuare e caratterizzare le zone stabili, le zone stabili suscettibili di amplificazione locale del moto sismico e le zone suscettibili di instabilità.

Nello specifico la MS individua e caratterizza:

- Le **Zone Stabili**, sono zone nelle quali non si ipotizzano effetti locali di alcuna natura (litotipi assimilabili al substrato sismico in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata) e pertanto gli scuotimenti attesi sono equivalenti a quelli forniti dagli studi di pericolosità di base;
- Le **Zone Stabili Suscettibili di Amplificazione Sismica**, sono le zone in cui il moto sismico viene modificato a causa delle caratteristiche litostratigrafiche e/o geomorfologiche del territorio;
- Le **Zone di Attenzione per Instabilità**, sono le zone suscettibili di attivazione dei fenomeni di deformazione permanente del territorio indotti o innescati dal sisma (instabilità di versante, liquefazioni, fagliazione superficiale, cedimenti differenziali e sovrapposizione di differenti fenomeni di instabilità).

Per la definizione delle zone e della loro perimetrazione si rimanda a quanto definito al par. 1.1.3 e 1.1.4 degli standard ICMS (versione 4.2 del dicembre 2020).

Gli studi di MS rivestono una notevole importanza nella pianificazione territoriale, fornendo una base conoscitiva della pericolosità sismica locale, al fine di stabilire gerarchie di pericolosità utili per la programmazione di interventi di riduzione del rischio sismico a varie scale, orientare la scelta di aree per nuovi insediamenti, definire gli interventi ammissibili in una determinata area, programmare le indagini e i livelli di approfondimento, stabilire orientamenti, modalità e priorità di intervento nelle aree urbanizzate.

In relazione ai diversi contesti geologico-tecnici, alla pericolosità sismica di base ed in funzione dei diversi obiettivi degli studi di MS, possono essere effettuati n. 3 livelli di approfondimento, con complessità e impegno economico crescente.

In particolare possono essere predisposti i seguenti livelli:

- il **livello 1** è un livello propedeutico ai successivi studi di MS, che consiste esclusivamente in una raccolta organica e ragionata di dati di natura geologica, geofisica e geotecnica e delle informazioni preesistenti e/o acquisite appositamente al fine di suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee dal punto di vista del comportamento sismico. Tale approfondimento è finalizzato alla realizzazione della carta delle “Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)”;
- il **livello 2** è un livello successivo in cui si introduce l’elemento quantitativo associato alle zone omogenee mediante metodologie di analisi numerica di tipo semplificato (abachi regionalizzati, modellazione 1D, leggi

empiriche) e l'esecuzione di ulteriori e più mirate indagini. Tale approfondimento è finalizzato alla realizzazione della "Carta di Microzonazione Sismica";

- il **livello 3** rappresenta il livello più approfondito che permette di giungere ad una microzonazione approfondita del territorio basata su metodologie analitiche di analisi di tipo quantitativo. Tale approfondimento è finalizzato alla realizzazione della "Carta di Microzonazione Sismica con approfondimenti".

**Per la Microzonazione Sismica del Comune di Vinci sono stati eseguiti sia gli studi di Livello 1 che gli studi di Livello 2.**

Ciascuno dei livelli di approfondimento prevede una serie di adempimenti come sotto elencati e dettagliati nella tabella riassuntiva al fine della definizione del quadro conoscitivo minimo che debba essere raggiunto per ogni livello sulla scorta delle indicazioni contenute negli ICMS:

- la realizzazione di opportune indagini geologiche, geofisiche e geotecniche al fine di definire il quadro conoscitivo;
- l'effettuazione di opportune analisi ed elaborazioni;
- la predisposizione di risultati finali.

**INDAGINI MINIME** Raccolta di tutti i dati pregressi esistenti nell'area: rilievi geologici, geomorfologici, geologico-tecnici, indagini geofisiche, sondaggi e stratigrafie desunte da pozzi;  
Rilevamenti geologici di controllo sul terreno;  
Nuove indagini: Esecuzione di ulteriori indagini geofisiche e geotecniche, qualora la raccolta dei dati pregressi non consenta la ricostruzione di un quadro conoscitivo sufficientemente attendibile rispetto agli obiettivi del livello 1;  
Misura passive del rumore ambientale, mediante tecnica a stazione singola.

**ANALISI ED ELABORAZIONI** Sintesi dei dati e delle cartografie disponibili;  
Rilettura, sintesi dei dati ed eventuali nuovi rilievi geologici.

**PRODOTTI FINALI** Carta delle indagini (sia esistenti che di nuova realizzazione);  
Carta geologico-technica per la microzonazione sismica almeno alla scala 1:5.000-1.10.000;  
Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS) almeno alla scala 1:5.000-1.10.000;  
Relazione tecnica illustrativa della carta MOPS;  
Carta delle frequenze fondamentali dei depositi.

*Sintesi del quadro conoscitivo del livello 1*

**INDAGINI MINIME** Raccolta di tutti i dati pregressi esistenti nell'area: rilievi geologici, geomorfologici, geologico-tecnici, indagini geofisiche, sondaggi e stratigrafie desunte da pozzi;  
Rilevamenti geologici di controllo sul terreno;  
Nuove indagini: Esecuzione di ulteriori indagini geofisiche e geotecniche, qualora la raccolta dei dati pregressi non consenta la ricostruzione di un quadro conoscitivo sufficientemente attendibile rispetto agli obiettivi del livello 2;  
Misura passive del rumore ambientale, mediante tecnica a stazione singola.  
Stendimenti di sismica a rifrazione in onde P e Sh

**ANALISI ED ELABORAZIONI** Sintesi dei dati e delle cartografie disponibili;  
Rilettura, sintesi dei dati ed eventuali nuovi rilievi geologici.

**PRODOTTI FINALI** Carta delle indagini (sia esistenti che di nuova realizzazione);  
Carta di Microzonazione Sismica almeno alla scala 1:5.000-1.10.000, rappresentative dei parametri di FA, in termini di pseudoaccelerazione, corrispondenti ai periodi 0.1-0.5 s, 0.4-0.8 s e 0.7-1.1 s;  
Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS) con eventuali modifiche; almeno alla scala 1:5.000-1.10.000;

Relazione tecnica illustrativa della Carta MOPS e di Microzonazione Sismica.  
*Sintesi del quadro conoscitivo del livello 2*

Il Livello 1 può quindi essere caratterizzato essenzialmente in una raccolta organica e ragionata di dati di natura geologica, geofisica e geotecnica e delle informazioni preesistenti e/o acquisite appositamente al fine di suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee dal punto di vista del comportamento sismico.

Le finalità degli studi di MS di livello 1 sono:

- individuare qualitativamente le aree che necessitano di approfondimenti;
- definire le tipologie di effetti attesi;
- individuare il modello geologico di sottosuolo preliminare.

Il principale elaborato previsto in questo livello è la **Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS)**. Questa carta individua le microzone ove, sulla base di osservazioni geologiche e geomorfologiche e in relazione all'acquisizione, valutazione ed analisi dei dati geognostici e di alcune tipologie di dati geofisici, è prevedibile l'occorrenza di diverse tipologie di effetti prodotti dall'azione sismica (amplificazioni, instabilità di versante, liquefazione, ecc.). Di particolare importanza a questo scopo risulta la ricostruzione del modello geologico-tecnico dell'area, l'individuazione dei litotipi che possono costituire il substrato rigido (ovvero dei materiali caratterizzati da valori delle velocità di propagazione delle onde di taglio S significativamente maggiori di quelli relativi alle coperture localmente presenti) accompagnata da una stima approssimativa della loro profondità rispetto al piano di campagna (del tipo: "qualche metro", "una decina di metri", "alcune decine di metri", "oltre i 100 metri"), una stima di massima del contrasto di impedenza sismica atteso (del tipo: "alto" o "basso"). Di particolare importanza sarà l'individuazione di eventuali discontinuità e morfologie sepolte potenzialmente in grado di causare inversioni della velocità di propagazione delle onde di taglio ed effetti di RSL bi- e tri-dimensionali.

Pertanto, per acquisire tali informazioni di tipo semiquantitativo al fine di consentire la predisposizione della cartografia delle *Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)* si è provveduto alla acquisizione, oltre alle informazioni già previste al par. 1.1.3 degli ICMS (versione 4.2 del dicembre 2020), dei risultati di indagini geofisiche utili alla ricostruzione geometrica dei corpi sepolti (sismica a rifrazione, ERT, gravimetria, ecc.) e alla individuazione di eventuali contrasti di impedenza sismica e possibili fenomeni di risonanza (campagne di misura delle frequenze naturali di sito da vibrazioni ambientali o da terremoti).

Per meglio rappresentare queste caratteristiche la carta dovrà essere corredata da sezioni geolitologiche rappresentative della situazione lito-stratigrafica e strutturale presente.

Attraverso questo livello, quindi, sarà possibile:

- la definizione delle caratteristiche litologiche e geometriche delle unità geologiche del sottosuolo;
- l'individuazione delle aree a minore pericolosità locale (zone stabili);
- l'individuazione delle aree per le quali sono necessari ulteriori livelli di approfondimento;
- definire il livello di approfondimento richiesto nelle aree che necessitano di approfondimenti;
- la programmazione di indagini di approfondimento, sulla base delle diverse tipologie di effetti attesi.

Per la indicazioni tecniche cui attenersi per la predisposizione delle **cartografie delle indagini e delle cartografie delle Microzonazione Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)** si rimanda ai par. 1.1.1, 1.1.2 e 1.1.3 degli ICMS (versione 4.2 del dicembre 2020) in cui vengono presentate le procedure di riferimento per la realizzazione delle suddette carte.

Negli studi di livello 2 viene introdotto l'elemento quantitativo associato all'area omogenea, utilizzando metodologie di analisi numerica semplificate (abachi a scala regionale, modellizzazione 1D, leggi empiriche), anche mediante l'esecuzione di ulteriori e più mirate indagini.

Questa analisi approfondita ha lo scopo di creare la "Mappa di microzonazione sismica".

Il Livello 2, sviluppato per gli studi di pianificazione urbanistica allorquando le condizioni geologiche e geomorfologiche consentono l'applicazione di metodi semplificati, ha come scopo quello di:

- ricavare le regole e i requisiti volti a ridurre il rischio sismico per le aree urbane e le nuove aree di previsione;
- individuare le aree ad alto rischio che richiedono particolari dettagli;
- definire le priorità di intervento per edifici strategici e rilevanti;
- prevedere gli scenari di danno.

Questo secondo livello prevede l'uso di parametri che quantificano la variazione del movimento sismico sulla superficie e che possono essere determinati con metodi semplificati, mediante l'uso di specifici "abachi", che definiscono i fattori di amplificazione degli spettri elastici sulla superficie, associati alle singole situazioni litostratigrafiche per le quali sono applicabili.

Gli abachi per la caratterizzazione quantitativa dei fenomeni di amplificazione attesi sono tabelle in cui un insieme di valori assunti da parametri considerati diagnostici e ad un particolare livello di rischio sismico sono associati univocamente ai valori previsti dell'amplificazione del movimento sismico (FA) rispetto a un motivo di riferimento.

Gli abachi sono stati preparati nell'ambito di uno studio commissionato all'Università DST di Siena (Prof. Albarello) e successivamente approvato dalla Risoluzione regionale.

Per ottenere i fattori di amplificazione dagli abachi litostratigrafici è necessario determinare due parametri:

- a) il valore delle  $V_s$  equivalenti (velocità delle onde di taglio sismiche fornite dalla media ponderata della velocità delle onde sismiche fino al raggiungimento del "substrato", caratterizzato da velocità superiori a 800 m/s);
- b) il valore della frequenza fondamentale del terreno.

Il parametro utilizzato per la rappresentazione dei livelli di amplificazione è il fattore di amplificazione di Housner (di seguito denominato FHa) misurato come rapporto tra l'integrale dello spettro di accelerazione di uscita (PSAout) e la controparte integrale dello spettro di accelerazione di ingresso (PSAin). Questo fattore di amplificazione viene calcolato per periodi di riferimento specifici: brevi periodi -  $0,1 < T < 0,5$  s; lunghi periodi -  $0,4 < T < 0,8$  s e  $0,7 < T < 1,1$  s.

Di seguito vengono presentati gli abachi usati per gli studi di Microzonazione di Livello 2, con riferimento alla macroarea Toscana Interna di cui il Comune di Vinci fa parte

**Toscana Interna (Substrato sismico ≤ 30m)**

**Valore di  $a_g$  ( $T_r=475$  anni) < 0.125g**

FA 0.1 < T < 0.5 s

		f0 (Hz)										75° perc.
		<1	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	≥ 8		
Vall (m) f0	<200	1.1	1.5	1.9	2.5	2.1	2.1	2.1	2.1	1.5	1.9	
	300	0.6	1.3	1.8	2.0	1.9	1.8	1.8	1.8	1.6	1.9	
	500			1.6	1.6	1.6	1.6	1.4	1.5	1.3	1.4	
	700					1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	
	≥800											

FA 0.4 < T < 0.8 s

		f0 (Hz)										75° perc.
		<1	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	≥ 8		
Vall (m) f0	<200	1.5	2.4	2.4	1.8	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1	2.2	
	300	1.0	2.2	2.1	1.7	1.4	1.2	1.2	1.1	1.1	1.7	
	500			1.6	1.5	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	
	700					1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.1	
	≥800											

FA 0.7 < T < 1.1 s

		f0 (Hz)										75° perc.
		<1	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	≥ 8		
Vall (m) f0	<200	2.3	2.5	1.6	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	2.1	
	300	1.5	2.0	1.5	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.3	
	500			1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	
	700					1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	≥800											

**Toscana Interna (Substrato sismico ≤ 30m)**

**Valore di  $a_g$  ( $T_r=475$  anni) ≥ 0.125g**

FA 0.1 < T < 0.5 s

		f0 (Hz)										75° perc.
		<1	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	≥ 8		
Vall (m) f0	<200	1.1	1.5	1.9	2.5	2.1	2.1	2.0	2.0	1.5	1.9	
	300	0.7	1.3	1.8	2.1	2.0	1.8	1.8	1.7	1.5	1.8	
	500			1.5	1.7	1.7	1.6	1.4	1.5	1.3	1.4	
	700					1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	
	≥800											

FA 0.4 < T < 0.8 s

		f0 (Hz)										75° perc.
		<1	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	≥ 8		
Vall (m) f0	<200	1.3	2.3	2.4	1.9	1.5	1.3	1.3	1.2	1.1	2.2	
	300	1.0	2.1	2.2	1.8	1.4	1.2	1.2	1.2	1.1	1.9	
	500			1.6	1.5	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	
	700					1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.1	
	≥800											

FA 0.7 < T < 1.1 s

		f0 (Hz)										75° perc.
		<1	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	≥ 8		
Vall (m) f0	<200	2.0	2.4	1.6	1.4	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	2.0	
	300	1.6	2.0	1.5	1.3	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.3	
	500			1.3	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	
	700					1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	≥800											

### Toscana Interna (Substrato sismico > 30m)

Valore di  $a_g$  ( $T_r=475$  anni) < 0.125g

		FA 0.1 < T < 0.5 s										
		$f_0$ (Hz)									75° perc.	
[g/m] 0.35A	<200	1.1	1.4	1.3								1.2
	300	1.1	1.4	1.7	1.8	1.7	1.9	2.0	2.0	1.8		1.4
	500	1.1	1.3	1.5	1.6	1.6	1.6	1.5	1.6	1.6		1.4
	700	0.9	1.1	1.3	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.3		1.2
	≥800	1.0	1.0	1.0						1.1		1.0
			FA 0.4 < T < 0.8 s									
		$f_0$ (Hz)									75° perc.	
[g/m] 0.35A	<200	1.6	2.1	2.1								2.0
	300	1.4	1.9	2.0	1.7	1.6	1.7	1.5	1.6	1.8		1.8
	500	1.2	1.6	1.7	1.5	1.5	1.6	1.4	1.6	1.6		1.5
	700	1.0	1.2	1.5	1.4	1.2	1.4	1.3	1.1	1.2		1.2
	≥800	1.1	1.2	1.2						1.1		1.1

		FA 0.7 < T < 1.1 s										
		$f_0$ (Hz)									75° perc.	
[g/m] 0.35A	<200	2.1	2.6	2.5								2.4
	300	1.5	2.1	1.6	1.7	1.5	1.7	1.7	1.6	1.7		1.8
	500	1.2	1.8	1.4	1.3	1.5	1.4	1.4	1.3	1.5		1.5
	700	1.1	1.5	1.3	1.1	1.2	1.3	1.2	1.2	1.2		1.2
	≥800	1.1	1.3	1.1						1.0		1.2

### Toscana Interna (Substrato sismico > 30m)

Valore di  $a_g$  ( $T_r=475$  anni) ≥ 0.125g

		FA 0.1 < T < 0.5 s										
		$f_0$ (Hz)									75° perc.	
[g/m] 0.35A	<200	1.0	1.3	2.0								1.2
	300	1.1	1.4	1.7	1.8	1.7	1.7	2.0	2.0	1.8		1.4
	500	1.1	1.3	1.5	1.7	1.6	1.5	1.5	1.7	1.6		1.4
	700	0.9	1.1	1.3	1.5	1.3	1.3	1.2	1.2	1.3		1.2
	≥800	1.0	1.0	1.0						1.2	1.1	1.0
			FA 0.4 < T < 0.8 s									
		$f_0$ (Hz)									75° perc.	
[g/m] 0.35A	<200	1.5	1.9	2.3								1.8
	300	1.4	1.8	2.1	1.8	1.7	1.5	1.7	1.7	1.8		1.7
	500	1.2	1.6	1.7	1.6	1.5	1.5	1.4	1.6	1.6		1.5
	700	1.0	1.2	1.5	1.4	1.2	1.4	1.3	1.1	1.2		1.2
	≥800	1.0	1.2	1.2						1.1	1.1	1.1

		FA 0.7 < T < 1.1 s										
		$f_0$ (Hz)									75° perc.	
[g/m] 0.35A	<200	2.0	2.5	2.1								2.2
	300	1.5	2.0	1.6	1.7	1.5	1.5	1.6	1.6	1.7		1.8
	500	1.2	1.7	1.4	1.3	1.5	1.4	1.4	1.4	1.5		1.5
	700	1.1	1.4	1.3	1.1	1.2	1.3	1.2	1.2	1.2		1.2
	≥800	1.1	1.3	1.1						0.9	1.0	1.2

L'obiettivo fondamentale della procedura è, quindi, quello di fornire delle stime statisticamente valide e ragionevolmente conservative del fattore di amplificazione atteso, nelle varie situazioni litostratigrafiche e in particolare nelle aree a maggior rischio sismico. Queste stime devono poter essere fornite a partire da un numero limitato di osservazioni, relativamente facili da determinare sperimentalmente e comunque rappresentative delle varie possibili situazioni presenti.

Il livello 2 degli studi di Microzonazione Sismica consiste, quindi, nel raggiungere una parametrizzazione dell'amplificazione sismica locale:



- in contesti geologici "semplici" (ad esempio se il modello geologico del sito è caratterizzato dall'assenza di elementi in grado di innescare fenomeni di amplificazione 2D-3D);
- mediante "approcci semplificati" (applicazione di programmi per la stima dell'amplificazione sismica locale);
- senza intervenire sulle aree considerate instabili nello studio di Microzonazione Sismica di Livello 1, poiché tali studi sono previsti per il terzo livello;
- senza intervenire sulle aree considerate nello studio di Microzonazione Sismica di Livello 1 come stabili, poiché per queste aree il fattore di amplificazione atteso è pari a 1.

I criteri principali per il passaggio da uno studio di microzonazione sismica di livello 1 a uno studio di microzonazione sismica di livello 2 sono legati alla valutazione dell'idoneità al passaggio e si basano sulle seguenti verifiche e controlli:

- Verifica della congruenza tra le sezioni geologico-tecniche che definiscono il modello geologico 2D dell'area e la cartografia MOPS che rappresenta in realtà una ricostruzione 3D dello stesso modello geologico.
- Verifica della congruenza tra le sezioni geologico-tecniche e i risultati delle indagini (nel caso in cui non vi siano idonei rilievi sarà necessario effettuare ulteriori indagini al fine di completare la ricostruzione in termini sismostratigrafici del modello geologico).
- Controllo dell'estrapolazione di area del modello geologico tecnico 2D riportato nelle sezioni geologico tecniche.

La procedura per la realizzazione degli studi di costruzione della Microzonazione Sismica di Livello 2 segue i seguenti steps:

- Prima fase

1. Identificazione delle tipologie lito-stratigrafiche
2. Parametrizzazione delle unità lito-stratigrafiche
3. Inserire la selezione del movimento

- Seconda fase

1. Generazione casuale di profili Vs e curve di degrado
2. Selezione dei profili V e curve di degrado compatibili con le osservazioni
3. Costruzione di funzioni di amplificazione e fattori di amplificazione (FA) per singole tipologie lito-stratigrafiche e gruppi di accelerogrammi

- Terza fase

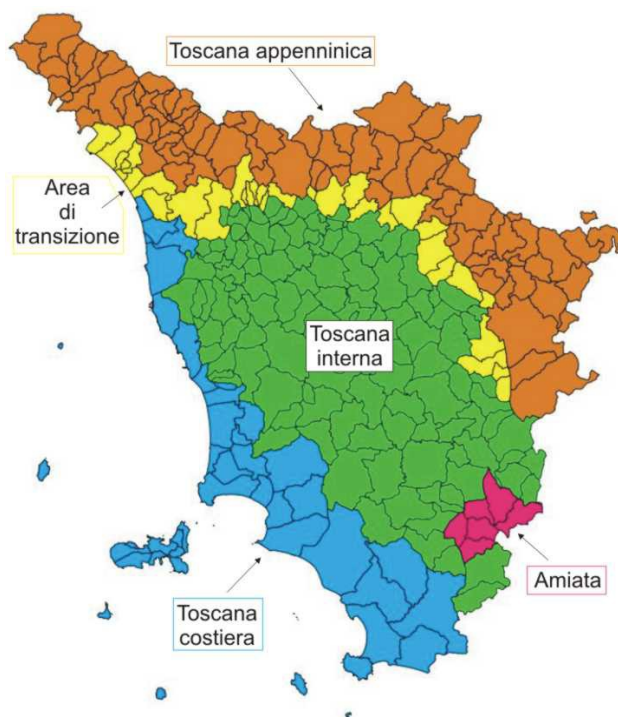
1. Caratterizzazione statistica della distribuzione di valori FA per singole tipologie litografiche e gruppi di accelerogrammi
2. Identificazione dei parametri sperimentali che caratterizzano le varie situazioni lito-stratigrafiche

- Quarta fase

1. Costruzione degli abachi
2. Convalida degli abachi

Per l'utilizzo degli abachi, di seguito sono illustrate le fasi che il professionista incaricato di redigere lo studio di microzonazione sismica di livello 2 deve seguire:

- Verifica dell'ammissibilità: verificare che il comune in esame sia incluso nell'elenco dei comuni ammessi agli studi di microzonazione sismica di secondo livello e per i quali è consentito l'uso di abachi.
- Determinazione della macroarea alla quale appartiene il comune. Nella seguente mappa è possibile visualizzare le diverse macroaree in cui è stato diviso il territorio della Regione Toscana: Toscana appenninica, Toscana interna, Toscana costiera, Area di transizione, Amiata.



- Stima del valore di accelerazione di base: una volta definita la macroarea, è necessario stimare il valore di accelerazione di base per un tempo di ritorno di 475 anni per il centro abitato oggetto di analisi di secondo livello. I valori di soglia sono 0,15 g per le macroaree dell'Appennino toscano e dell'area di transizione e 0,125 g per la Toscana interna. Questa operazione consente di definire il tipo di abaco più adatto al contesto macrosismico dell'area di interesse.
- Verifica dell'idoneità: una volta identificato il sito di misurazione, deve essere verificato che sia adatto per l'applicazione degli abachi litostratigrafici di secondo livello.
- Stima della profondità del substrato: per ciascun sito di misurazione FHA, deve essere stimata se la profondità del substrato sismico è inferiore o superiore a 30,0 m. Questa informazione è essenziale per scegliere l'abaco più adatto per il contesto sismostratigrafico.
- Determinazione dei valori di FHA: per ogni sito deve essere definito il valore della frequenza fondamentale e il valore di Vs30 o Vsh; in modo da poter dedurre i valori di FHA (0,1-0,5s), FHA (0,4-0,8s) e di FHA (0,7-1,1s).
- Estensione areale del modello: una volta definiti i fattori di amplificazione, l'estensione areale deve tenere conto del modello geologico desunto dallo studio di microzonazione sismica di livello 1, opportunamente integrato in questa fase.

È la facoltà del tecnico che esegue lo studio di non utilizzare i risultati dei programmi regionali, ma di effettuare in alternativa specifiche analisi di risposta sismica locale (RSL) in una configurazione monodimensionale, volte a determinare il fattori di amplificazione FHa nell'intervallo 0,1-0,5 secondi , 0,4-0,8 secondi e 0,7-1,1 secondi.

Il risultato fondamentale del secondo livello è la **Carta di Microzonazione Sismica** ottenuta associando la quantificazione numerica degli effetti, con metodi semplificati, alle parti del territorio suscettibili di amplificazione sismica.

Nella carta vengono individuate le zone stabili, le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali e le zone suscettibili di instabilità.

Per quanto riguarda le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, le amplificazioni vengono quantificate, come descritto precedentemente, per mezzo di abachi che definiscono i fattori di amplificazione degli spettri elastici in superficie, associati alle singole situazioni litostratigrafiche. Detti abachi vengono predisposti dalle regioni, sulla base di criteri generali comuni, tenendo conto delle peculiarità sismotettoniche e geologiche dei rispettivi territori.

Sulla scorta dei fattori di amplificazione locale ricavati per ogni singola zona stabile suscettibile di amplificazioni locali derivante dalla Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) di Livello 1, le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali vengono raggruppate in base al valore del fattore di amplificazione di riferimento.

Inoltre, nella Carta di Microzonazione Sismica vengono inserite le zone suscettibili di instabilità, con particolare riferimento alle zone di attenzione per instabilità di versante, alle zone di attenzione per liquefazione e alle zone di attenzione per cedimenti differenziali.

Per la indicazioni tecniche cui attenersi per la predisposizione della **cartografie di Microzonazione Sismica** si rimanda ai par. 1.1.1, 1.1.2, 1.1.3 e 1.1.4 degli ICMS (versione 4.2 del dicembre 2020) in cui vengono presentate le procedure di riferimento per la realizzazione delle suddette carte.

## **8.1 INDIVIDUAZIONE DELLE AREE DI INDAGINE**

Gli studi di MS si sono concentrati sulla quasi totalità del territorio comunale ad eccezione di quelle porzioni perimetrali o morfologicamente più acclivi laddove non presenti aree edificate.

Infatti l'area di indagine coincide necessariamente con le zone del territorio comunale occupate da insediamenti abitativi, industriali e/o elementi antropici di interesse e sono state, pertanto, sottoposte a studi e indagini specifiche finalizzate alla redazione delle carte di dettaglio con rilievo in scala 1:2.000 e restituzione grafica ed "editing" in scala 1:5.000 (carta delle indagini, carta delle frequenze, carta geologico tecnica per la microzonazione sismica, carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica, carta di Microzonazione Sismica) previste per gli studi di microzonazione sismica di 1° e 2° Livello.

## **8.2 CARTA DELLE INDAGINI E CARTA DELLE FREQUENZE**

Le Carte delle indagini (Tavole G.01a e G.01b) mostrano, nel dettaglio per ciascuna delle frazioni indagate, l'ubicazione di tutte le prove eseguite precedentemente al presente studio reperibili da fonti "bibliografiche" e/o banche dati, nonché l'ubicazione delle indagini geofisiche appositamente realizzate nel novero dello svolgimento

delle attività di cui al presente studio di microzonazione sismica di 2° livello (cfr. certificazioni ed elaborazione grafiche e tabellari delle prove stesse).

La nomenclatura delle diverse tipologie di indagine ubicate sulla CTR, è stata definita sulla base delle indicazioni riportate al par. 1.1.1. degli “Standard di rappresentazione e archiviazione informatica per la Microzonazione Sismica” (versione 4.2 del dicembre 2020).

Nelle Carte delle frequenze (Tavole G.02a e G.02b) vengono fornite le informazioni ottenute (frequenza e ampiezza del picco di risonanza, classe di appartenenza) dall’interpretazione delle misure di rumore sismico eseguite nelle aree urbanizzate del comune di Vinci assoggettate alla presente indagine.

Per ogni misura è stata ottenuta la curva del rapporto H/V del segnale sismico acquisito, sulla quale sono stati eventualmente individuati picchi di risonanza per un certo valore di frequenza.

Tale cartografia riassume e fornisce indicazioni qualitative sulla classe di frequenza fondamentale allo scopo di distinguere:

- aree caratterizzate da assenza di fenomeni di risonanza significativi (ad esempio nessun massimo relativo significativo di  $f_0$  nell’intervallo 0,1-20 Hz);
- aree caratterizzata da presenza di fenomeni di risonanza, distinguendo fra:
  - spessori attesi > di 100 m (indicativamente con  $f_0 < 1$  Hz),
  - spessori compresi fra 100 e 50 m (indicativamente con  $1\text{ Hz} < f_0 < 2$  Hz),
  - spessori compresi fra 50 e 30 m (indicativamente con  $2\text{ Hz} < f_0 < 3$  Hz),
  - spessori compresi fra 30 e 20 m (indicativamente con  $3\text{ Hz} < f_0 < 5$  Hz),
  - spessori compresi fra 20 e 10 m (indicativamente con  $5\text{ Hz} < f_0 < 8$  Hz),
  - spessori compresi fra 10 e 5 m (indicativamente con  $8\text{ Hz} < f_0 < 20$  Hz),
  - spessori minori di 5 m (indicativamente con  $f_0 > 20$  Hz).

Il range significativo a cui fare riferimento per la valutazione della suscettibilità all’amplificazione sismica di un sito è circa 1-10 Hz. Picchi con frequenze di circa 1-2 Hz sono rappresentativi mediamente di contrasti di impedenza sismica collocati a profondità dell’ordine di qualche centinaia di metri. Frequenze di risonanza, invece, comprese nell’intervallo 8-12 Hz sono rappresentative di limiti stratigrafici, esistenti tra coperture detritiche e substrato roccioso, la cui profondità è dell’ordine di qualche metro (mediamente compresa tra 0 e 10 m).

Per la rappresentazione dei risultati, sono stati considerati i seguenti intervalli di frequenza (Hz):

- nessuna risonanza
- 0,1 - 0,5
- 0,5 - 1,0
- 1,0 - 2,5
- 2,5 - 5,0
- 5,0 - 7,5
- 7,5 - 10,0
- 10,0 - 15,0
- 15,0 - 20,0

Al fine di riportare in carta il dato relativo all’ampiezza del picco fondamentale, sono stati considerati i seguenti intervalli di ampiezza:

- nessuna risonanza
- 1,1 – 2,0
- 2,0 – 3,0
- 3,0 – 5,0
- > 5,0

Ogni coppia di valori (frequenza/ampiezza) individuati, è stato riportato in apposita tabella sulla relativa cartografia di ubicazione indagini.

Per la valutazione dell'entità del contrasto d'impedenza sismica, individuato con l'interpretazione delle misure di rumore, si è fatto riferimento al seguente criterio di classificazione:

- per ampiezze < 3, il contrasto d'impedenza sismico è basso
- per ampiezze > 3, il contrasto d'impedenza sismico è elevato (alto).

Tale discriminazione è stata applicata solo a valori di ampiezza riferite al picco principale.

Per ulteriori dettagli si rimanda alla relazione allegata al presente documento redatta dall'impresa realizzatrice delle indagini sismiche (cfr. relazione collazionata in apposito fascicolo unitamente alle certificazioni ed elaborazione grafiche e tabellari delle prove stesse).

L'entità del contrasto di impedenza sismica non è stato riportato direttamente sulla carta delle frequenze, ma sulle colonne stratigrafiche del modello geologico di sottosuolo, mostrate sulla carta delle MOPS e di Microzonazione sismica e sulle sezioni geologiche.

Tale elaborato ha il duplice scopo di fornire un adeguato strumento per la predisposizione della Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica di livello 1 e della Carta di Microzonazione Sismica di livello 2, ma anche offrire un'indicazione delle profondità di investigazione per l'eventuale successivo livello superiore di MS (livello 3). L'utilizzo della tabella di confronto tra lo spessore di copertura stimato e la frequenza fondamentale del terreno, riportata nel lavoro di *Albarello ed alii, 2010.*, costituisce un valido ausilio. Utilizzando questa tabella, infatti, è quindi possibile ottimizzare i costi ed evitare eventuali indagini geognostiche spinte a profondità eccessive o al contrario a profondità insufficienti a raggiungere il contrasto di impedenza sismico principale.

Una sintetica descrizione delle risultanze delle misure di rumore sismico effettuate con tecnica HVSR presso le aree di indagine nel territorio comunale di Montespertoli è riportata nel seguito del presente rapporto in cui si descrivono le caratteristiche rilevate per ogni frazione studiata.

### **8.3 CARTA GEOLOGICO TECNICA PER LA MICROZONAZIONE SISMICA**


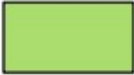




La carta geologico tecnica è stata redatta in scala 1:5.000 (Tavole G.03a e G.03b) e rappresenta, secondo quanto previsto dalle norme ICMS (versione 4.2 del dicembre 2020), l'elaborato di compendio di tutte le informazioni di base (geologia, geomorfologia, caratteristiche litotecniche, geotecniche ed idrogeologiche) necessarie alla definizione del modello di sottosuolo e funzionali alla carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS) e della carta di microzonazione sismica.

Le unità geologico-litologiche vengono distinte tra terreni di copertura, con spessore minimo di 3,0 m, e substrato geologico rigido o non rigido, per giungere ad una standardizzazione delle informazioni relative agli aspetti geologici e litotecnici. La suddivisione dei litotipi in classi predefinite permette, così, di identificare

situazioni litostratigrafiche potenzialmente suscettibili di amplificazione locale o di instabilità. Le tipologie dei terreni di copertura in base alle caratteristiche litologiche e i relativi codici corrispondenti vengono descritti utilizzando l'Unified Soil Classification System (ASTM, 1985, modificato) come di seguito presentato:

In aggiunta per i terreni di copertura vengono riportati i codici relativi agli ambienti di possibile genesi e deposizione dei terreni di copertura.



Terreni di copertura		
	RI	Terreni contenenti resti di attività antropica
	GW	Ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbie
	GP	Ghiaie pulite con granulometria poco assortita, miscela di ghiaia e sabbia
	GM	Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo
	GC	Ghiaie argillose, miscela di ghiaia, sabbia e argilla
	SW	Sabbie pulite e ben assortite, sabbie ghiaiose
	SP	Sabbie pulite con granulometria poco assortita
	SM	Sabbie limose, miscela di sabbia e limo
	SC	Sabbie argillose, miscela di sabbia e argilla
	OL	Limi organici, argille limose organiche di bassa plasticità
	OH	Argille organiche di media-alta plasticità, limi organici
	MH	Limi inorganici, sabbie fini, Limi micacei o diatomitici
	ML	Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità
	CL	Argille inorganiche di medio-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre
	CH	Argille inorganiche di alta plasticità, argille grasse
	PT	Torbe ed altre terre fortemente organiche
	LC	Litoide di copertura

*Legenda della Carta Geologica Tecnica: terreni di copertura*



<b>Ambiente vulcanico</b>	
Colate/spandimenti/cupole/domi/dicchi/coni lavici	la
Piroclastiti	pc
Scorie laviche	sc
Coltri ignimbriche/tufi	ig
Lahar (colate di fango)	lh
Depositi epiclastici	ep
<b>Ambiente di versante</b>	
Falda detritica	fd
Conoide detritica	cd
Conoide di deiezione	cz
Eluvi/colluvi	ec
<b>Ambiente fluvio - lacustre</b>	
Argine/barre/canali	es
Piana deltizia	dl
Piana pedemontana	pd
Bacino (piana) intramontano	in
Conoide alluvionale	ca
Terrazzo fluviale	tf
Varve	va
Lacustre	lc
Palustre	pa
Piana inondabile	pi
<b>Ambiente carsico</b>	
Riempimento di dolina/karren/vaschetta/sinkhole	do
Forme costruite presso sorgenti	so
Forme costruite in canyon carsici	cy
Croste calcaree	cc
<b>Ambiente glaciale</b>	
Morena	mr
Deposito fluvio glaciale	fg
Deposito lacustre glaciale	fl
Till	ti
<b>Ambiente eolico</b>	
Duna eolica	de
Loess	ls
<b>Ambiente costiero</b>	
Spiaggia	sp
Duna costiera	dc
Cordone litoraneo	cl
Terrazzo marino	tm
Palude/laguna/stagno/lago costiero	pl
<b>Altro ambiente</b>	zz

*Legenda della Carta Geologica Tecnica: ambienti genetico-deposizionali dei terreni di copertura*

Le unità del substrato geologico vengono definite tenendo conto della tipologia (lapideo, granulare cementato, coesivo sovraconsolidato, alternanza di litotipi), della stratificazione (qualora esistente) e del grado di fratturazione (secondo una valutazione qualitativa).

Substrato geologico		
IS	IS	Incoerente o poco consolidato
LP	LP	Lapideo
GR	GR	Granulare cementato
CO	CO	Coesivo sovraconsolidato
AL	AL	Alternanza di litotipi
ISS	ISS	Incoerente o poco consolidato, stratificato
LPS	LPS	Lapideo, stratificato
GRS	GRS	Granulare cementato, stratificato
COS	COS	Coesivo sovraconsolidato, stratificato
ALS	ALS	Alternanza di litotipi, stratificato
SFIS	SFIS	Incoerente o poco consolidato fratturato / alterato
SFLP	SFLP	Lapideo fratturato / alterato
SFGR	SFGR	Granulare cementato fratturato / alterato
SFCO	SFCO	Coesivo sovraconsolidato fratturato / alterato
SFAL	SFAL	Alternanza di litotipi fratturato / alterato
SFISS	SFISS	Incoerente o poco consolidato, stratificato fratturato / alterato
SFLPS	SFLPS	Lapideo, stratificato fratturato / alterato
SFGRS	SFGRS	Granulare cementato, stratificato fratturato / alterato
SFCOS	SFCOS	Coesivo sovraconsolidato, stratificato fratturato / alterato
SFALS	SFALS	Alternanza di litotipi, stratificato fratturato / alterato

*Legenda della Carta Geologico Tecnica: substrato geologico*

In tale cartografia sono stati riportati gli elementi tettonico strutturali (faglie e strutture tettoniche certe o presunte con relativo stato di attività, stratificazioni) e gli elementi geologico e idrogeologici puntuali derivanti dai dati di base (profondità del substrato rigido raggiunto da sondaggio o pozzo, profondità di sondaggio o pozzo che non ha raggiunto il substrato rigido, profondità della falda).

Inoltre vengono fornite indicazioni relativamente alle fenomenologie di instabilità di versante (tipologia di instabilità e stato di attività), per le cui definizioni riguardanti lo stato di attività dei versanti il riferimento è il progetto IFFI. Infine vengono presentate le forme morfologiche di superficie e sepolte.

Di seguito si riporta brevemente la descrizione delle varie “unità geologico-tecniche” individuate con il dettaglio delle varie formazioni geologiche che a ciascuna di esse si è ritenuto far corrispondere.

### ***Terreni di copertura***

- **Unità geologico-tecnica RI:** si tratta di terreni contenenti resti di attività antropica. A questi corrispondono i depositi di origine antropica relativi a discariche di cave e/o a rilevati di infrastrutture o arginali (h3 e h5).
- **Unità geologico-tecnica GWca:** si tratta di terreni costituiti da ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbia di ambiente genetico fluvio lacustre (conoide alluvionale). A questi corrispondono coltri di materiali conglomeratici e ciottolosi riconducibili ai depositi continentali Ruscianiani e Villafranchiani (VILg).
- **Unità geologico-tecnica GMes:** si tratta di terreni costituiti da ghiaie limose, miscela di ghiaie, sabbia e limo di ambiente genetico fluvio lacustre (argine/barre/canali). A questi corrispondono depositi alluvionali in evoluzione composti anche da materiale eterogeneo (b) e i depositi alluvionali recenti terrazzati e non (bna).
- **Unità geologico-tecnica SWtm:** si tratta di terreni costituiti da sabbie pulite e eben assortite, sabbie ghiaiose di ambiente genetico costiero (terrazzo marino). A questi corrispondono coltri di materiali sabbiosi, sabbioso ciottolosi, sabbioso siltoso argillosi e limoso sabbiosi riconducibili ai depositi continentali Ruscianiani e Villafranchiani (VILb).
- **Unità geologico-tecnica SMfd:** si tratta di terreni costituiti da sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente genetico di versante (falda detritica). A questi corrispondono i corpi detritici appartenenti ai depositi detritici di versante (aa) costituiti da accumuli gravitativi di materiale eterogeneo.
- **Unità geologico-tecnica SMec:** si tratta di terreni costituiti da sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente genetico di versante (eluvi/colluvi). A questi corrispondono i depositi eluvio-colluviali (b2a).
- **Unità geologico-tecnica SMes:** si tratta di terreni costituiti da sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente genetico fluvio lacustre (argine/barre/canali). A questi corrispondono i depositi alluvionali terrazzati pleistocenici (bnb).
- **Unità geologico-tecnica SCTm:** si tratta di terreni costituiti da sabbie argillose, miscela di sabbia e argilla di ambiente genetico costiero (terrazzo marino). A questi corrispondono coltri di materiali sabbiosi e sabbioso limosi riferibili ai depositi marini pliocenici (PLI).
- **Unità geologico-tecnica MLtm:** si tratta di terreni costituiti da limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità di ambiente genetico costiero (terrazzo marino). A questi corrispondono coltri di materiali limoso argilloso sabbiosi e argille limoso sabbiose riconducibili ai depositi continentali Ruscianiani e Villafranchiani (VILh).
- **Unità geologico-tecnica CLtf:** si tratta di terreni costituiti da argille inorganiche di media-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre di ambiente genetico fluvio lacustre (terrazzo fluviale). A questi corrispondono coltri di materiali argilloso limosi riconducibili ai depositi continentali Ruscianiani e Villafranchiani (VILc).

- **Unità geologico-tecnica CLtm**: si tratta di terreni costituiti da argille inorganiche di meda-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre di ambiente genetico costiero (terrazzo marino). A questi corrispondono coltri di materiali argilloso limosi riconducibili ai depositi marini pliocenici (FAA e FAAb).

Per quanto riguarda i corpi di frana, questi sono stati riportati nella cartografia secondo quanto previsto alla figure 1.1.2-5 delle norme ICMS (versione 4.2 del dicembre 2020), evidenziando per ciascun corpo la sua natura (qualora riscontrabile) e lo stato di attività.

#### ***Substrato geologico***

- **Unità geologico-tecnica LPS**: corrisponde al substrato geologico costituito da formazioni lapidee, stratificate. A questa unità appartengono i depositi appartenenti alla Formazione del Macigno (MAC).

- **Unità geologico-tecnica SFLPS**: corrisponde al substrato geologico costituito da formazioni lapidee, stratificate fratturate / alterate. A questa unità appartengono i depositi fratturati / alterati appartenenti alla Formazione del Macigno (MAC).

Di seguito viene riportata una tabella comparativa delle classi di attribuzione, per ciascun deposito lito-stratigrafico o formazione geologica, della cartografia litologico-tecnica, secondo le norme VEL, e della cartografia geologico-tecnica per la microzonazione sismica, secondo le norme ICMS (versione 4.2 del dicembre 2020).

<b><i>SIGLA FORMAZIONE</i></b>	<b><i>NOME FORMAZIONE</i></b>	<b><i>UNITA' LITOLOGICO- TECNICA (VEL)</i></b>	<b><i>UNITA' GEOLOGICO- TECNICA (ICMS)</i></b>
h3 e h5	Depositi antropici di riporto	h	RI
	Corpi di frana	E	
aa	Detriti di versante	E3	SMfd
b2a	Depositi eluvio-colluviali	E3	SMec
b	Depositi alluvionali in evoluzione	E2	GMes
bna	Depositi alluvionali recenti	E3	GMes
bnb	Depositi alluvionali terrazzati	E3	SMes
VILg	Conglomerati e ciottolami ad elementi arenacei	C1	GWca
VILb	Sabbie, sabbie ciottolose, sabbie siltoso argillose e limi sabbiosi	E3	SWtm
VILc	Argille e argille sabbiose	D2	CLtf
VILh	Limi argilloso sabbiosi e argille limoso sabbiose	D	MLtm
PLIs	Sabbie e arenarie	C3	SCtm
FAA	Argille e argille siltose	D2	CLtm
FAAb	Argille sabbiose, limi e argille siltose	D2	CLtm
MAC	Macigno	B3	LPS SFLPS (se fratturato / alterato)

A corredo delle carte geologico-tecniche in scala 1:5.000 (Tavole G.03a e G.03b), per ciascun centro urbano di interesse, sono state realizzate alcune sezioni geologico-tecniche (Tavola G.05 in scala 1:2.000) rappresentative del modello geologico del sottosuolo.

Suddette sezioni geologico-tecniche sono state editate ex-novo rispetto a quelle sviluppate e presentate nello studio di Livello 1 al fine di renderle del tutto compatibili con gli standard previsti dai criteri ICMS (versione 4.2 del dicembre 2020) e di svilupparle in una nuova ubicazione, in accordo con la Struttura Regionale deputata alla Prevenzione Sismica (Direzione Ambiente ed Energia – Settore Sismica), al fine di renderle sia maggiormente rappresentative del peculiare contesto geologico-stratigrafico, geomorfologico e sismostratigrafico del territorio che peculiari per gli approfondimenti e le analisi di tipo quantitativo richiesti dagli studi di Microzonazione Sismica di Livello 2.

Tali sezioni sono state, inoltre, tracciate in modo tale da intersecare gli elementi strutturali e geomorfologici più rappresentativi anche in funzione delle condizioni di rischio sismico, nonché i rapporti stratigrafici più significativi per la valutazione della suscettibilità all'amplificazione sismica. Ciò ha permesso di rappresentare non solo il modello geologico-stratigrafico e strutturale locale, ma anche di mettere in evidenza le principali criticità legate al profilo dei versanti (scarpate con  $h = 10-20$  m o  $h > 20$  m, picchi isolati, zone di cresta, inclinazioni pendii elevate).

#### **8.4 CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)**

La “Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica” rappresenta l’elaborato cartografico fondamentale degli studi di microzonazione sismica di livello 1. Scopo della realizzazione di tale elaborato è la definizione di zone ad eguale comportamento sismico. La produzione della carta MOPS è basata sulla sintesi delle informazioni di carattere geologico, geomorfologico, litotecnico-tecnico e sismico desunti dalle cartografie tematiche realizzate per lo studio di microzonazione e i “dati di base raccolti” quali stratigrafie e certificazioni di prove penetrometriche, analisi di laboratorio e indagini sismiche per la definizione della velocità delle onde P e SH e misure di frequenza caratteristica dei terreni. Inoltre, al fine di valutare l’influenza degli aspetti topografici di versate, si sono tenute in considerazione le caratteristiche clivometriche dei luoghi deducibili dalla cartografia ufficiale C.T.R. della Regione Toscana.

Per classificare le aree in esame si è stato fatto riferimento (come da paragrafo 1.1.3 degli ICMS, versione 4.2 del dicembre 2020) alle seguenti categorie di microzone:

- **zone stabili**
- **zone stabili suscettibili di amplificazioni locali**
- **zone di attenzione per le instabilità**

Le **zone stabili** sono quelle nelle quali si ipotizza che non si verificano significativi fenomeni di amplificazione sismica (presenza di substrato geologico/sismico in affioramento) e per le quali, perciò, in caso di evento sismico, sono attesi scuotimenti equivalenti a quelli forniti dagli studi di pericolosità sismica di base dell’INGV. Considerando che la pericolosità sismica di base di un sito è definita sull’ipotesi di substrato litoide affiorante su superficie pianeggiante o con inclinazione inferiore a  $15^\circ$ , rientrano nella classe delle zone stabili tutte quelle aree che presentano substrato roccioso in affioramento (con eventuale copertura costituita dalla coltre di alterazione con spessore massimo di 3 m) e per le quali si abbiano condizioni di bassa fratturazione

dell'ammasso ( $J_v \leq 10-15$ ), nonché inclinazione del pendio  $< 15^\circ$ . Inoltre, qualora studi pregressi evidenzino una velocità di propagazione delle onde S nei primi 30 m di sottosuolo inferiore a 800 m/s, il substrato affiorante può non essere considerato substrato sismico, ma solamente geologico. La numerazione delle zone stabili è progressiva a partire dalla n.1 fino alla n. K.

Le **zone stabili suscettibili di amplificazioni locali** sono le aree nelle quali si presume che, in presenza di sisma, si possano verificare fenomeni di amplificazione sismica. Sono caratterizzate o dalla presenza solamente di substrato roccioso affiorante con caratteristiche strutturali e/o topografiche e/o sismiche tali da non permettere la delimitazione di una zona stabile, oppure dall'esistenza di coperture riconducibili a depositi di origine alluvionale, a coltri detritiche di versante (detriti di versante, depositi eluvio-colluviali, frane), a depositi di origine antropica. La numerazione è progressiva a partire da k+1 fino a n.

Le **zone di attenzione per le instabilità** sono le zone per le quali, in caso di terremoto, si ipotizza si possano manifestare deformazioni permanenti del sottosuolo. I fenomeni deformativi individuati dagli ICMS come causa dell'evento sismico sono:

- **instabilità di versante (frane attive, quiescenti, inattive)**

- **liquefazione**

- **cedimenti differenziali**

- **faglie attive e capaci**

Le **instabilità di versante** sono legate all'attivazione di nuove frane o alla riattivazione di frane quiescenti o antiche stabilizzate. Le tipologie di movimenti sulla base delle quali possono essere discriminate le frane sono: crollo o ribaltamento, scorrimento, colata, frana complessa.

La **liquefazione** è legata alla presenza di materiali granulari sciolti riconducibili a sabbie, sabbie e limi, sabbie e ghiaie. Inoltre si considerano terreni potenzialmente liquefacibili, quelli nei quali la superficie piezometrica della falda freatica superficiale o di falde confinate più profonde si trovi ad una profondità da p.c.  $\leq 15$  m. Comunque per gli aspetti legati alla liquefacibilità dei terreni, gli aspetti di cui tenere conto sono quelli indicati al par. 7.11.3.4 delle NTC 2008 (per le quali sicuramente la natura granulometrica, la profondità della falda e la magnitudo attesa costituiscono i principali fattori predisponenti) e gli ulteriori approfondimenti riportati al par. 3.1.3 degli ICMS (versione 4.2 del dicembre 2020). Relativamente a tale aspetto si è tenuto conto delle indicazioni di cui alle *“Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da liquefazione”* editate dalla Commissione Tecnica per la microzonazione sismica – (versione 1.0 del luglio 2013 e versione 1.20 beta del 2014).

I **cedimenti differenziali** sono attesi lungo le zone di contatto tra unità geologiche aventi caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse (es. depositi alluvionali su substrato roccioso). Tale differenza si traduce in una diversa risposta sismica, la quale può indurre, in caso di terremoto, cedimenti significativi, soprattutto nei terreni presenti a ridosso del contatto stratigrafico. Le zone di instabilità per cedimenti differenziali possono perciò essere rappresentate tramite buffer.

Le **faglie attive e capaci** sono faglie per le quali si ipotizza che:

- si siano mosse almeno una volta negli ultimi 40.000 anni
- che potenzialmente manifestano deformazioni che si possono propagare fino in superficie.

Come descritto negli ICMS, le potenziali faglie attive da inserire nella cartografia geologica-geomorfologica devono essere confermate da studi di geologia strutturale di comprovata validità. Inoltre l'identificazione di

eventuali faglie capaci, deve essere eseguita facendo riferimento allo studio ITHACA dell'INGV, con il quale è stato realizzato un archivio delle faglie capaci presenti sul territorio italiano. Anche nel caso di instabilità per faglie attive e capaci, come per i cedimenti differenziali, si tende a definire un buffer in corrispondenza della lineazione tettonica.

Al fine di integrare le informazioni acquisite con la definizione delle microzone, la carta delle MOPS riporta le morfologie che hanno rilevanza ai fini dell'amplificazione sismica (**forme di superficie e forme/elementi sepolti**). Tali morfologie sono riconducibili a forme deposizionali come conoidi alluvionali e falde detritiche, ma anche a forme di versante quali orli di scarpata morfologica con  $10 < h < 20$  m e  $h > 20$  m, creste e picchi isolati (cocuzzoli), forme fluviali come orli di terrazzi fluviali con  $10 < h < 20$  m e  $h > 20$  m, forme erosive (scarpate e valli) e carsiche (cavità) sepolte.

## 8.5 CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA

La "Carta di Microzonazione Sismica" rappresenta l'elaborato cartografico fondamentale degli studi di microzonazione sismica di Livello 2. Scopo della realizzazione di tale elaborato è la definizione di zone ad uguale comportamento sismico in funzione dello specifico fattore di amplificazione sismica. La produzione della carta di Microzonazione Sismica si basa sulla sintesi delle informazioni di carattere geologico, geomorfologico, litotecnico-tecnico, di indagine e sismico desunti dalle cartografie tematiche realizzate per lo studio di microzonazione sismica di livello 1 approvato e sull'applicazione della quantificazione numerica degli effetti, sulla scorta degli abachi di riferimento, in funzione dei valori peculiari di caratterizzazione sismica ( $V_{sEq,30}$ ,  $f_0$ ) del sottosuolo di interesse.

Per classificare le aree in esame si è stato fatto riferimento (come da paragrafo 1.1.4 degli ICMS, versione 4.2 del dicembre 2020) alle seguenti categorie di microzone:

- **zone stabili**
- **zone stabili suscettibili di amplificazioni locali**
- **zone suscettibili di instabilità**

Le **zone stabili** e le **zone stabili suscettibili di amplificazioni locali** hanno come attributo i parametri che quantificano l'amplificazione locale del moto sismico di base e uno spettro di risposta elastico rappresentativo.

Le zone stabili sono caratterizzate sempre da un'amplificazione uguale a 1,0. Le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali sono invece caratterizzate da classi di fattori di amplificazione. Se dalle analisi sviluppate con gli abachi o attraverso simulazioni numeriche vengono riscontrate delle deamplificazioni, per convenzione si attribuirà alla microzona un valore uguale a 1,0.

Nell'ambito degli approfondimenti di Livello 2 le amplificazioni vengono valutate attraverso abachi in funzione della bassa complessità del contesto nel quale è inquadrato lo studio. Nella Carta di Microzonazione Sismica viene riportato il parametro che quantifica l'amplificazione indicato dalla Regione.

Gli ICMS definiscono, nell'ambito degli approfondimenti di Livello 2, una serie di abachi finalizzati all'individuazione di un valore che caratterizzi le microzone stabili suscettibili di amplificazioni locali in termini di fattori di amplificazione.

Le amplificazioni dovute ad effetti litostratigrafici sono espresse con due fattori numerici (FA e FV) da applicare alle ordinate spettrali a basso periodo (FA) e alto periodo (FV). Tra i parametri di amplificazione, potrà essere inserito anche Ft, che sarà espresso con la stessa simbologia e le stesse classi degli altri parametri di amplificazione.

Gli abachi degli ICMS sono rappresentativi di assetti litostratigrafici semplificati e sono stati sviluppati con la finalità di consentirne un utilizzo quanto più possibile diffuso. La Regione Toscana, si è dotata, come prescritto dalle Linee Guida ICMS di abachi propri e più rappresentativi degli assetti sismotettonici e geologico-tecnici regionali degli ambienti che li caratterizzano.

Nella tabella seguente vengono riportati i parametri di amplificazione da riportare secondo i criteri ICMS (versione 4.2 del dicembre 2020) nelle Carte di Microzonazione Sismica.


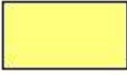









<b>Parametro</b>	<b>Descrizione</b>
FA	Valore del fattore di amplificazione FA a bassi periodi come definito in ICMS
FV	Valore del fattore di amplificazione FV ad alti periodi come definito in ICMS
Ft	Valore del fattore di amplificazione topografica come definito in ICMS
FH0105	Valore del fattore di amplificazione calcolato come intensità di Housner in pseudovelocità nell'intervallo di integrazione 0.1-0.5 s
FH0510	Valore del fattore di amplificazione calcolato come intensità di Housner in pseudovelocità nell'intervallo di integrazione 0.5-1.0 s
FH0515	Valore del fattore di amplificazione calcolato come intensità di Housner in pseudovelocità nell'intervallo di integrazione 0.5-1.5 s
FPGA	Valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA
FA0105	Valore del fattore di amplificazione calcolato sugli spettri in pseudoaccelerazione nell'intervallo di integrazione 0.1-0.5 s
FA0408	Valore del fattore di amplificazione calcolato sugli spettri in pseudoaccelerazione nell'intervallo di integrazione 0.4-0.8 s
FA0711	Valore del fattore di amplificazione calcolato sugli spettri in pseudoaccelerazione nell'intervallo di integrazione 0.7-1.1 s

L'inserimento dei valori di FA0105, FA0408 e FA0711, per garantire omogeneità di rappresentazione nel database a livello nazionale, è facoltativo per il Livello 2 di Microzonazione Sismica qualora siano disponibili abachi regionalizzati, come nel caso della Regione Toscana. Nel caso in esame, essendo stati definiti dalla Regione Toscana gli abachi di riferimento, vengono presentati i valori di FA0105, FA0408 e FA0711.

Nelle carte di Microzonazione Sismica di livello 2 per le zone stabili e per le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali viene usata, secondo quanto riportato alla fig. 1.1.4.1-1 la seguente legenda.




Si precisa che nella zona stabile, con parametro di amplificazione uguale a 1,0 sono comprese le zone con deamplificazione e con amplificazioni fino a 1,04. Nella classe 1,1-1,2, invece, sono compresi valori di amplificazione da 1,05 a 1,24, mentre nella classe 1,3-1,4 sono compresi valori di amplificazione da 1,25 a 1,44, e così via.




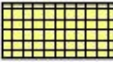

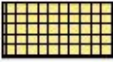



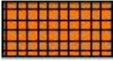












<b>Zone stabili (parametro di amplificazione uguale a 1.0).<sup>12</sup></b>	
	1.0
<b>Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (classe del parametro di amplificazione).<sup>13</sup></b>	
	1.1 - 1.2
	1.3 - 1.4
	1.5 - 1.6
	1.7 - 1.8
	1.9 - 2.0
	2.1 - 2.2
	2.3 - 2.4
	2.5 - 3.0
	3.1 - 3.5
	>3.5

Per quanto riguarda le zone suscettibili di instabilità, nella carta di Microzonazione Sismica con approfondimento di Livello 2, le zone suscettibili di instabilità per liquefazione o instabilità di versante conservano la geometria delle zone definite dalla Carta delle MOPS, ma con riferimento alle zone date dall'amplificazione calcolata con gli abachi.

Di seguito vengono riportate le legende relative alle zone di attenzione per instabilità

Zone di attenzione per instabilità	
Vedi Figura 1.1.4.2-1a	ZAFR - Zona di Attenzione per instabilità di versante
Vedi Figura 1.1.4.2-1a	ZALQ - Zona di Attenzione per liquefazioni
	ZAFAC - Zona di Attenzione per faglie attive e capaci
	ZACD - Zona di Attenzione per cedimenti differenziali/crollo di cavità sotterranee/sinkhole
	ZALD - Zona di Attenzione per sovrapposizione di instabilità differenti

Estratto Fig. 1.1.4.2-1

Zone di attenzione per instabilità		
ZAFR	ZALQ	PARAMETRO DI AMPLIFICAZIONE
		1.1 - 1.2
		1.3 - 1.4
		1.5 - 1.6
		1.7 - 1.8
		1.9 - 2.0
		2.1 - 2.2
		2.3 - 2.4
		2.5 - 3.0
		3.1 - 3.5
		>3.5

Estratto Fig. 1.1.4.2-1.a

In carta, su ciascuna zona di attenzione per instabilità di versante e per liquefazione, viene riportato il valore del fattore di amplificazione.

## 8.6 METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI

### ELABORAZIONI DI LIVELLO 1

Relativamente al livello 1 e alle carte delle indagini, delle frequenze e geologico tecnica per la microzonazione sismica si rimanda a quanto riportato ai paragrafi 8.2 e 8.3, mentre per quanto concerne la Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) nel proseguo vengono elencate e descritte le risultanze relative alla

elaborazione della carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica eseguita per il territorio comunale (come presentate negli elaborati Tavole G.04a e G.04b in scala 1:5.000).

### **Zone stabili**

<b>ID</b>	<b>Descrizione Zona</b>
<b>1011</b>	Substrato lapideo stratificato (LPS), talora con riporti, con coltre di alterazione compresa tra 0 e 3 m, $i < 15^\circ$ , basso contrasto di impedenza (c.i.).

### **Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali**

<b>ID</b>	<b>Descrizione Zona</b>
<b>2001</b>	Depositi “pliocenici” costituiti dall’alternanza di litotipi di natura sabbioso argillosa (SC) di ambiente costiero (tm), presenti in superficie, e di litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente costiero (tm). Spessore complessivo >100 m. Basso contrasto di impedenza (c.i.).
<b>2002</b>	Depositi “pliocenici” costituiti dall’alternanza di litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente costiero (tm), presenti in superficie, e di litotipi di natura sabbioso argillosa (SC) di ambiente costiero (tm). Spessore complessivo >100 m. Basso contrasto di impedenza (c.i.).
<b>2003</b>	Depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente costiero (tm) con intercalati litotipi di natura sabbioso argillosa (SC) di ambiente costiero (tm), di spessore 20–50 m; poggianti su depositi “pliocenici” costituiti dall’alternanza di litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente costiero (tm) e di litotipi di natura sabbioso argillosa (SC) di ambiente costiero (tm), dello spessore >100 m. Basso contrasto di impedenza (c.i.).
<b>2004</b>	Copertura recente costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec), dello spessore 3-5 m, poggianti su depositi “pliocenici” costituiti dall’alternanza di litotipi di natura sabbioso argillosa (SC) di ambiente costiero (tm), presenti in superficie, e di litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente costiero tm, dello spessore >100 m. Basso contrasto di impedenza (c.i.).
<b>2005</b>	Copertura recente costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec), dello spessore 3-5 m, poggianti su depositi “pliocenici” costituiti dall’alternanza di litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente costiero (tm), presenti in superficie, e di litotipi di natura sabbioso argillosa (SC) di ambiente costiero (tm), dello spessore >100 m. Basso contrasto di impedenza (c.i.).
<b>2006</b>	Copertura recente costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente fluviale (es), dello spessore 3-20 m, poggianti su depositi “pliocenici” costituiti dall’alternanza di litotipi di natura sabbioso argillosa (SC) di ambiente costiero (tm), presenti in superficie, e di litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente costiero tm, dello spessore >100 m. Basso contrasto di impedenza (c.i.).
<b>2007</b>	Copertura recente costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente fluviale (es), dello spessore 3-20 m, poggianti su depositi “pliocenici” costituiti dall’alternanza di litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente costiero (tm), presenti in superficie, e di litotipi di natura sabbioso argillosa (SC) di ambiente costiero (tm), dello spessore >100m. Basso contrasto di impedenza (c.i.).
<b>2008</b>	Depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente fluvio-lacustre (tf), dello spessore di 5-20 m, poggianti su depositi “pliocenici” costituiti dall’alternanza di litotipi di natura sabbioso argillosa (SC) di ambiente costiero (tm) e di litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente costiero (tm), dello spessore >100 m. Basso contrasto di impedenza (c.i.).
<b>2009</b>	Depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente fluvio-lacustre (tf), dello spessore di 5-20 m, su litotipi di natura sabbioso ghiaiosa (SW) di ambiente costiero (tm), dello spessore di 30-50 m, poggianti a profondità superiori a 30m su substrato lapido stratificato (LPS). Possibilità di alto contrasto di impedenza (c.i.).
<b>2010</b>	Depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura sabbioso ghiaiosa (SW) di ambiente costiero (tm), dello spessore di 30-50 m, poggianti a profondità superiori a 30m su substrato lapido stratificato (LPS). Possibilità di alto contrasto di impedenza (c.i.).
<b>2011</b>	Copertura recente costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec), dello spessore 3-5 m, poggianti su depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura sabbioso ghiaiosa (SW) di ambiente costiero (tm), dello spessore di 30-50 m,

- poggianti a profondità superiori a 30m su substrato lapido stratificato (LPS). Possibilità di alto contrasto di impedenza (c.i.).
- 2012** Depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura ghiaioso sabbiosa (GW) di ambiente fluvio-lacustre (ca), dello spessore di 5-20 m, su litotipi di natura sabbioso ghiaiosa (SW) di ambiente costiero (tm), dello spessore di 30-50 m, poggianti a profondità superiori a 30m su substrato lapido stratificato (LPS). Possibilità di alto contrasto di impedenza (c.i.).
- 2013** Depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura ghiaioso sabbiosa (GW) di ambiente fluvio-lacustre (ca), dello spessore di 5-10 m, su litotipi di natura sabbioso ghiaiosa (SW) di ambiente costiero (tm), dello spessore di 5-15 m, poggianti a profondità inferiori a 30 m su substrato lapido stratificato (LPS). Possibilità di alto contrasto di impedenza (c.i.).
- 2014** Copertura recente costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec), dello spessore 3-5 m, poggianti su depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura sabbioso ghiaiosa (SW) di ambiente costiero (tm), dello spessore di 15-25 m, poggianti a profondità superiori a 30 m su substrato lapido stratificato (LPS). Possibilità di alto contrasto di impedenza (c.i.).
- 2015** Copertura recente costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec), dello spessore 3-5 m, su substrato lapido stratificato (LPS). Basso contrasto di impedenza (c.i.).
- 2016** Copertura recente costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) ed alluvionale (es), dello spessore 3-5 m, su depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente costiero (tm) con intercalati litotipi di natura sabbioso argillosa (SC) di ambiente costiero (tm), di spessore 20–50 m; poggianti su depositi “pliocenici” costituiti dall'alternanza di litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente costiero (tm) e di litotipi di natura sabbioso argillosa (SC) di ambiente costiero (tm), dello spessore >100 m. Basso contrasto di impedenza (c.i.).
- 2017** Copertura recente costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec), dello spessore 3-5 m, su copertura recente costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente fluviale (es), dello spessore 3-20 m, poggianti su depositi “pliocenici” costituiti dall'alternanza di litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente costiero (tm), presenti in superficie, e di litotipi di natura sabbioso argillosa (SC) di ambiente costiero (tm), dello spessore >100 m. Basso contrasto di impedenza (c.i.).
- 2018** Depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura sabbioso ghiaiosa (SW) di ambiente costiero (tm), dello spessore di 15-25 m, poggianti a profondità superiori a 30m su substrato lapido stratificato (LPS). Possibilità di alto contrasto di impedenza (c.i.).
- 2019** Copertura recente costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente fluviale (es), dello spessore 3-10 m, poggianti su depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura sabbioso ghiaiosa (SW) di ambiente costiero (tm), dello spessore di 30-50 m, poggianti a profondità superiori a 30m su substrato lapido stratificato (LPS). Possibilità di alto contrasto di impedenza (c.i.).
- 2020** Copertura recente costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente fluviale (es), dello spessore 3-10 m, poggianti su depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura sabbioso ghiaiosa (SW) di ambiente costiero (tm), dello spessore di 15-25 m, poggianti a profondità superiori a 30 m su substrato lapido stratificato (LPS). Possibilità di alto contrasto di impedenza (c.i.).
- 2021** Depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura ghiaioso sabbiosa (GW) di ambiente fluvio-lacustre (ca), dello spessore di 5-10 m, su litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente fluvio-lacustre (tf), dello spessore di 5-20 m, su litotipi di natura sabbioso ghiaiosa (SW) di ambiente costiero (tm), dello spessore di 30-50 m, poggianti a profondità superiori a 30 m su substrato lapido stratificato (LPS). Possibilità di alto contrasto di impedenza (c.i.).
- 2022** Depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura ghiaioso sabbiosa (GW) di ambiente fluvio-lacustre (ca), dello spessore di 5-10m, su substrato lapido stratificato (LPS). Basso contrasto di impedenza (c.i.).
- 2023** Copertura recente costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec), dello spessore 3-5 m, su depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura ghiaioso sabbiosa (GW) di ambiente fluvio-lacustre (ca), dello spessore di 5-10 m, su substrato lapido stratificato (LPS). Basso contrasto di impedenza (c.i.).
- 2024** Copertura recente costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec), dello spessore 3-5 m, su depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura ghiaioso sabbiosa (GW) di ambiente fluvio-lacustre (ca), dello spessore di 5-10 m, su litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente fluvio-lacustre (tf), dello spessore di 5-20 m, su

- litotipi di natura sabbioso ghiaiosa (SW) di ambiente costiero (tm), dello spessore di 30-50 m, poggianti a profondità superiori a 30 m su substrato lapido stratificato (LPS). Possibilità di alto contrasto di impedenza (c.i.).
- 2025** Copertura recente costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec), dello spessore 3-5 m, su depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente fluvio-lacustre (tf), dello spessore di 5-20 m, su litotipi di natura sabbioso ghiaiosa (SW) di ambiente costiero (tm), dello spessore di 30-50 m, poggianti a profondità superiori a 30 m su substrato lapido stratificato (LPS). Possibilità di alto contrasto di impedenza (c.i.).
- 2026** Copertura recente costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec), dello spessore 3-5 m, poggianti su depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura ghiaioso sabbiosa (GW) di ambiente fluvio-lacustre (ca), dello spessore di 5-10 m, su litotipi di natura sabbioso ghiaiosa (SW) di ambiente costiero (tm), dello spessore di 5-15 m, poggianti a profondità inferiori a 30 m su substrato lapido stratificato (LPS). Possibilità di alto contrasto di impedenza (c.i.).
- 2027** Depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente fluvio-lacustre (tf), dello spessore di 5-20 m, poggianti su depositi “pliocenici” costituiti dall'alternanza di litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente costiero (tm), presenti in superficie, e di litotipi di natura sabbioso argillosa (SC) di ambiente costiero (tm). Spessore complessivo >100 m. Basso contrasto di impedenza (c.i.).
- 2099** Substrato lapideo stratificato fratturato/alterato (SFLPS), poggiate a profondità compresa tra 3 e 10 m su substrato lapideo stratificato (LPS), pendenza (i) <15°, Basso contrasto di impedenza (c.i.).

### Zone di attenzione per le instabilità

ID	Descrizione Zona
ZAFR1....n	Instabilità di versante per frana (con indicato il numero della zona stabile suscettibile di amplificazione locale a cui il corpo franoso è sovrastante).

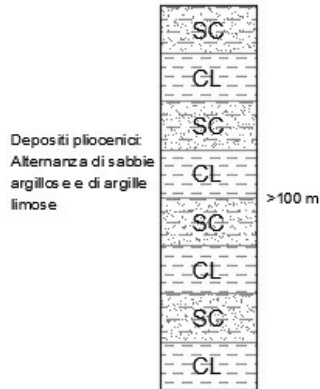
Di seguito vengono riportate graficamente le colonne sintetiche rappresentative delle suddette microzone, riportate anche nella specifica carta delle Mops.

### ZONE STABILI

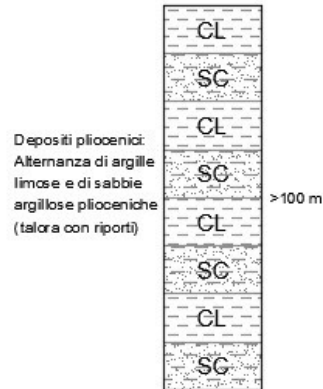


## ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI

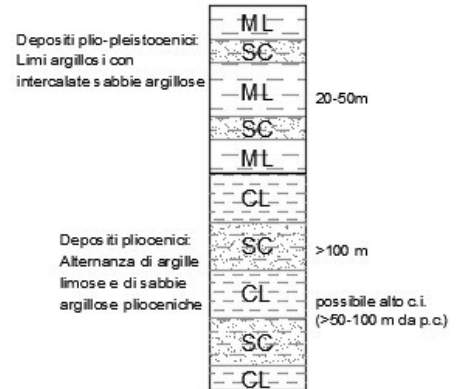
2001



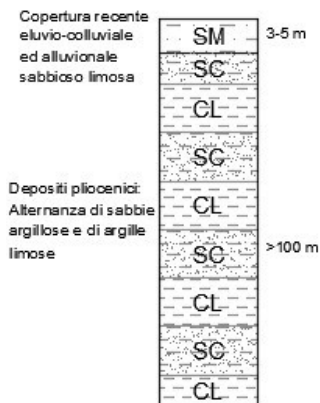
2002



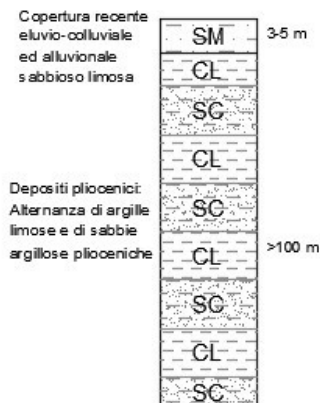
2003



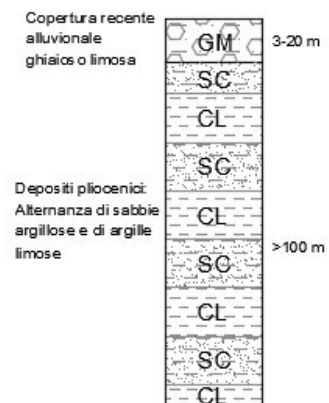
2004



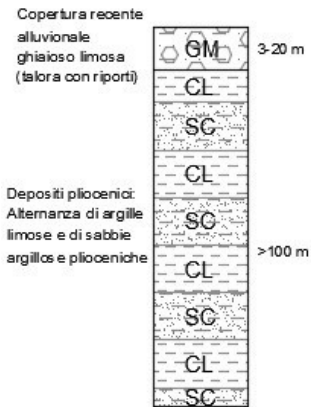
2005



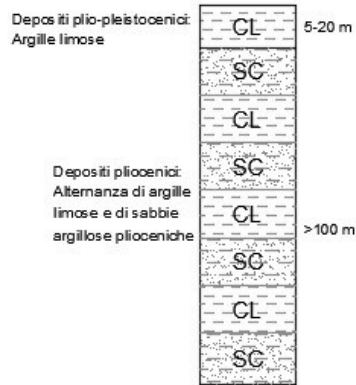
2006



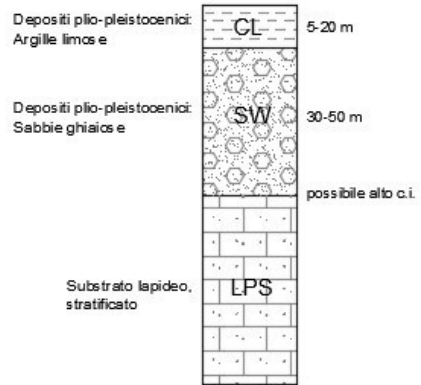
2007



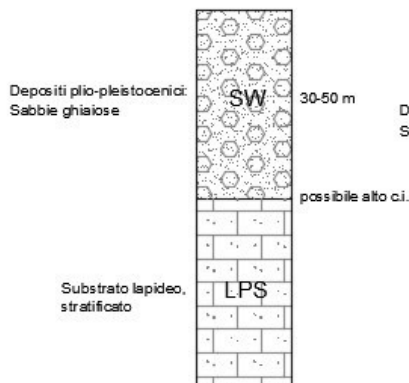
2008



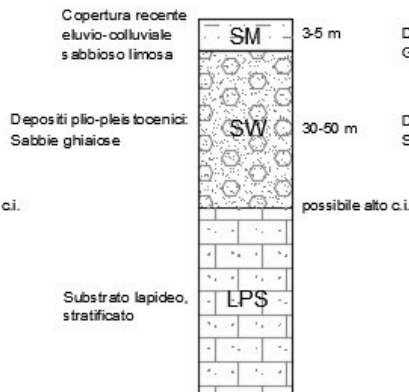
2009



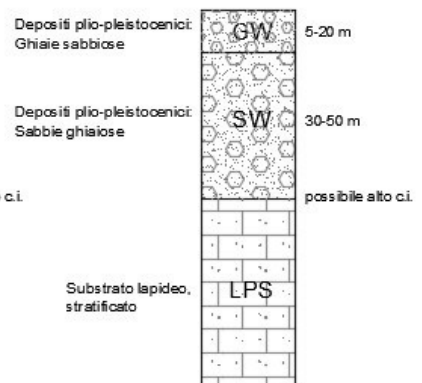
2010



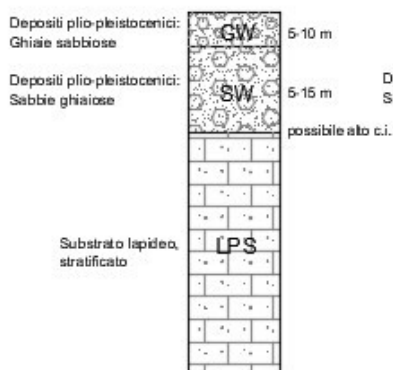
2011



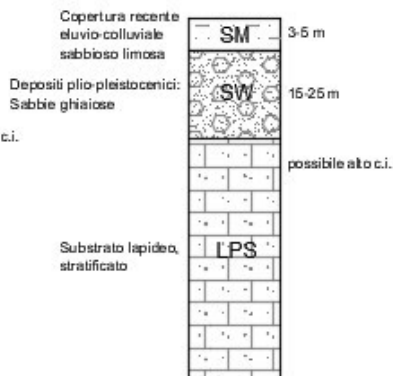
2012



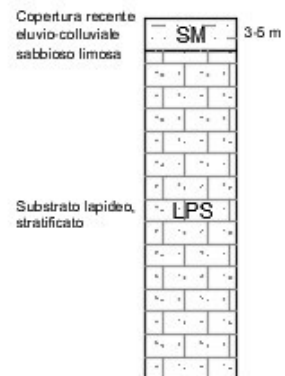
2013



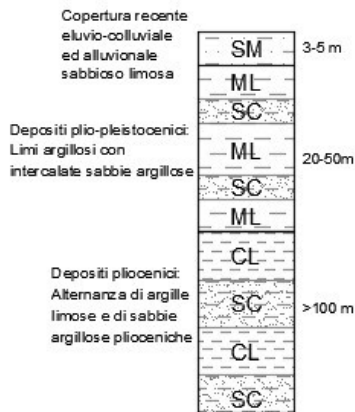
2014



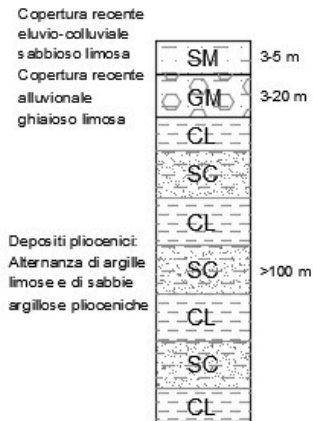
2015



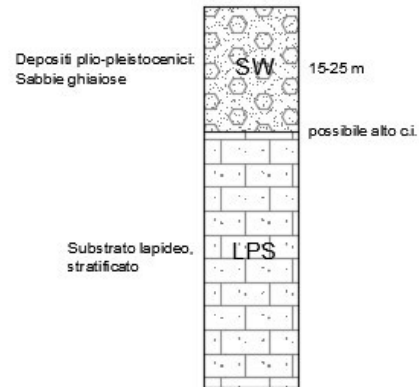
2016



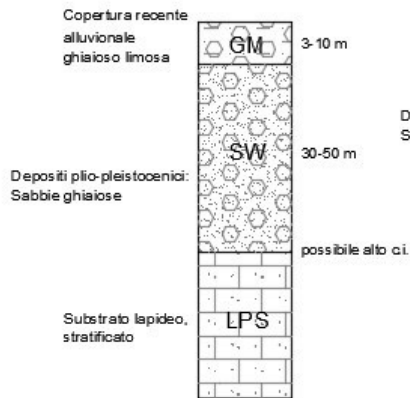
2017



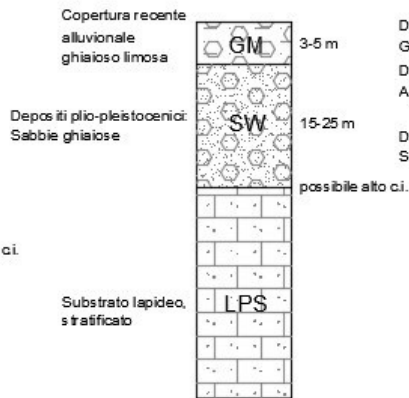
2018



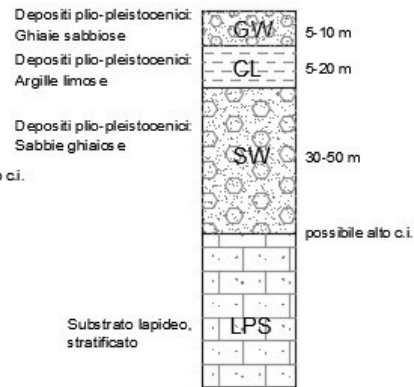
2019



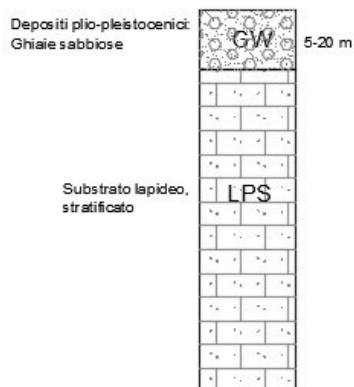
2020



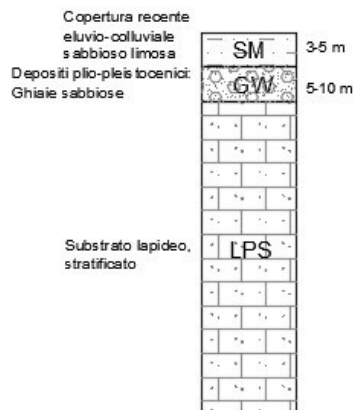
2021



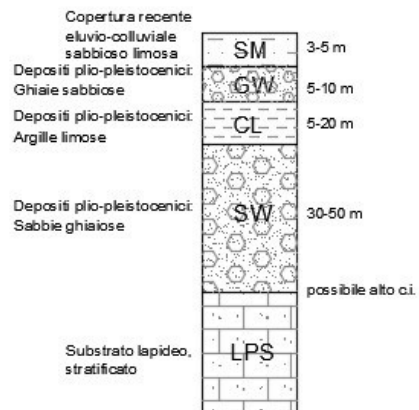
2022



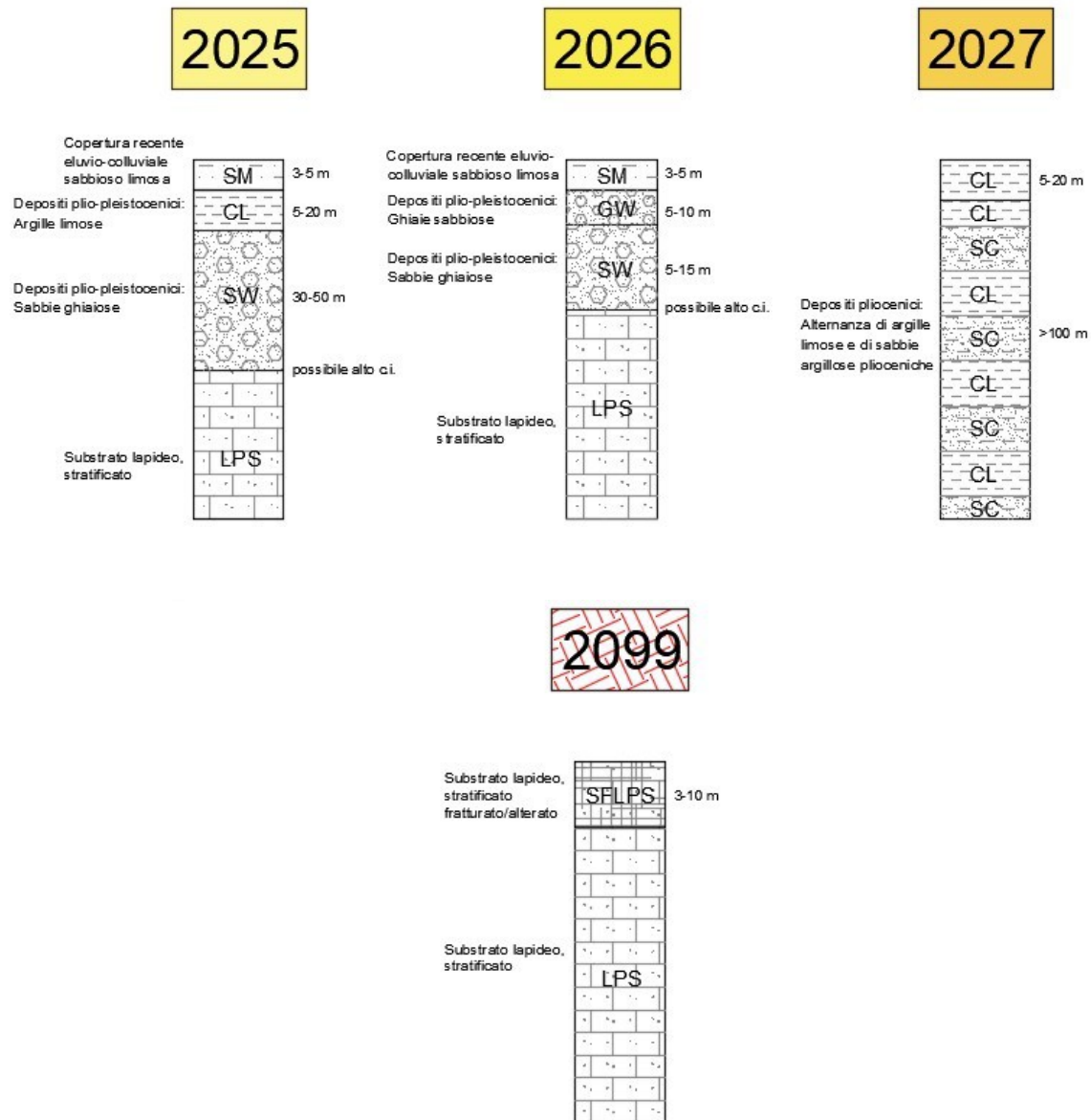
2023



2024







## ELABORAZIONI DI LIVELLO 2

Per gli studi di Microzonazione Sismica di Livello 2 del territorio comunale di Vinci, la Carta delle Indagini di Livello 1 ed il relativo database sono stati aggiornati con i nuovi dati acquisiti durante il presente lavoro; è stata naturalmente seguita la simbologia indicata nelle Istruzioni Tecniche e negli Standard di rappresentazione e archiviazione informatica ufficiali.

Anche l'elaborato relativo alla Carta delle Frequenze redatto per il Livello 1, è stato aggiornato in funzione delle nuove misure HVSR eseguite.

Nella carta sono riportati i risultati della campagna di misure di microtremore a stazione singola HVSR, comunemente nota con il termine H/V condotte secondo gli standard e i criteri stabiliti dagli ICMS e indicati nel Volume di Ingegneria sismica 2/11 per la misura delle frequenze fondamentali dei depositi che costituiscono la copertura della pianura alluvionale e delle coltri detritiche su substrato.

Nella Carta di Microzonazione Sismica è stata riportata la distribuzione delle aree caratterizzate da amplificazioni locali del moto sismico per effetti litostratigrafici, per le quali è stato quantificato il fattore di amplificazione FA, ottenute tramite lo studio di Microzonazione Sismica di Livello 2 effettuato.

In accordo con i referenti della Regione Toscana per meglio rappresentare gli effetti attesi sono state elaborate tre rappresentazioni cartografiche per ognuna delle zone studiate:

- la carta di microzonazione sismica per il fattore di amplificazione relativo al periodo compreso fra 0.1 e 0.5s,
- la carta di microzonazione sismica per il fattore di amplificazione relativo al periodo compreso fra 0.4 e 0.8s;
- la carta di microzonazione sismica per il fattore di amplificazione relativo al periodo compreso fra 0.7 e 1.1s.

Per detto elaborato le nuove indagini eseguite hanno confermato il modello geologico generale e quindi, sostanzialmente, la classificazione delle microzone eseguita in fase di Livello 1, sebbene con alcune modifiche ed integrazioni.

Pertanto, alle varie Zone, individuate in fase di primo livello, sono stati assegnati i valori del Fattore di Amplificazione, secondo le procedure indicate nella relazione esplicativa sull'utilizzo degli Abachi Regionali.

In termini metodologici si è proceduto:

- all'individuazione degli abachi relativi alla zona di interesse, corrispondente alla **Toscana Interna**;
- all'individuazione del valore di  $A_g$  (475 anni): è stata utilizzata la griglia dei valori indicati dall'INGV. Il territorio del Comune di Vinci ricade totalmente in  **$A_g < 0,125g$** .
- alla verifica della profondità del substrato (nel caso in esame risulta **nella quasi interezza superiore a 30,0 m, ad eccezione di alcune porzioni presso gli abitati di Vinci capoluogo e di Vitolini, dove risulta inferiore a 30,0 m**).
- all'utilizzo degli abachi per l'assegnazione dei valori del fattore di amplificazione utilizzando i valori di  $V_{s30}$  o  $V_s$  equivalenti e di  $f_0$ .

Sono quindi state effettuate le determinazioni dei valori del fattore di amplificazione per le aree oggetto di Microzonazione Sismica di Livello 2 nei siti d'indagine, con i risultati sintetizzati nella Carta di Microzonazione Sismica di Livello 2.

Per semplicità di lettura sono state prodotte quattro carte di cui le prime tre con i fattori di amplificazione relativi rispettivamente a  $T_0 = 0.1-0.5s$ ,  $T_0 = 0.4-0.8s$  e a  $T_0 = 0.7-1.1s$ ; la quarta carta riporta i valori massimi relativi ad entrambi gli scenari.

Per l'assegnazione dei valori del fattore di amplificazione (FHa) si precisa che i dati geofisici ottenuti dalle campagne di Microzonazione Sismica di Livello 1 e Livello 2 evidenziano in tutte le Finestre di Amplificazione calcolate ( $F_{h0.1-0.5}$ ,  $F_{h0.4-0.8}$  e  $F_{h0.7-1.1}$ ) delle particolarità dovute alla peculiarità del contesto geologico, già evidenziate negli studi di Microzonazione di Livello 1.

In particolare:

Per l'Intervallo 0.1-0.5s, con  $A_g < 0.125g$  e profondità del substrato  $> 30$  m le zone Mops 2001, 2002 (Vinci, Sovigliana-Spicchio, Mercatale, Toiano, Sant'Ansano-Vitolini), 2003, 2004, 2005, 2006 (Sovigliana-Spicchio, Sant'Ansano-Vitolini), 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2016, 2017, 2024, 2025, 2026 e 2027 mostrano valori di amplificazione ricadenti nell'intervallo 1,1-1,2, considerando nell'abaco di riferimento le seguenti velocità delle onde  $V_sH$  e i seguenti valori medi di frequenza:  $V_{sEq} = 300$  m/s con  $f_0 < 1$  Hz.

Le zone Mops 2006 (Vinci), 2012 (Vinci), 2019 e 2021 presentano valori di amplificazione compresi nell'intervallo 1,3–1,4, considerando nell'abaco di riferimento le seguenti velocità delle onde VsH e i seguenti valori medi di frequenza:  $V_{sEq} = 300$  m/s con  $f_0 = 1,5$  Hz.

Le zone Mops 2002 (Mercatale, Toiano) e 2012 (Sant'Ansano-Vitolini) presentano, invece, valori di amplificazione compresi nell'intervallo 1,7–1,8, considerando nell'abaco di riferimento le seguenti velocità delle onde VsH e i seguenti valori medi di frequenza:  $V_{sEq} = 300$  m/s con  $f_0 = 2,5$  Hz, 3,5 Hz e  $f_0 > 8$  Hz.

Per l'Intervallo 0.4-0.8s, con  $A_g < 0.125g$  e profondità del substrato  $> 30$  m le zone Mops 2001 (Vinci, Sovigliana-Spicchio, Mercatale, Toiano, Sant'Ansano-Vitolini), 2002 (Vinci, Sovigliana-Spicchio, Mercatale, Toiano, Sant'Ansano-Vitolini), 2003, 2004, 2005, 2006 (Sovigliana-Spicchio, Sant'Ansano-Vitolini), 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2016, 2017, 2024, 2025, 2026 e 2027 mostrano valori di amplificazione ricadenti nell'intervallo 1,3–1,4, considerando nell'abaco di riferimento le seguenti velocità delle onde VsH e i seguenti valori medi di frequenza:  $V_{sEq} = 300$  m/s con  $f_0 < 1$  Hz.

La zona Mops 2002 (Mercatale, Toiano) presenta valori di amplificazione compresi nell'intervallo 1,7–1,8, considerando nell'abaco di riferimento le seguenti velocità delle onde VsH e i seguenti valori medi di frequenza:  $V_{sEq} = 300$  m/s con  $f_0 = 3,5$  Hz e  $f_0 > 8$  Hz.

Le zone Mops 2006 (Vinci), 2012 (Vinci, Sant'Ansano-Vitolini), 2019 e 2021 presentano, invece, valori di amplificazione compresi nell'intervallo 1,9–2,0, considerando nell'abaco di riferimento le seguenti velocità delle onde VsH e i seguenti valori medi di frequenza:  $V_{sEq} = 300$  m/s con  $f_0 = 1,5$  Hz e 2,5 Hz.

Per l'Intervallo 0.7-1.1s, con  $A_g < 0.125g$  e profondità del substrato  $> 30$  m le zone Mops 2001, 2002 (Vinci, Sovigliana-Spicchio, Mercatale, Toiano, Sant'Ansano-Vitolini), 2003, 2004, 2005, 2006 (Sovigliana-Spicchio, Sant'Ansano-Vitolini), 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012 (Sant'Ansano-Vitolini), 2016, 2017, 2024, 2025, 2026 e 2027 mostrano valori di amplificazione ricadenti nell'intervallo 1,5–1,6, considerando nell'abaco di riferimento le seguenti velocità delle onde VsH e i seguenti valori medi di frequenza:  $V_{sEq} = 300$  m/s con  $f_0 < 1$  Hz e  $f_0 = 2,5$  Hz.

La zona Mops 2002 (Mercatale, Toiano) presenta valori di amplificazione compresi nell'intervallo 1,7–1,8, considerando nell'abaco di riferimento le seguenti velocità delle onde VsH e i seguenti valori medi di frequenza:  $V_{sEq} = 300$  m/s con  $f_0 = 3,5$  Hz e  $f_0 > 8$  Hz.

Le zone Mops 2006 (Vinci) e 2012 (Vinci), 2019 e 2021 presentano, invece, valori di amplificazione compresi nell'intervallo 2,1–2,2, considerando nell'abaco di riferimento le seguenti velocità delle onde VsH e i seguenti valori medi di frequenza:  $V_{sEq} = 300$  m/s con  $f_0 = 1,5$  Hz.

Per l'Intervallo 0.1-0.5s, con  $A_g < 0.125g$  e profondità del substrato  $< 30$  m le zone Mops 2014, 2015, 2018, 2020, 2023 e 2099 mostrano valori di amplificazione ricadenti nell'intervallo 1,3–1,4, considerando nell'abaco di riferimento le seguenti velocità delle onde VsH e i seguenti valori medi di frequenza:  $V_{sEq} = 500$  m/s con  $f_0 > 8$  Hz.

La zona Mops 2013 (Vinci) presenta valori di amplificazione compresi nell'intervallo 1,5–1,6, considerando nell'abaco di riferimento le seguenti velocità delle onde VsH e i seguenti valori medi di frequenza:  $V_{sEq} = 500$  m/s con  $f_0 = 3,5$  Hz.

Le zone Mops 2001 (Sovigliana-Spicchio), 2013 (Sant'Ansano-Vitolini) e 2022 presentano, invece, valori di amplificazione compresi nell'intervallo 1,7–1,8, considerando nell'abaco di riferimento le seguenti velocità delle onde VsH e i seguenti valori medi di frequenza:  $V_{sEq} = 300$  m/s con  $f_0 = 2,5$  Hz e 3,5 Hz.

Per l'Intervallo 0.4-0.8s, con  $A_g < 0.125g$  e profondità del substrato  $< 30$  m le zone Mops 2014, 2015, 2018, 2020, 2023 e 2099 mostrano valori di amplificazione ricadenti nell'intervallo 1,1–1,2, considerando nell'abaco di riferimento le seguenti velocità delle onde VsH e i seguenti valori medi di frequenza:  $VsEq = 500$  m/s con  $f_0 > 8$  Hz.

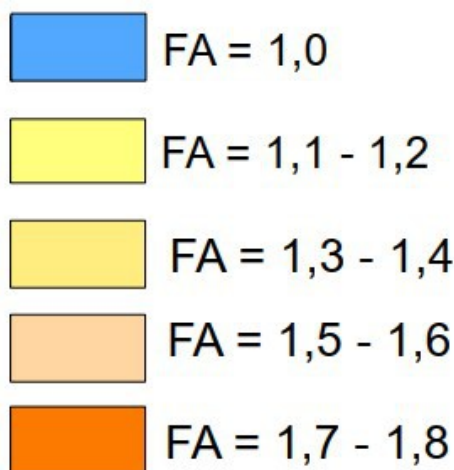
La zona Mops 2013 (Vinci) presenta valori di amplificazione compresi nell'intervallo 1,5–1,6, considerando nell'abaco di riferimento le seguenti velocità delle onde VsH e i seguenti valori medi di frequenza:  $VsEq = 500$  m/s con  $f_0 = 3,5$  Hz.

Le zone Mops 2013 (Sant'Ansano-Vitolini) e 2022 presentano, invece, valori di amplificazione compresi nell'intervallo 2,1-2,2, considerando nell'abaco di riferimento le seguenti velocità delle onde VsH e i seguenti valori medi di frequenza:  $VsEq = 300$  m/s con  $f_0 = 2,5$  Hz.

Per l'Intervallo 0.7-1.1s, con  $A_g < 0.125g$  e profondità del substrato  $< 30$  m le zone Mops 2013 (Vinci), 2014, 2015, 2018, 2020, 2023 e 2099 mostrano valori di amplificazione ricadenti nell'intervallo 1,1–1,2, considerando nell'abaco di riferimento le seguenti velocità delle onde VsH e i seguenti valori medi di frequenza:  $VsEq = 500$  m/s con  $f_0 > 8$  Hz.

Le zone Mops 2013 (Sant'Ansano-Vitolini) e 2022 presentano, invece, valori di amplificazione compresi nell'intervallo 1,5–1,6, considerando nell'abaco di riferimento le seguenti velocità delle onde VsH e i seguenti valori medi di frequenza:  $VsEq = 300$  m/s con  $f_0 = 2,5$  Hz.

Infine, per tutti gli intervalli di riferimento, alle aree ricadenti in zona stabile 1011 è stato attribuito un valore di amplificazione pari a 1,0.



*Legenda delle carte di Microzonazione Sismica – Zone Stabili e Zone Stabili suscettibili di amplificazione locale*

Inoltre sono state valutate le **Zone di attenzione per instabilità** e in particolare le zone interessate dalla presenza di **instabilità di versante**, comprendenti le aree interessate da frane attive o quiescenti.

Sulla scorta delle verifiche alla **liquefazione** eseguite si ritiene ipotizzabile la non presenza di zone instabili per la possibilità di fenomeni di liquefazione.



- litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente costiero tm, dello spessore >100 m. Basso contrasto di impedenza (c.i.).  
**Profondità substrato > 30,0 m; Ag < 0,125g**  
 FA 0,1-0,5 1,1  
 FA 0,4-0,8 1,4  
 FA 0,7-1,1 1,5
- 2005** Copertura recente costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec), dello spessore 3-5 m, poggianti su depositi “pliocenici” costituiti dall'alternanza di litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente costiero (tm), presenti in superficie, e di litotipi di natura sabbioso argillosa (SC) di ambiente costiero (tm), dello spessore >100 m. Basso contrasto di impedenza (c.i.).  
**Profondità substrato > 30,0 m; Ag < 0,125g**  
 FA 0,1-0,5 1,1  
 FA 0,4-0,8 1,4  
 FA 0,7-1,1 1,5
- 2006** Copertura recente costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente fluviale (es), dello spessore 3-20 m, poggianti su depositi “pliocenici” costituiti dall'alternanza di litotipi di natura sabbioso argillosa (SC) di ambiente costiero (tm), presenti in superficie, e di litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente costiero tm, dello spessore >100 m. Basso contrasto di impedenza (c.i.).  
**Profondità substrato > 30,0 m; Ag < 0,125g**  
 FA 0,1-0,5 1,1 (Sovigliana-Spicchio, Sant'Ansano-Vitolini)  
 1,4 (Vinci)  
 FA 0,4-0,8 1,4 (Sovigliana-Spicchio, Sant'Ansano-Vitolini)  
 1,9 (Vinci)  
 FA 0,7-1,1 1,5 (Sovigliana-Spicchio, Sant'Ansano-Vitolini)  
 2,1 (Vinci)
- 2007** Copertura recente costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente fluviale (es), dello spessore 3-20 m, poggianti su depositi “pliocenici” costituiti dall'alternanza di litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente costiero (tm), presenti in superficie, e di litotipi di natura sabbioso argillosa (SC) di ambiente costiero (tm), dello spessore >100 m. Basso contrasto di impedenza (c.i.).  
**Profondità substrato > 30,0 m; Ag < 0,125g**  
 FA 0,1-0,5 1,1  
 FA 0,4-0,8 1,4  
 FA 0,7-1,1 1,5
- 2008** Depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente fluvio-lacustre (tf), dello spessore di 5-20 m, poggianti su depositi “pliocenici” costituiti dall'alternanza di litotipi di natura sabbioso argillosa (SC) di ambiente costiero (tm) e di litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente costiero (tm), dello spessore >100 m. Basso contrasto di impedenza (c.i.).  
**Profondità substrato > 30,0 m; Ag < 0,125g**  
 FA 0,1-0,5 1,1  
 FA 0,4-0,8 1,4  
 FA 0,7-1,1 1,5
- 2009** Depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente fluvio-lacustre (tf), dello spessore di 5-20 m, su litotipi di natura sabbioso ghiaiosa (SW) di ambiente costiero (tm), dello spessore di 30-50 m, poggianti a profondità superiori a 30 m su substrato lapido stratificato (LPS). Possibilità di alto contrasto di impedenza (c.i.).  
**Profondità substrato > 30,0 m; Ag < 0,125g**  
 FA 0,1-0,5 1,1  
 FA 0,4-0,8 1,4  
 FA 0,7-1,1 1,5
- 2010** Depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura sabbioso ghiaiosa (SW) di ambiente costiero (tm), dello spessore di 30-50 m, poggianti a profondità superiori a 30m su substrato lapido stratificato (LPS). Possibilità di alto contrasto di impedenza (c.i.).  
**Profondità substrato > 30,0 m; Ag < 0,125g**  
 FA 0,1-0,5 1,1  
 FA 0,4-0,8 1,4  
 FA 0,7-1,1 1,5

- 2011** Copertura recente costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec), dello spessore 3-5 m, poggianti su depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura sabbioso ghiaiosa (SW) di ambiente costiero (tm), dello spessore di 30-50 m, poggianti a profondità superiori a 30m su substrato lapido stratificato (LPS). Possibilità di alto contrasto di impedenza (c.i.).  
**Profondità substrato > 30,0 m; Ag < 0,125g**  
 FA 0,1-0,5 1,1  
 FA 0,4-0,8 1,4  
 FA 0,7-1,1 1,5
- 2012** Depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura ghiaioso sabbiosa (GW) di ambiente fluvio-lacustre (ca), dello spessore di 5-20 m, su litotipi di natura sabbioso ghiaiosa (SW) di ambiente costiero (tm), dello spessore di 30-50 m, poggianti a profondità superiori a 30 m su substrato lapido stratificato (LPS). Possibilità di alto contrasto di impedenza (c.i.).  
**Profondità substrato > 30,0 m; Ag < 0,125g**  
 FA 0,1-0,5 1,4 (Vinci)  
 1,7 (Sant'Ansano-Vitolini)  
 FA 0,4-0,8 1,9 (Vinci)  
 2,0 (Sant'Ansano-Vitolini)  
 FA 0,7-1,1 1,6 (Sant'Ansano-Vitolini)  
 2,1 (Vinci)
- 2013** Depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura ghiaioso sabbiosa (GW) di ambiente fluvio-lacustre (ca), dello spessore di 5-10 m, su litotipi di natura sabbioso ghiaiosa (SW) di ambiente costiero (tm), dello spessore di 5-15 m, poggianti a profondità inferiori a 30 m su substrato lapido stratificato (LPS). Possibilità di alto contrasto di impedenza (c.i.).  
**Profondità substrato < 30,0 m; Ag < 0,125g**  
 FA 0,1-0,5 1,6 (Vinci)  
 1,8 (Sant'Ansano-Vitolini)  
 FA 0,4-0,8 1,5 (Vinci)  
 2,1 (Sant'Ansano-Vitolini)  
 FA 0,7-1,1 1,2 (Vinci)  
 1,5 (Sant'Ansano-Vitolini)
- 2014** Copertura recente costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec), dello spessore 3-5 m, poggianti su depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura sabbioso ghiaiosa (SW) di ambiente costiero (tm), dello spessore di 15-25 m, poggianti a profondità superiori a 30m su substrato lapido stratificato (LPS). Possibilità di alto contrasto di impedenza (c.i.).  
**Profondità substrato < 30,0 m; Ag < 0,125g**  
 FA 0,1-0,5 1,3  
 FA 0,4-0,8 1,2  
 FA 0,7-1,1 1,2
- 2015** Copertura recente costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec), dello spessore 3-5 m, su substrato lapido stratificato (LPS). Basso contrasto di impedenza (c.i.).  
**Profondità substrato < 30,0 m; Ag < 0,125g**  
 FA 0,1-0,5 1,3  
 FA 0,4-0,8 1,2  
 FA 0,7-1,1 1,2
- 2016** Copertura recente costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) ed alluvionale (es), dello spessore 3-5 m, su depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente costiero (tm) con intercalati litotipi di natura sabbioso argillosa (SC) di ambiente costiero (tm), di spessore 20–50 m; poggianti su depositi “pliocenici” costituiti dall'alternanza di litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente costiero (tm) e di litotipi di natura sabbioso argillosa (SC) di ambiente costiero (tm), dello spessore >100 m. Basso contrasto di impedenza (c.i.).  
**Profondità substrato > 30,0 m; Ag < 0,125g**  
 FA 0,1-0,5 1,1  
 FA 0,4-0,8 1,4  
 FA 0,7-1,1 1,5
- 2017** Copertura recente costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec), dello spessore 3-5 m, su copertura recente costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente fluviale (es), dello spessore 3-20m, poggianti su depositi “pliocenici”

costituiti dall'alternanza di litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente costiero (tm), presenti in superficie, e di litotipi di natura sabbioso argillosa (SC) di ambiente costiero (tm), dello spessore >100 m. Basso contrasto di impedenza (c.i.).

**Profondità substrato > 30,0 m; Ag < 0,125g**

FA 0,1-0,5 1,1

FA 0,4-0,8 1,4

FA 0,7-1,1 1,5

**2018**

Depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura sabbioso ghiaiosa (SW) di ambiente costiero (tm), dello spessore di 15-25 m, poggianti a profondità superiori a 30 m su substrato lapido stratificato (LPS). Possibilità di alto contrasto di impedenza (c.i.).

**Profondità substrato < 30,0 m; Ag < 0,125g**

FA 0,1-0,5 1,3

FA 0,4-0,8 1,2

FA 0,7-1,1 1,2

**2019**

Copertura recente costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente fluviale (es), dello spessore 3-10 m, poggianti su depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura sabbioso ghiaiosa (SW) di ambiente costiero (tm), dello spessore di 30-50 m, poggianti a profondità superiori a 30m su substrato lapido stratificato (LPS). Possibilità di alto contrasto di impedenza (c.i.).

**Profondità substrato > 30,0 m; Ag < 0,125g**

FA 0,1-0,5 1,4

FA 0,4-0,8 1,9

FA 0,7-1,1 2,1

**2020**

Copertura recente costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente fluviale (es), dello spessore 3-10 m, poggianti su depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura sabbioso ghiaiosa (SW) di ambiente costiero (tm), dello spessore di 15-25 m, poggianti a profondità superiori a 30m su substrato lapido stratificato (LPS). Possibilità di alto contrasto di impedenza (c.i.).

**Profondità substrato < 30,0 m; Ag < 0,125g**

FA 0,1-0,5 1,3

FA 0,4-0,8 1,2

FA 0,7-1,1 1,2

**2021**

Depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura ghiaioso sabbiosa (GW) di ambiente fluvio-lacustre (ca), dello spessore di 5-10 m, su litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente fluvio-lacustre (tf), dello spessore di 5-20 m, su litotipi di natura sabbioso ghiaiosa (SW) di ambiente costiero (tm), dello spessore di 30-50 m, poggianti a profondità superiori a 30 m su substrato lapido stratificato (LPS). Possibilità di alto contrasto di impedenza (c.i.).

**Profondità substrato > 30,0 m; Ag < 0,125g**

FA 0,1-0,5 1,4

FA 0,4-0,8 1,9

FA 0,7-1,1 2,1

**2022**

Depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura ghiaioso sabbiosa (GW) di ambiente fluvio-lacustre (ca), dello spessore di 5-10 m, su substrato lapido stratificato (LPS). Basso contrasto di impedenza (c.i.).

**Profondità substrato < 30,0 m; Ag < 0,125g**

FA 0,1-0,5 1,8

FA 0,4-0,8 2,1

FA 0,7-1,1 1,5

**2023**

Copertura recente costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec), dello spessore 3-5 m, su depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura ghiaioso sabbiosa (GW) di ambiente fluvio-lacustre (ca), dello spessore di 5-10 m, su substrato lapido stratificato (LPS). Basso contrasto di impedenza (c.i.).

**Profondità substrato < 30,0 m; Ag < 0,125g**

FA 0,1-0,5 1,3

FA 0,4-0,8 1,2

FA 0,7-1,1 1,2

**2024**

Copertura recente costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec), dello spessore 3-5 m, su depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura ghiaioso sabbiosa (GW) di ambiente fluvio-lacustre (ca), dello spessore di 5-10 m, su litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente fluvio-lacustre (tf), dello spessore di 5-20 m, su



litotipi di natura sabbioso ghiaiosa (SW) di ambiente costiero (tm), dello spessore di 30-50 m, poggianti a profondità superiori a 30 m su substrato lapido stratificato (LPS). Possibilità di alto contrasto di impedenza (c.i.).

**Profondità substrato > 30,0 m; Ag < 0,125g**

FA 0,1-0,5 1,1

FA 0,4-0,8 1,4

FA 0,7-1,1 1,5

**2025**

Copertura recente costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec), dello spessore 3-5 m, su depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente fluvio-lacustre (tf), dello spessore di 5-20 m, su litotipi di natura sabbioso ghiaiosa (SW) di ambiente costiero (tm), dello spessore di 30-50 m, poggianti a profondità superiori a 30m su substrato lapido stratificato (LPS). Possibilità di alto contrasto di impedenza (c.i.).

**Profondità substrato > 30,0 m; Ag < 0,125g**

FA 0,1-0,5 1,1

FA 0,4-0,8 1,4

FA 0,7-1,1 1,5

**2026**

Copertura recente costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec), dello spessore 3-5 m, poggianti su depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura ghiaioso sabbiosa (GW) di ambiente fluvio-lacustre (ca), dello spessore di 5-10 m, su litotipi di natura sabbioso ghiaiosa (SW) di ambiente costiero (tm), dello spessore di 5-15 m, poggianti a profondità inferiori a 30 m su substrato lapido stratificato (LPS). Possibilità di alto contrasto di impedenza (c.i.).

**Profondità substrato > 30,0 m; Ag < 0,125g**

FA 0,1-0,5 1,1

FA 0,4-0,8 1,4

FA 0,7-1,1 1,5

**2027**

Depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente fluvio-lacustre (tf), dello spessore di 5-20 m, poggianti su depositi “pliocenici” costituiti dall'alternanza di litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente costiero (tm), presenti in superficie, e di litotipi di natura sabbioso argillosa (SC) di ambiente costiero (tm). Spessore complessivo >100 m. Basso contrasto di impedenza (c.i.).

**Profondità substrato > 30,0 m; Ag < 0,125g**

FA 0,1-0,5 1,1

FA 0,4-0,8 1,4

FA 0,7-1,1 1,5

**2099**

Substrato lapideo stratificato fratturato/alterato (SFLPS), poggianti a profondità compresa tra 3 e 10 m su substrato lapideo stratificato (LPS), pendenza (i) <15°, Basso contrasto di impedenza (c.i.).

**Profondità substrato < 30,0 m; Ag < 0,125g**

FA 0,1-0,5 1,3

FA 0,4-0,8 1,2

FA 0,7-1,1 1,2

### **Zone di attenzione per le instabilità**

**ID**

**Descrizione Zona**

**ZAFR1....n**

Instabilità di versante per frana (con indicato il numero della zona stabile suscettibile di amplificazione locale a cui il corpo franoso è sovrastante).

Di seguito, al fine di una migliore valutazione delle procedure che hanno portato alla specifica assegnazione dei valori del fattore di amplificazione precedentemente definiti, per ciascuna area di indagine vengono presentate delle specifiche tabelle in cui vengono indicate le condizioni al contorno (valore di Ag di riferimento –  $Ag > 0 < 0,125$  e profondità del substrato -  $> 0 < 30,0$  m dal p.c.) e le Zone riconosciute; e, per ciascuna zona individuata, vengono presentati i risultati di tutte le misure HVSR (valore di F0) e delle indagini lineari (valore di Vs) eseguiti, nonché i valori dei fattori di amplificazione nei periodi 0,1-0,5s, 0,4-0,8s e 0,7-1,1s. Nelle tabelle

seguenti vengono evidenziate in grassetto le prove ritenute maggiormente indicative per l'attribuzione del fattore di amplificazione laddove sono presenti più indagini con risultanze non omogenee.

Relativamente alle Zone prive di specifiche indagini sismiche di tipo Hvsr o lineari i fattori di amplificazione sono stati ricavati in funzione dei risultati delle indagini sismiche eseguiti in aree limitrofe aventi successione stratigrafica simile e/o interpretate sulla scorta dei risultati delle indagini sismiche eseguite in contesti geologici analoghi ma in aree a diverso Ag di riferimento.

VINCI – ABACO < 0.125g								
ZONA	Indagini Puntuali	Indagini Lineari	Profondità Substrato	Vseq/30 (m/s)	HVSR (Hz)	Fa (0.1-.5s)	Fa (0.4-0.8s)	Fa (0.7-1.1s)
2001	P48	no indagini lineari	>30 m	<b>300</b>	<1	<b>1.1</b>	<b>1.4</b>	<b>1.5</b>
2002	P48	no indagini lineari	>30 m	<b>300</b>	<1	<b>1.1</b>	<b>1.4</b>	<b>1.5</b>
2004	no indagini puntuali e lineari		>30 m	<b>300</b>	<1	<b>1.1</b>	<b>1.4</b>	<b>1.5</b>
2005	no indagini puntuali e lineari		>30 m	<b>300</b>	<1	<b>1.1</b>	<b>1.4</b>	<b>1.5</b>
2006	P5	no indagini lineari	>30 m	<b>300</b>	<b>1.5</b>	<b>1.4</b>	<b>1.9</b>	<b>2.1</b>
2007	no indagini puntuali e lineari		>30 m	<b>300</b>	<1	<b>1.1</b>	<b>1.4</b>	<b>1.5</b>
2008	no indagini puntuali e lineari		>30 m	<b>300</b>	<1	<b>1.1</b>	<b>1.4</b>	<b>1.5</b>
2009	no indagini puntuali e lineari		>30 m	<b>300</b>	<1	<b>1.1</b>	<b>1.4</b>	<b>1.5</b>
2010	P16-P49	L15	>30 m	<b>300</b>	<1	<b>1.1</b>	<b>1.4</b>	<b>1.5</b>
2011	no indagini puntuali e lineari		>30 m	<b>300</b>	<1	<b>1.1</b>	<b>1.4</b>	<b>1.5</b>
2012	no indagini puntuali e lineari		>30 m	<b>300</b>	<b>1.5</b>	<b>1.4</b>	<b>1.9</b>	<b>2.1</b>
2013	P50	no indagini lineari	<30 m	<b>500</b>	<b>3.5</b>	<b>1.6</b>	<b>1.5</b>	<b>1.2</b>
2014	P15	no indagini lineari	<30 m	<b>500</b>	>8	<b>1.3</b>	<b>1.2</b>	<b>1.2</b>
2015	no indagini puntuali e lineari		<30 m	<b>500</b>	>8	<b>1.3</b>	<b>1.2</b>	<b>1.2</b>
2018	no indagini puntuali e lineari		<30 m	<b>500</b>	>8	<b>1.3</b>	<b>1.2</b>	<b>1.2</b>
2019	no indagini puntuali e lineari		>30 m	<b>300</b>	<b>1.5</b>	<b>1.4</b>	<b>1.9</b>	<b>2.1</b>
2020	no indagini puntuali e lineari		<30 m	<b>500</b>	>8	<b>1.3</b>	<b>1.2</b>	<b>1.2</b>

SOVIGLIANA / SPICCHIO – ABACO < 0.125g								
ZONA	Indagini Puntuali	Indagini Lineari	Profondità Substrato	Vseq/30 (m/s)	HVSR (Hz)	Fa (0.1-.5s)	Fa (0.4-0.8s)	Fa (0.7-1.1s)
2001	P22	no indagini lineari	>30 m	<b>300</b>	<1	<b>1.1</b>	<b>1.4</b>	<b>1.5</b>
2002	P20	no indagini lineari	>30 m	<b>300</b>	<1	<b>1.1</b>	<b>1.4</b>	<b>1.5</b>
2004	no indagini puntuali e lineari		>30 m	<b>300</b>	<1	<b>1.1</b>	<b>1.4</b>	<b>1.5</b>
2005	P43	no indagini lineari	>30 m	<b>300</b>	<1	<b>1.1</b>	<b>1.4</b>	<b>1.5</b>
2006	P21-P41	no indagini lineari	>30 m	<b>300</b>	<1	<b>1.1</b>	<b>1.4</b>	<b>1.5</b>
2007	no indagini puntuali	L3	>30 m	<b>300</b>	<1	<b>1.1</b>	<b>1.4</b>	<b>1.5</b>
2017	no indagini puntuali e lineari		>30 m	<b>300</b>	<1	<b>1.1</b>	<b>1.4</b>	<b>1.5</b>

MERCATALE – ABACO < 0.125g								
ZONA	Indagini Puntuali	Indagini Lineari	Profondità Substrato	Vseq/30 (m/s)	HVSR (Hz)	Fa (0.1-.5s)	Fa (0.4-0.8s)	Fa (0.7-1.1s)
2001	no indagini puntuali e lineari		>30 m	<b>300</b>	<1	<b>1.1</b>	<b>1.4</b>	<b>1.5</b>
2002	no indagini puntuali e lineari		>30 m	<b>300</b>	<1	<b>1.1</b>	<b>1.4</b>	<b>1.5</b>

	P36	no indagini lineari	>30 m	300	>8	1.8	1.8	1.7
2004	no indagini puntuali e lineari		>30 m	300	<1	1.1	1.4	1.5
2005	no indagini puntuali e lineari		>30 m	300	<1	1.1	1.4	1.5
2007	P13-P14-P35	L4	>30 m	300	<1	1.1	1.4	1.5

TOIANO – ABACO < 0.125g								
ZONA	Indagini Puntuali	Indagini Lineari	Profondità Substrato	Vseq/30 (m/s)	HVSR (Hz)	Fa (0.1-.5s)	Fa (0.4-0.8s)	Fa (0.7-1.1s)
2001	no indagini puntuali e lineari		>30 m	300	<1	1.1	1.4	1.5
2002	P9-P6	no indagini lineari	>30 m	300	<1	1.1	1.4	1.5
	P8	no indagini lineari	>30 m	300	3.5	1.8	1.7	1.7
2004	no indagini puntuali e lineari		>30 m	300	<1	1.1	1.4	1.5
2005	no indagini puntuali e lineari		>30 m	300	<1	1.1	1.4	1.5
2027	P7	no indagini lineari	>30 m	300	<1	1.1	1.4	1.5

SANT'ANSANO / VITOLINI – ABACO < 0.125g								
ZONA	Indagini Puntuali	Indagini Lineari	Profondità Substrato	Vseq/30 (m/s)	HVSR (Hz)	Fa (0.1-.5s)	Fa (0.4-0.8s)	Fa (0.7-1.1s)
2001	P31	no indagini lineari	>30 m	300	<1	1.1	1.4	1.5
2002	P1	no indagini lineari	>30 m	300	<1	1.1	1.4	1.5
2004	no indagini puntuali e lineari		>30 m	300	<1	1.1	1.4	1.5
2005	no indagini puntuali e lineari		>30 m	300	<1	1.1	1.4	1.5
2006	P32 P33	no indagini lineari	>30 m	300	<1	1.1	1.4	1.5
2007	no indagini puntuali e lineari		>30 m	300	<1	1.1	1.4	1.5
2008	no indagini puntuali e lineari		>30 m	300	<1	1.1	1.4	1.5
2009	P3	no indagini lineari	>30 m	300	1.5	1.4	1.9	2.1
2010	no indagini puntuali e lineari		>30 m	300	<1	1.1	1.4	1.5
2011	no indagini puntuali e lineari		>30 m	300	<1	1.1	1.4	1.5
2012	P2	no indagini lineari	>30 m	300	2.5	1.7	2.0	1.6
2013	no indagini puntuali e lineari		<30 m	300	2.5	1.8	2.1	1.5
2015	no indagini puntuali e lineari		>30 m	300	<1	1.1	1.4	1.5
2018	no indagini puntuali e lineari		<30 m	500	>8	1.3	1.2	1.2
2019	P30	no indagini lineari	>30 m	300	1.5	1.4	1.9	2.1
2021	P3	no indagini lineari	>30 m	300	1.5	1.4	1.9	2.1
2022	P28	no indagini lineari	<30 m	300	2.5	1.8	2.1	1.5
2023	no indagini puntuali e lineari		<30 m	500	>8	1.3	1.2	1.2
2024	no indagini puntuali e lineari		>30 m	300	<1	1.1	1.4	1.5
2025	no indagini puntuali e lineari		>30 m	300	<1	1.1	1.4	1.5
2026	no indagini puntuali e lineari		>30 m	300	<1	1.1	1.4	1.5
2099	no indagini puntuali e lineari		<30 m	500	>8	1.3	1.2	1.2

APPARITA – ABACO < 0.125g								
ZONA	Indagini Puntuali	Indagini Lineari	Profondità Substrato	Vseq/30 (m/s)	HVSR (Hz)	Fa (0.1-.5s)	Fa (0.4-0.8s)	Fa (0.7-1.1s)
2003	P10-PP11-	no indagini	> 30m	300	<1	1.1	1.4	1.5

	P12	lineari						
2016	no indagini puntuali e lineari	>30 m	300	<1	1.1	1.4	1.5	

## 8.7 CONSIDERAZIONI RELATIVE AGLI APPROFONDIMENTI CONDOTTI SULLE VARIE PORZIONI DI TERRITORIO INDAGATE

Si raccolgono nel presente capitolo considerazioni riassuntive in merito agli aspetti relativi alle indagini eseguite e alla definizione delle zone Mops e dei fattori di amplificazione attribuiti, per ciascuna area oggetto di approfondimento.

### **VINCI – Capoluogo**

(vedi tavv. G.01b, G.02b, G.03b, G.04b, G.06b, G.07b e G.08b in scala 1:5.000 e G.05 in scala 1:2.000)

#### ***Inquadramento geologico e geomorfologico***

L'area su cui sorge l'abitato del Capoluogo nella sua totalità è caratterizzata dalla presenza di terreni riconducibili ai depositi plio-quadernari. In particolare gran parte del Capoluogo, tra cui in particolare il rilievo su cui sorge il centro storico è caratterizzato dalla presenza nel sottosuolo di litologie di natura sabbiosa, sabbioso ciottolosa, sabbioso limosa e sabbioso argillosa dei depositi continentali di età rusciniiana e villafranchiana (VILb). Su queste nei rilievi collinari presenti a nord dell'abitato poggiano i depositi continentali di età rusciniiana e villafranchiana di natura conglomeratica e ciottolosa (VILg).

Queste litologie poggiano a profondità variabile sul substrato litoide pre-pliocenico, rappresentato nell'area in esame dalle arenarie torbiditiche del Macigno (MAC) che presentano una giacitura verso i quadranti meridionali (preferenzialmente verso sud-ovest) con inclinazione variabile tra 25° e 40°.

I settori meridionali dell'abitato sorgono, invece, sui depositi marini pliocenici rappresentati dall'alternanza di Argille sabbiose, limi e argille siltose (FAAb) e di Sabbie e arenarie (PLIs).

La giustapposizione tra i depositi continentali rusciniiani e villafranchiani e quelli pliocenici marini avviene mediante contatto tettonico tramite una struttura diretta che ribassa la porzione meridionale

In discordanza sulle suddette litologie, talora, come ad esempio nell'area attorno a Villa Martelli si riconoscono litologie riferibili ai depositi continentali rusciniiani e villafranchiani costituiti da Argille e argille sabbiose (VILc).

In alcuni settori delle zone collinari e pedecollinari si ha la presenza di depositi riferibili a corpi di frana (F) e a depositi di natura eluvio-colluviale (b2a) e detritica di versante (aa).

Inoltre nei settori pianeggianti al piede dei rilievi e in corrispondenza dei corsi d'acqua si ha la presenza dei depositi alluvionali in evoluzione (b) e depositi alluvionali recenti (bna).

Il quadro geomorfologico è caratterizzato dalla presenza di fenomenologie gravitative il cui stato di attività appare da attivo a quiescente e completato dalla presenza di una serie di scarpate di erosione attive e non attive di altezza generalmente inferiore ai 20,0 ml e di rotture di pendio. Sono presenti, inoltre, areali con fenomeni di soliflusso localizzato e a franosità diffusa.

Dal punto di vista morfologico si evidenzia che il settore su cui sorge la maggior parte delle abitazioni presenta una acclività bassa dei versanti (pendenze comprese tra 0% e 10%), mentre le pendenze aumentano (pendenze comprese generalmente tra 10% e 25%) nei settori esterni del centro abitato e in corrispondenza del centro storico di Vinci. Pendenze ulteriormente acclivi (generalmente comprese tra 25% e 35%) si rilevano in alcuni isolati settori esterni alle aree abitate.

### ***Indagini geognostiche realizzate e/o pregresse***

Per il Capoluogo sono stati reperiti tutti i dati geognostici (stratigrafici, geotecnici e geofisici) contenuti nella banca dati dell'Archivio Comunale, implementati con i dati geognostici (in particolare stratigrafici) ricavati dalla banca dati ISPRA.

In particolare sono state ricavate le risultanze del seguente numero di indagini:

- n. 1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo con la relativa risultanza stratigrafica;
- n. 1 stratigrafia da terebrazione di pozzo;
- n. 1 indagine di sismica a rifrazione in foro in onde P e Sh di tipo down-hole;
- n. 2 indagini di sismica a rifrazione con onde P e Sh;
- n. 1 indagine sismica a rifrazione in onde Sh di tipo Masw.

Sono state, inoltre collezionate, le indagini eseguite a supporto degli Studi di Microzonazione Sismica di Livello 1 nell'ambito del vigente Regolamento Urbanistico Comunale.

Queste sono consistite in n. 4 prove di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola sulle vibrazioni ambientali (HVSr).

In corrispondenza dell'abitato del Capoluogo e delle frazioni limitrofe sono inoltre stata effettuate ulteriori indagini sismiche finalizzate alla definizione dell'analisi e della risposta sismica dei terreni.

In particolare per gli studi di Microzonazione Sismica di Livello 2 è stata svolta specificatamente una inedita campagna di indagini geofisiche consistente in n. 6 prospezioni geofisiche con acquisizione ed analisi dei microtremori (HVSr).

### ***Modello geologico del sottosuolo***

Il substrato geologico su cui sorge l'abitato di Vinci risulta costituito, per la maggior parte dell'abitato, dai terreni riconducibili ai depositi plio-quadernari appartenenti alla litofacies delle sabbie, sabbie ciottolose, sabbie limose e sabbie argillose (VILb) e secondariamente ai terreni riferibili ai Conglomerati e ciottolami (VILg), quest'ultimi generalmente sovrastanti ai primi e presenti nei settori collinari a nord dell'abitato di Vinci.

Queste litologie poggiano sul substrato litoide costituito dalle arenarie torbiditiche del Macigno che presentano giacitura verso i quadranti meridionali con inclinazioni generalmente comprese tra 25° e 40°.

Il substrato litoide presenta un approfondimento spostandosi da nord verso sud per la presenza di un fascio di faglie normali che ribassano i settori meridionali, allontanando sempre più le arenarie dalla superficie topografica.

Nel settore meridionale dell'area in esame, laddove gli spessori di copertura sono pluridecimetri le litologie del substrato sono sovrastate da depositi prevalentemente marini riferibili alle Argille sabbiose, limi e argille siltose (FAAb) e alle Sabbie e arenarie (PLIs).

Come precedentemente detto, in discordanza sulle suddette litologie, talora, come ad esempio nell'area attorno a Villa Martelli, si riconoscono litologie riferibili ai depositi continentali rusciniani e villafranchiani costituiti da Argille e argille sabbiose (VILc).

I settori in corrispondenza delle zone collinari, delle fasce pedecollinari e/o i settori a pendenza maggiore che circoscrivono gli areali laddove sorgono gli abitati vedono la presenza di depositi eluvio-colluviali (b2a) e detritici di versante (aa) e di spessori metrici di depositi riferibili a coltri di frana.

### ***Modello geologico tecnico***

Le formazioni geologiche presenti nell'area in esame sono state assimilate, in funzione delle loro caratteristiche geo-lito-sedimentologiche, a delle specifiche unità geologico-tecniche.

In particolare, per quanto riguarda i terreni di copertura recenti sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica SMec (Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente genetico di versante - eluvi/colluvi) i terreni riferibili ai depositi eluvio-colluviali (b2a), all'unità geologico-tecnica SMfd (Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente genetico di versante – falda detritica) i terreni riferibili ai depositi detritici di versante (aa) e all'unità GMes (Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo di ambiente fluvio lacustre - argine/barre/canali) i terreni riferibili ai depositi alluvionali attuali (b) e recenti (bna).

Per quanto riguarda i terreni di copertura di età plio-quadernaria sono state eseguite le seguenti attribuzioni:

- all'unità geologico-tecnica GWca (Ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbia di ambiente genetico fluvio lacustre - conoide alluvionale) i terreni riferibili ai depositi rusciniiano villafranchiani dei Conglomerati e ciottolami ad elementi arenacei (VILg);
- all'unità geologico-tecnica SWtm (Sabbie pulite e ben assortite, sabbie ghiaiose di ambiente genetico costiero – terrazzo marino) i terreni riferibili alle Sabbie, sabbie ciottolose, sabbie siltoso argillose e limi sabbiosi di età rusciniiano villafranchiana (VILb);
- all'unità geologico-tecnica SCTm (Sabbie argillose, miscela di sabbia e argilla di ambiente genetico costiero – terrazzo marino) i terreni riferibili alle Sabbie e arenarie di età pliocenica (PLIs);
- all'unità geologico-tecnica CLtm (argille inorganiche di meda-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre di ambiente genetico costiero – terrazzo marino) i terreni riferibili alle Argille sabbiose, limi e argille siltose di età pliocenica (FAAb);
- all'unità geologico-tecnica CLtf (argille inorganiche di meda-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre di ambiente genetico fluvio lacustre - terrazzo fluviale) i terreni riferibili alle Argille e argille sabbiose di età rusciniiano villafranchiana (VILc).

Per quanto riguarda i terreni del substrato geologico sono state eseguite le seguenti attribuzioni:

- i terreni di natura litoide appartenenti alla formazione del Macigno sono stati inseriti nell'unità geologico-tecnica LPS (Lapideo, stratificato).

Infine sono stati rappresentati i fenomeni gravitativi attivi e quiescenti, i movimenti non definiti attivi, nonché gli orli di scarpata morfologica.

Inoltre vengono presentate le indicazioni delle strutture tettoniche e gli elementi geologici e idrogeologici relativi ai sondaggi e pozzi presenti nell'area con indicazione della profondità di indagine che non ha raggiunto il substrato o del livello di soggiacenza della falda riconosciuto.

### ***Indicazione della classe di qualità mediante “Procedura semiquantitativa per stabilire la qualità della carta di livello 1 di MS”***

Per l'area in esame caratterizzata da rilievo geologico e geomorfologico appositamente eseguito in scala 1:2.000 e presentato in scala 1:5.000, dalla disponibilità delle indagini geognostiche e sismiche di cui al precedente dettaglio e da n. 9 misure HVSR di cui n. 3 classificate in classe A1, n. 2 classificate in A2, n. 3 classificate in B2 e n. 1 classificata in C si ricava una valutazione di qualità pari a 50,7 che la colloca in classe di accettabilità B.

### ***Misure di frequenza naturale e indagini di sismica a rifrazione***

In corrispondenza dell'abitato del Capoluogo durante gli studi di Microzonazione Sismica di Livello 2 sono state eseguite n. 6 misure di sismica passiva con metodo HVSR finalizzate allo studio in questione (prove con sigle P47, P48, P49, P50, P51 e P70) e n. 1 indagine di sismica a rifrazione in onde P e Sh (indagine L1).

Per le medesime aree sono stati ricavati, dalla banca dati del Comune di Vinci e dagli studi di Microzonazione Sismica di Livello 1 precedentemente eseguiti, n. 4 misure di sismica passiva con metodo HVSR (P4, P5, P15 e P16).

Per quanto riguarda le indagini svolte nei settori di fondovalle dell'area di studio, quelle eseguite nella porzione meridionale (prove P5 e P70) hanno mostrato contrasti di impedenza elevati ( $A_0$  rispettivamente pari a 2,91 e 3,13) a profondità superiori a ca. 30,0 m da p.c. ( $f_0$  uguale rispettivamente a 1,91 e 3,75 Hz). La prova P51 eseguita, invece, nella porzione settentrionale dell'area di studio ha rilevato un medesimo risultato con un picco a 1,32 Hz avente alto contrasto di impedenza ( $A_0 = 3,28$ ).

Per quanto riguarda le prove eseguite nei settori collinari, quelle realizzate nei settori settentrionali dell'area di indagine (prove P15, P16 e P50) non hanno registrato la presenza di un picco significativo o un basso contrasto di impedenza sismica ( $A_0 = 1,91$ ) a profondità superiori ai 30,0 m ( $f_0 = 3,57$  Hz).

In questo settore l'indagine di sismica a rifrazione in onde P e Sh denominata L11 ha registrato la presenza di un primo sismostrato dello spessore di 4,0 – 5,0 m avente  $V_s = 155,8$  m/s, a cui segue un secondo ed ultimo sismostrato con  $V_s = 720,8$  m/s.

Presso la prova P15 è stata eseguita la stesa di sismica a rifrazione in onde P e Sh denominata L1. L'indagine ha registrato la presenza di un primo sismostrato dello spessore di 8,0-10,0 m avente  $V_s$  comprese tra 220 e 265 m/s, a cui segue un secondo sismostrato dello spessore di 8,0-15,0 m con  $V_s$  comprese tra 495 e 550 e un terzo ed ultimo sismostrato, dello spessore investigato di 7,0-10,0 m con  $V_s$  comprese tra 890 e 925 m/s.

Nella porzione centrale dei rilievi collinari, laddove sorge l'abitato di Vinci, le prove P47, P48 e P49 hanno mostrato contrasti di impedenza con  $A_0$  compresi tra 2,36 e 2,95 a profondità superiori ai 50 – 100 m ( $f_0$  compresi tra 0,52 e 0,76 Hz).

Poco a sud delle prova P49 sono ubicate l'indagine Masw L12 e la prova di sismica a rifrazione in foro di tipo down-hole P106.

L'indagine L12 ha registrato la presenza di un primo sismostrato dello spessore di 5,0 m avente  $V_s$  comprese tra 138 e 232 m/s, a cui segue un secondo sismostrato dello spessore di 6,3 m con  $V_s$  comprese tra 248 e 251, un terzo sismostrato dello spessore di 14,1 m con  $V_s$  comprese tra 265 e 365 e un quarto ed ultimo sismostrato, dello spessore investigato di 14,6 m con  $V_s$  comprese tra 499 e 575 m/s.

La prova down-hole P106 ha registrato la presenza di un primo sismostrato dello spessore di 5,0 m avente  $V_s$  comprese tra 126 e 261 m/s, a cui segue un secondo sismostrato dello spessore di 13,0 m con  $V_s$  comprese tra 272 e 339, un terzo sismostrato dello spessore di 5,0 m con  $V_s$  comprese tra 368 e 416 e un quarto ed ultimo sismostrato, dello spessore investigato di 8,0 m con  $V_s$  comprese tra 519 e 613 m/s.

Infine la prova P4 eseguita nei rilievi presenti nella porzione meridionale dell'area in esame ha registrato un contrasto di impedenza con  $A_0 = 2,79$  a profondità comprese tra 30,0 e 50,0 m da p.c. ( $f_0 = 2,84$  Hz).

### ***Illustrazione della carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)***

#### **Zone stabili**

- **1011**: questa zona comprende le aree nelle quali affiora o è sub-affiorante un substrato lapideo stratificato (LPS), talora con riporti, con coltre di alterazione compresa tra 0 e 3 m,  $i < 15^\circ$ , basso contrasto di impedenza (c.i.). Il substrato lapideo è riferibile alla formazione del Macigno.

Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata si evince che tali settori non presentano alti contrasti di impedenza sismica.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,0 per tutti gli intervalli analizzati.

La zona viene individuata in alcuni isolati settori nell'estrema porzione settentrionale dell'area di studio.

#### **Zone stabili suscettibili di amplificazione sismica locale**

- **2001:** questa zona comprende le aree nelle quali si hanno depositi “pliocenici” costituiti dall'alternanza di litotipi di natura sabbioso argillosa (SC) di ambiente costiero (tm), presenti in superficie, e di litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente costiero (tm). Spessore complessivo >100 m. Basso contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata non si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,1-0,5s, un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,4-0,8s e un fattore di amplificazione di 1,5 per l'intervallo 0,7-1,1s.

La zona viene individuata in alcuni areali nella porzione centrale e meridionale dell'area di studio, presso le località Borgonuovo, Casanova, Poggio al Vento e Bagno.

- **2002:** questa zona comprende le aree nelle quali si hanno depositi “pliocenici” costituiti dall'alternanza di litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente costiero (tm), presenti in superficie, e di litotipi di natura sabbioso argillosa (SC) di ambiente costiero (tm). Spessore complessivo >100 m. Basso contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica, sulla scorta delle indagini di sismica passiva in possesso (P4 e P48) e data la successione stratigrafica rilevata non si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,1-0,5s, un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,4-0,8s e un fattore di amplificazione di 1,5 per l'intervallo 0,7-1,1s.

La zona viene individuata in ampi settori dei rilievi collinari presenti nella porzione centrale e meridionale dell'area di studio.

- **2004:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec), dello spessore 3-5 m, poggianti su depositi “pliocenici” costituiti dall'alternanza di litotipi di natura sabbioso argillosa (SC) di ambiente costiero (tm), presenti in superficie, e di litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente costiero tm, dello spessore >100 m. Basso contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata non si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,1-0,5s, un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,4-0,8s e un fattore di amplificazione di 1,5 per l'intervallo 0,7-1,1s.

La zona viene individuata in alcune limitate aree nei rilievi collinari presenti nella porzione centrale e meridionale dell'area di studio.

- **2005:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec), dello spessore 3-5 m, poggianti su depositi “pliocenici”



costituiti dall'alternanza di litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente costiero (tm), presenti in superficie, e di litotipi di natura sabbioso argillosa (SC) di ambiente costiero (tm), dello spessore >100 m. Basso contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata non si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,1-0,5s, un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,4-0,8s e un fattore di amplificazione di 1,5 per l'intervallo 0,7-1,1s.

La zona viene individuata in ampi settori dei rilievi collinari presenti nella porzione centrale e meridionale dell'area di studio.

- **2006**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente fluviale (es), dello spessore 3-20 m, poggianti su depositi “pliocenici” costituiti dall'alternanza di litotipi di natura sabbioso argillosa (SC) di ambiente costiero (tm), presenti in superficie, e di litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente costiero tm, dello spessore >100 m. Basso contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica, sulla scorta delle indagini di sismica passiva in possesso (P5) e data la successione stratigrafica rilevata non si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,1-0,5s, un fattore di amplificazione di 1,9 per l'intervallo 0,4-0,8s e un fattore di amplificazione di 2,1 per l'intervallo 0,7-1,1s.

La zona viene individuata in ampio settore nel fondovalle del Torrente Streda, presso la località Casanova nella porzione meridionale dell'area di studio.

- **2007**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente fluviale (es), dello spessore 3-20 m, poggianti su depositi “pliocenici” costituiti dall'alternanza di litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente costiero (tm), presenti in superficie, e di litotipi di natura sabbioso argillosa (SC) di ambiente costiero (tm), dello spessore >100m. Basso contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata non si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,1-0,5s, un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,4-0,8s e un fattore di amplificazione di 1,5 per l'intervallo 0,7-1,1s.

La zona viene interessa ampi areali del fondovalle del Torrente Streda, nella porzione meridionale dell'area di studio.

- **2008**: questa zona comprende le aree nelle quali si hanno depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente fluvio-lacustre (tf), dello spessore di 5-20 m, poggianti su depositi “pliocenici” costituiti dall'alternanza di litotipi di natura sabbioso argillosa (SC) di ambiente costiero (tm) e di litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente costiero (tm), dello spessore >100 m. Basso contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata non si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,1-0,5s, un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,4-0,8s e un fattore di amplificazione di 1,5 per l'intervallo 0,7-1,1s.

La zona viene individuata in corrispondenza di un areale presso Via Puccini.

- **2009**: questa zona comprende le aree nelle quali si hanno depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente fluvio-lacustre (tf), dello spessore di 5-20 m, su litotipi di natura sabbioso ghiaiosa (SW) di ambiente costiero (tm), dello spessore di 30-50 m, poggianti a profondità superiori a 30m su substrato lapido stratificato (LPS). Possibilità di alto contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,1-0,5s, un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,4-0,8s e un fattore di amplificazione di 1,5 per l'intervallo 0,7-1,1s.

La zona viene individuata in due areali isolati presso la porzione meridionale dell'abitato di Vinci.

- **2010**: questa zona comprende le aree nelle quali si hanno depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura sabbioso ghiaiosa (SW) di ambiente costiero (tm), dello spessore di 30-50 m, poggianti a profondità superiori a 30m su substrato lapido stratificato (LPS). Possibilità di alto contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,1-0,5s, un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,4-0,8s e un fattore di amplificazione di 1,5 per l'intervallo 0,7-1,1s.

Su questa zona sorge gran parte dell'abitato di Vinci.

- **2011**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec), dello spessore 3-5 m, poggianti su depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura sabbioso ghiaiosa (SW) di ambiente costiero (tm), dello spessore di 30-50 m, poggianti a profondità superiori a 30m su substrato lapido stratificato (LPS). Possibilità di alto contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,1-0,5s, un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,4-0,8s e un fattore di amplificazione di 1,5 per l'intervallo 0,7-1,1s.

La zona viene individuata in alcuni areali nella porzione centrale dell'area di studio.

- **2012**: questa zona comprende le aree nelle quali si hanno depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura ghiaioso sabbiosa (GW) di ambiente fluvio-lacustre (ca), dello spessore di 5-20 m, su litotipi di natura sabbioso ghiaiosa (SW) di ambiente costiero (tm), dello spessore di 30-50 m, poggianti a profondità superiori a 30m su substrato lapido stratificato (LPS). Possibilità di alto contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica, sulla scorta delle indagini di sismica passiva in possesso (P51) e data la successione stratigrafica rilevata si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,1-0,5s, un fattore di amplificazione di 1,9 per l'intervallo 0,4-0,8s e un fattore di amplificazione di 2,1 per l'intervallo 0,7-1,1s.

La zona viene individuata principalmente in corrispondenza del rilievo su cui sorge la località Casetto.

- **2013**: questa zona comprende le aree nelle quali si hanno depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura ghiaioso sabbiosa (GW) di ambiente fluvio-lacustre (ca), dello spessore di 5-10 m, su litotipi di natura sabbioso ghiaiosa (SW) di ambiente costiero (tm), dello spessore di 5-15 m, poggianti a profondità inferiori a 30 m su substrato lapido stratificato (LPS). Possibilità di alto contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,6 per l'intervallo 0,1-0,5s, un fattore di amplificazione di 1,5 per l'intervallo 0,4-0,8s e un fattore di amplificazione di 1,2 per l'intervallo 0,7-1,1s.

La zona viene interessata gran parte dei rilievi collinari posti nella porzione settentrionale dell'area di studio.

- **2014**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec), dello spessore 3-5 m, poggianti su depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura sabbioso ghiaiosa (SW) di ambiente costiero (tm), dello spessore di 15-25 m, poggianti a profondità superiori a 30 m su substrato lapido stratificato (LPS). Possibilità di alto contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,3 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,2 per l'intervallo 0,4-0,8s e 0,7-1,1s.

La zona viene individuata in alcuni areali a nord della località Molino della Doccia di Vinci.

- **2015**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec), dello spessore 3-5 m, su substrato lapido stratificato (LPS). Basso contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata non si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,3 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,2 per l'intervallo 0,4-0,8s e 0,7-1,1s.

La zona viene individuata in un areale nell'estrema porzione settentrionale dell'area di indagine.

- **2018**: questa zona comprende le aree nelle quali si hanno depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura sabbioso ghiaiosa (SW) di ambiente costiero (tm), dello spessore di 15-25 m, poggianti a profondità superiori a 30m su substrato lapido stratificato (LPS). Possibilità di alto contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,3 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,2 per l'intervallo 0,4-0,8s e 0,7-1,1s.

La zona viene individuata in alcuni settori della porzione settentrionale dell'area di indagine.

- **2019**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente fluviale (es), dello spessore 3-10 m, poggianti su depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura sabbioso ghiaiosa (SW) di ambiente costiero (tm), dello spessore di 30-50 m, poggianti a profondità superiori a 30m su substrato lapido stratificato (LPS). Possibilità di alto contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,1-0,5s, un fattore di amplificazione di 1,9 per l'intervallo 0,4-0,8s e un fattore di amplificazione di 2,1 per l'intervallo 0,7-1,1s.

La zona viene individuata nei settori di fondovalle della porzione centro-settentrionale dell'area di indagine.

- **2020**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente fluviale (es), dello spessore 3-10 m, poggianti su depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura sabbioso ghiaiosa (SW) di ambiente costiero (tm), dello spessore di 15-25 m, poggianti a profondità superiori a 30 m su substrato lapido stratificato (LPS). Possibilità di alto contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,3 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,2 per l'intervallo 0,4-0,8s e 0,7-1,1s.

La zona viene individuata in un areale presso il settore di fondovalle della porzione settentrionale dell'area di indagine.

#### **Zone di attenzione per instabilità**

Le **zone suscettibili di attenzione per instabilità di versante (ZAFR1....n)** sono state discriminate considerando l'ordine di rappresentazione indicato al paragrafo 1.1.3-3 degli ICMS (versione 4.2 del dicembre 2020) e mantenendo le informazioni sulla litostratigrafia delle zone stabili suscettibili di amplificazione locale a cui sono associate.

Nell'area del Capoluogo di Vinci non sono stati riconosciuti settori laddove le caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali possano far presupporre a zone potenzialmente interessate da **cedimenti differenziali (ZACD)**.

In aggiunta, sulla scorta dei risultati delle specifiche indagini geognostiche realizzate in corrispondenza di areali con presenza nel sottosuolo di litotipi potenzialmente suscettibili alla liquefazione, nell'areale del Capoluogo non si riconoscono zone con terreni liquefacibili e pertanto non sono state definite **zone suscettibili di attenzione per liquefazioni (ZALQ)**.

Infine non sono state evidenziate aree dove si ha la sovrapposizione di **zone di attenzione di instabilità differenti (ZAID)**.

#### **SOVIGLIANA e SPICCHIO**

(vedi tavv. G.01a, G.02a, G.03a, G.04a, G.06a, G.07a e G.08a in scala 1:5.000 e G.05 in scala 1:2.000)

### ***Inquadramento geologico e geomorfologico***

Gli abitati di Sovigliana e Spicchio, geograficamente collocati nella porzione meridionale del territorio comunale di Vinci, nella zona di fondovalle del corso del Fiume Arno, si collocano sui terreni riferibili ai depositi alluvionali sia attuali in evoluzione (b) che recenti (bna).

Questi poggiano sui depositi di età pliocenica sia sabbiosi (PLIs) che argilloso sabbiose e argilloso limosi (FAAb).

Sudette litologie costituiscono i rilievi delle colline sovrastanti il fondovalle, dove si rinvengono indistintamente pressoché in tutte le porzioni dei rilievi collinari in esame.

In alcuni settori delle zone collinari e pedecollinari si ha la presenza di depositi di natura detritica di versante (aa), di natura eluvio-colluviale (b2a) e di frana.

Il quadro geomorfologico è caratterizzato dalla presenza di fenomenologie gravitative il cui stato di attività appare da attivo a quiescente e completato dalla presenza di una serie di scarpate di erosione attive e non attive e di terrazzo fluviale di altezza inferiore ai 20 ml e di rotture di pendio. Sono presenti, inoltre, areali con fenomeni di soliflusso localizzato, a erosione superficiale e a franosità diffusa.

Dal punto di vista morfologico si evidenzia che i settori di fondovalle presentano acclività bassa o nulla (pendenze comprese tra 0% e 5%), mentre nei settori collinari le pendenze aumentano (pendenze comprese generalmente tra 10% e 25%) sino a divenire particolarmente acclivi (pendenze comprese tra 25% e 35%, ma anche superiori al 35%) in corrispondenza dei settori di scarpata.

### ***Indagini geognostiche realizzate e/o pregresse***

Per le frazioni di Sovigliana e Spicchio e per i settori correlati sono stati reperiti tutti i dati geognostici (stratigrafici, geotecnici e geofisici) contenuti nella banca dati dell'Archivio Comunale, implementati con i dati geognostici (in particolare stratigrafici) ricavati dalla banca dati ISPRA.

In particolare sono state ricavate le risultanze del seguente numero di indagini:

- n. 8 sondaggi geognostici a carotaggio continuo con le relative risultanze stratigrafiche;
- n. 6 stratigrafie da terebrazione di pozzi;
- n. 1 indagine di sismica a rifrazione in foro in onde P e Sh di tipo down-hole;
- n. 3 indagini sismica a rifrazione in onde Sh di tipo Masw.

Sono state, inoltre collezionate, le indagini eseguite a supporto degli Studi di Microzonazione Sismica di Livello 1 nell'ambito del vigente Regolamento Urbanistico Comunale.

Queste sono consistite in n. 9 prove di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola sulle vibrazioni ambientali (HVSR).

In corrispondenza dell'area di Sovigliana e di Spicchio e delle aree limitrofe sono inoltre stata effettuate ulteriori indagini sismiche finalizzate alla definizione dell'analisi e della risposta sismica dei terreni.

In particolare per gli studi di Microzonazione Sismica di Livello 2 è stata svolta specificatamente una inedita campagna di indagini geofisiche consistente in n. 9 prospezioni geofisiche con acquisizione ed analisi dei microtremori (HVSR).

### ***Modello geologico del sottosuolo***

Il substrato geologico su cui sorgono gli abitati di Sovigliana e di Spicchio risulta costituito, per la maggior parte, dai depositi alluvionali attuali (b) e recenti (bna) dei letti fluviali, del Fiume Arno in particolare, soggetti ad evoluzione costituiti dall'alternanza di depositi ghiaiosi, sabbiosi e limosi. Questi poggiano sui depositi di età pliocenica sia sabbiosi (PLIs) che argilloso sabbiose e argilloso limosi (FAAb).

Le litologie dei suddetti depositi pliocenici costituiscono i terreni dei rilievi collinari circostanti la zona valliva pianeggiante.

I settori in corrispondenza delle fasce pedecollinari e/o i settori a pendenza maggiore che circoscrivono gli areali laddove sorgono gli abitati vedono la presenza di depositi eluvio-colluviali (b2a), detritici (aa) e, talora, di spessori metrici di depositi riferibili a coltri di frana.

### ***Modello geologico tecnico***

Le formazioni geologiche presenti nell'area in esame sono state assimilate, in funzione delle loro caratteristiche geo-lito-sedimentologiche, a delle specifiche unità geologico-tecniche.

In particolare, per quanto riguarda i terreni di copertura recenti sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica SMec (Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente genetico di versante - eluvi/colluvi) i terreni riferibili ai depositi eluvio-colluviali (b2a), all'unità geologico-tecnica SMfd (Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente genetico di versante – falda detritica) i terreni riferibili ai depositi detritici di versante (aa) e all'unità GMes (Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo di ambiente fluvio lacustre - argine/barre/canali) i terreni riferibili ai depositi alluvionali attuali (b) e recenti (bna).

Per quanto riguarda i terreni di copertura di età plio-quadernaria sono state eseguite le seguenti attribuzioni:

- all'unità geologico-tecnica SCTm (Sabbie argillose, miscela di sabbia e argilla di ambiente genetico costiero – terrazzo marino) i terreni riferibili alle Sabbie e arenarie di età pliocenica (PLIs);
- all'unità geologico-tecnica CLtm (argille inorganiche di meda-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre di ambiente genetico costiero – terrazzo marino) i terreni riferibili alle Argille sabbiose, limi e argille siltose di età pliocenica (FAAb).

Infine sono stati rappresentati i fenomeni gravitativi attivi e quiescenti, i movimenti non definiti attivi, nonché gli orli di scarpata morfologica.

Inoltre vengono presentate le indicazioni delle strutture tettoniche e gli elementi geologici e idrogeologici relativi ai sondaggi e pozzi presenti nell'area con indicazione della profondità di indagine che non ha raggiunto il substrato o del livello di soggiacenza della falda riconosciuto.

### ***Indicazione della classe di qualità mediante “Procedura semiquantitativa per stabilire la qualità della carta di livello 1 di MS”***

Per l'area in esame caratterizzata da rilievo geologico e geomorfologico appositamente eseguito in scala 1:2.000 e presentato in scala 1:5.000, dalla disponibilità delle indagini geognostiche e sismiche di cui al dettaglio precedentemente e da n. 18 misure HVSR di cui n. 3 classificate in classe A1, n. 7 in classe A2, n. 1 classificata in B1, n. 7 classificate in B2 e n. 1 classificata in C, si ricava una valutazione di qualità pari a 55,6 che la colloca in classe di accettabilità B.

### ***Misure di frequenza naturale e indagini di sismica a rifrazione***

In corrispondenza degli abitati di Sovigliana e di Spicchio durante gli studi di Microzonazione Sismica di Livello 2 sono state eseguite n. 9 misure di sismica passiva con metodo HVSR finalizzate allo studio in questione (prove con sigle P17, P18, P19, P20, P21, P22, P23, P24 e P25) e n. 1 indagine sismica di tipo Masw (indagine L3).

Per le medesime aree sono stati ricavati, dalla banca dati del Comune di Vinci e dagli studi di Microzonazione Sismica di Livello 1 precedentemente eseguiti, n. 9 misure di sismica passiva con metodo HVSR (P37, P38, P39, P40, P41, P42, P43, P45 e P46).

Per quanto riguarda le indagini svolte nei settori di fondovalle dell'area di studio, la prova P37, eseguita nella porzione occidentale dell'area di studio ha mostrato un basso contrasto di impedenza ( $A_0 = 2,5$ ) a profondità superiori a ca. 30,0 m da p.c. ( $f_0 = 1,69$  Hz).

Per quanto riguarda le prove realizzate presso gli abitati di Sovigliana e di Spicchio (P18, P19, P23, P24, P25, P38, P40, P42 e P46), la maggior parte non ha riconosciuto la presenza di picchi di impedenza sismica (prove P18, P19, P23, P24 e P25), mentre le altre prove o hanno registrato alti contrasti ( $A_0$  comprese tra 3,14 e 5,89) relativi a picchi di frequenza o profondi (prove P42 e P46 con  $f_0$  compresi tra 0,44 e 0,82 Hz) o estremamente superficiali (prova P38 con  $f_0 = 35,88$  Hz).

Presso la prova P24 è stata eseguita la prova congiunta Masw + Esac L3 che ha registrato la presenza di un primo spessore di ca. 4,0 m avente  $V_s$  comprese tra 120 e 230 m/s, a cui segue un secondo spessore di ca. 12,0 m con  $V_s$  comprese tra 320 e 440 m/s, un terzo spessore di ca. 8,0 m con  $V_s$  comprese tra 170 e 240 m/s e un quarto spessore, investigato per circa 25,0 m con  $V_s$  comprese tra 365 e 440 m/s.

Presso la prova P38 l'indagine Masw L8 ha registrato la presenza di un primo sismostrato dello spessore di 3,4 m con  $V_s = 132$  m/s, a cui segue un secondo sismostrato dello spessore di 4,2 m con  $V_s = 173$  m/s, un terzo sismostrato dello spessore di 13,4 m con  $V_s = 253$  m/s e un quarto sismostrato, investigato per circa 9,0 m con  $V_s = 550$  m/s.

Presso la prova P46 l'indagine Masw L10 ha registrato la presenza di un primo sismostrato dello spessore di 5,0 m con  $V_s = 172$  m/s, a cui segue un secondo sismostrato dello spessore di 7,0 m con  $V_s = 312$  m/s, un terzo sismostrato dello spessore di 8,0 m con  $V_s = 387$  m/s, un quarto sismostrato dello spessore di 7,0 m con  $V_s = 167$  m/s, e un quinto sismostrato, investigato per 3,0 m con  $V_s = 228$  m/s.

La prova P40 eseguita presso l'area del cimitero di Sovigliana-Spicchio ha mostrato un picco a 7,54 Hz con basso contrasto di impedenza ( $A_0 = 1,0$ ).

Nella valle lungo il corso del Rio di Sant'Ansano le prove P39 e P45 hanno mostrato la presenza di picchi superficiali ( $f_0$  comprese tra 18,63 e 42,67 Hz) con ampiezze comprese tra 2,39 e 2,7; la prova P17 non ha presentato, invece, picchi di impedenza significativi.

In questo settore sono presenti l'indagine Masw L7 e la prova sismica in foro di tipo down-hole P104.

L'indagine L7 mostra la presenza di un primo spessore di 3,6 m avente  $V_s = 195$  m/s, a cui segue un secondo spessore di 14,4 m con  $V_s = 286$  m/s e un terzo spessore, investigato per 12,0 m con  $V_s = 797$  m/s.

La prova P104 ha, invece, registrato la presenza di un primo sismostrato dello spessore di 3,0 m avente  $V_s = 208$  m/s, a cui segue un secondo sismostrato dello spessore di 10,0 m con  $V_s = 267$  m/s e un terzo sismostrato, investigato per 20,0 m con  $V_s = 337$  m/s.

La prova P41 eseguita lungo la valle del Rio dei Morticini ha mostrato un picco profondo a 0,95 Hz con basso contrasto ( $A_0 = 2$ ), mentre la prova P21 non ha presentato picchi di impedenza significativi.

Per quanto riguarda le prove eseguite nei settori collinari la prova P22, realizzata nel settore delle Fornaci ha mostrato un picco a 3,4 Hz con basso contrasto ( $A_0 = 2,16$ ), mentre le prove eseguite nei settori collinari a nord della località Madonna dell'Erta (prove P20 e P43) hanno mostrato bassi contrasti di impedenza ( $A_0$  compresi tra 2,04 e 2,28) riferiti a picchi di frequenza compresi tra 0,88 e 2,83 Hz.

### ***Illustrazione della carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)***

#### **Zone stabili suscettibili di amplificazione sismica locale**

- **2001:** questa zona comprende le aree nelle quali si hanno depositi "pliocenici" costituiti dall'alternanza di litotipi di natura sabbioso argillosa (SC) di ambiente costiero (tm), presenti in superficie, e di litotipi di natura

argilloso limosa (CL) di ambiente costiero (tm). Spessore complessivo >100 m. Basso contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica, sulla scorta delle indagini di sismica passiva in possesso (P22) e data la successione stratigrafica rilevata non si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,1-0,5s, un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,4-0,8s e un fattore di amplificazione di 1,5 per l'intervallo 0,7-1,1s.

La zona viene individuata in gran parte dei rilievi collinari presenti attorno al fondovalle dove sorgono gli abitati di Sovigliana e di Spicchio.

- **2002**: questa zona comprende le aree nelle quali si hanno depositi “pliocenici” costituiti dall'alternanza di litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente costiero (tm), presenti in superficie, e di litotipi di natura sabbioso argillosa (SC) di ambiente costiero (tm). Spessore complessivo >100 m. Basso contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica, sulla scorta delle indagini di sismica passiva in possesso (P20) e data la successione stratigrafica rilevata non si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,1-0,5s, un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,4-0,8s e un fattore di amplificazione di 1,5 per l'intervallo 0,7-1,1s.

La zona viene individuata in gran parte dei rilievi collinari presenti attorno al fondovalle dove sorgono gli abitati di Sovigliana e di Spicchio.

- **2004**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec), dello spessore 3-5 m, poggianti su depositi “pliocenici” costituiti dall'alternanza di litotipi di natura sabbioso argillosa (SC) di ambiente costiero (tm), presenti in superficie, e di litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente costiero tm, dello spessore >100 m. Basso contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata non si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,1-0,5s, un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,4-0,8s e un fattore di amplificazione di 1,5 per l'intervallo 0,7-1,1s.

La zona viene individuata in alcune limitate aree in gran parte dei rilievi collinari presenti nell'area di studio.

- **2005**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec), dello spessore 3-5 m, poggianti su depositi “pliocenici” costituiti dall'alternanza di litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente costiero (tm), presenti in superficie, e di litotipi di natura sabbioso argillosa (SC) di ambiente costiero (tm), dello spessore >100 m. Basso contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica, sulla scorta delle indagini di sismica passiva in possesso (P43) e data la successione stratigrafica rilevata non si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.



Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,1-0,5s, un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,4-0,8s e un fattore di amplificazione di 1,5 per l'intervallo 0,7-1,1s.

La zona viene individuata in alcune limitate aree in gran parte dei rilievi collinari presenti nell'area di studio.

- **2006**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente fluviale (es), dello spessore 3-20 m, poggianti su depositi “pliocenici” costituiti dall'alternanza di litotipi di natura sabbioso argillosa (SC) di ambiente costiero (tm), presenti in superficie, e di litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente costiero tm, dello spessore >100 m. Basso contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica, sulla scorta delle indagini di sismica passiva in possesso (P21 e P41) e data la successione stratigrafica rilevata non si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,1-0,5s, un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,4-0,8s e un fattore di amplificazione di 1,5 per l'intervallo 0,7-1,1s.

La zona viene individuata in ampi settore nel fondovalle del Rio dei Morticini, presso la località Madonna dell'Erta nella porzione setentrionale dell'area di studio.

- **2007**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente fluviale (es), dello spessore 3-20 m, poggianti su depositi “pliocenici” costituiti dall'alternanza di litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente costiero (tm), presenti in superficie, e di litotipi di natura sabbioso argillosa (SC) di ambiente costiero (tm), dello spessore >100m. Basso contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica, sulla scorta delle indagini di sismica passiva in possesso (P18, P19, P23, P24, P25, P37 e P40) e data la successione stratigrafica rilevata non si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,1-0,5s, un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,4-0,8s e un fattore di amplificazione di 1,5 per l'intervallo 0,7-1,1s.

La zona rappresenta la maggior parte delle aree di fondovalle su cui sorgono gli abitati di Sovigliana e di Spicchio.

- **2017**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec), dello spessore 3-5 m, su copertura recente costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente fluviale (es), dello spessore 3-20 m, poggianti su depositi “pliocenici” costituiti dall'alternanza di litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente costiero (tm), presenti in superficie, e di litotipi di natura sabbioso argillosa (SC) di ambiente costiero (tm), dello spessore >100 m. Basso contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata non si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,1-0,5s, un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,4-0,8s e un fattore di amplificazione di 1,5 per l'intervallo 0,7-1,1s.

La zona viene riconosciuta in alcuni settori della porzione centro-settentrionale del fondovalle di Sovigliana e di Spicchio.

#### **Zone di attenzione per instabilità**

Le **zone suscettibili di attenzione per instabilità di versante (ZAFR1....n)** sono state discriminate considerando l'ordine di rappresentazione indicato al paragrafo 1.1.3-3 degli ICMS (versione 4.2 del dicembre 2020) e mantenendo le informazioni sulla litostratigrafia delle zone stabili suscettibili di amplificazione locale a cui sono associate.

Nell'area di Anselmo non sono stati riconosciuti settori laddove le caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali possano far presupporre a zone potenzialmente interessate da **cedimenti differenziali (ZACD)**.

In aggiunta, come desumibile dalle verifiche effettuate (cfr. paragrafo 2.6) sulla scorta dei risultati delle specifiche indagini geognostiche realizzate in corrispondenza di areali con presenza nel sottosuolo di litotipi potenzialmente suscettibili alla liquefazione, nell'areale di Anselmo non si riconoscono zone con terreni liquefacibili e pertanto non sono state definite **zone suscettibili di attenzione per liquefazioni (ZALQ)**.

Infine non sono state evidenziate le aree dove si ha la sovrapposizione **di zone di attenzione di instabilità differenti (ZAID)**.

#### **VITOLINI e SANT'ANSANO**

(vedi tavv. G.01b, G.02b, G.03b, G.04b, G.06b, G.07b e G.08b in scala 1:5.000 e G.05 in scala 1:2.000)

#### ***Inquadramento geologico e geomorfologico***

Il sottosuolo dell'area su cui sorge l'abitato di Vitolini è rappresentata dalle litologie appartenenti al substrato litoide pre-pleiocenico, rappresentato in particolare dalle arenarie torbiditiche del Macigno (MAC) che presentano principalmente una giacitura verso i quadranti meridionali (preferenzialmente verso sud-ovest) con inclinazioni variabili tra 25° e 55° e secondariamente, negli estremi settori settentrionali dell'area in esame (a nord della località Piastreto), giaciture verso i quadranti settentrionali con inclinazioni variabili tra 15° e 35°.

A sud dell'abitato di Vitolini suddetta formazione torbiditica è sovrastata da spessori variabili di terreni di copertura riconducibili ai depositi plio-quadernari.

In particolare i settori tra l'abitato di Vitolini e quello di Sant'Ansano sono caratterizzati dalla presenza di litologie di natura sabbiosa, sabbioso ciottolosa, sabbioso limosa e sabbioso argillosa dei depositi continentali di età rusciniiana e villafranchiana (VILb); su cui, talora poggiano i depositi continentali di età rusciniiana e villafranchiana di natura conglomeratica e ciottolosa (VILg).

I settori meridionali dell'abitato di Sant'Ansano e gli areali della porzione meridionale dell'area di studio vedono, invece, la presenza nel sottosuolo dei depositi marini pliocenici rappresentati dall'alternanza di prevalenti Argille sabbiose, limi e argille siltose (FAAb) e di subordinate Sabbie e arenarie (PLIs).

La giustapposizione tra i depositi continentali rusciniiani e villafranchiani e quelli pliocenici marini avviene mediante contatto tettonico tramite una struttura diretta che ribassa la porzione meridionale

In discordanza sulle suddette litologie, talora, come ad esempio in corrispondenza dell'abitato di Sant'Ansano si riconoscono litologie riferibili ai depositi continentali rusciniiani e villafranchiani costituiti da Argille e argille sabbiose (VILc).

In alcuni settori delle zone collinari e pedecollinari si ha la presenza di depositi riferibili a corpi di frana e a depositi di natura eluvio-colluviale (b2a) e detritica di versante (aa).

Inoltre nei settori pianeggianti al piede dei rilievi e in corrispondenza dei corsi d'acqua si ha la presenza dei depositi alluvionali in evoluzione (b) e depositi alluvionali recenti (bna).

Il quadro geomorfologico è caratterizzato dalla presenza di fenomenologie gravitative il cui stato di attività appare da attivo a quiescente e completato dalla presenza di una serie di scarpate di erosione attive e non attive di altezza generalmente inferiore ai 20,0 m e di rotture di pendio. Sono presenti, inoltre, areali con fenomeni di soliflusso localizzato e a franosità diffusa.

Dal punto di vista morfologico si evidenzia che il settore su cui sorge la maggior parte delle abitazioni presenta una acclività bassa dei versanti (pendenze comprese tra 0% e 10%), mentre le pendenze aumentano (pendenze comprese generalmente tra 10% e 25%) nei settori esterni ai centri abitati e in corrispondenza dell'abitato di Vitolini. Pendenze ulteriormente acclivi (generalmente comprese tra 25% e 35%) si rilevano in alcuni isolati settori esterni alle aree abitate, in particolare presso l'abitato di Vitolini.

### ***Indagini geognostiche realizzate e/o pregresse***

Per gli areali di Vitolini e Sant'Ansano sono stati reperiti tutti i dati geognostici (stratigrafici, geotecnici e geofisici) contenuti nella banca dati dell'Archivio Comunale, implementati con i dati geognostici (in particolare stratigrafici) ricavati dalla banca dati ISPRA.

In particolare sono state ricavate le risultanze del seguente numero di indagini:

- n. 1 stratigrafia da terebrazione di pozzo;
- n. 1 indagine di sismica a rifrazione con onde P e Sh.

Sono state, inoltre collezionate, le indagini eseguite a supporto degli Studi di Microzonazione Sismica di Livello 1 nell'ambito del vigente Regolamento Urbanistico Comunale.

Queste sono consistite in n. 8 prove di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola sulle vibrazioni ambientali (HVSR).

In corrispondenza degli abitati di Vitolini e Sant'Ansano sono inoltre state effettuate ulteriori indagini sismiche finalizzate alla definizione dell'analisi e della risposta sismica dei terreni.

In particolare per gli studi di Microzonazione Sismica di Livello 2 è stata svolta specificatamente una inedita campagna di indagini geofisiche consistente in n. 3 prospezioni geofisiche con acquisizione ed analisi dei microtremori (HVSR) e n. 1 indagine di sismica a rifrazione con onde P e Sh.

### ***Modello geologico del sottosuolo***

Il substrato geologico su cui sorge l'abitato di Vitolini risulta costituito dal substrato litoide rappresentato dalle arenarie torbiditiche del Macigno che presentano giacitura verso i quadranti meridionali con inclinazioni generalmente comprese tra 25° e 40°.

Su queste, nella porzione tra gli abitati di Vitolini e quello di Sant'Ansano, poggiano i terreni riconducibili ai depositi plio-quadernari appartenenti alla litofacies delle sabbie, sabbie ciottolose, sabbie limose e sabbie argillose (VILb) e secondariamente ai terreni riferibili ai Conglomerati e ciottolami (VILg).

Il substrato litoide presenta un approfondimento spostandosi da nord verso sud per la presenza di un fascio di faglie normali che ribassano i settori meridionali, allontanando sempre più le arenarie dalla superficie topografica.

A sud dall'abitato di Sant'Ansano, laddove gli spessori di copertura sono pluridecametrici, le litologie del substrato sono sovrapposte da depositi prevalentemente marini riferibili alle Argille sabbiose, limi e argille siltose (FAAb) e alle Sabbie e arenarie (PLIs).

Come precedentemente detto, in discordanza sulle suddette litologie, talora, come ad esempio in corrispondenza dell'abitato di Sant'Ansano, si riconoscono litologie riferibili ai depositi continentali rusciniiani e villafranchiani costituiti da Argille e argille sabbiose (VILc).

I settori in corrispondenza delle zone collinari, delle fasce pedecollinari e/o i settori a pendenza maggiore che circoscrivono gli areali laddove sorgono gli abitati vedono la presenza di depositi eluvio-colluviali (b2a) e detritici di versante (aa) e di spessori metrici di depositi riferibili a coltri di frana.

### ***Modello geologico tecnico***

Le formazioni geologiche presenti nell'area in esame sono state assimilate, in funzione delle loro caratteristiche geo-lito-sedimentologiche, a delle specifiche unità geologico-tecniche.

In particolare, per quanto riguarda i terreni di copertura recenti sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica SMec (Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente genetico di versante - eluvi/colluvi) i terreni riferibili ai depositi eluvio-colluviali (b2a), all'unità geologico-tecnica SMfd (Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente genetico di versante – falda detritica) i terreni riferibili ai depositi detritici di versante (aa) e all'unità GMes (Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo di ambiente fluvio lacustre - argine/barre/canali) i terreni riferibili ai depositi alluvionali attuali (b) e recenti (bna).

Per quanto riguarda i terreni di copertura di età plio-quadernaria sono state eseguite le seguenti attribuzioni:

- all'unità geologico-tecnica GWca (Ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbia di ambiente genetico fluvio lacustre - conoide alluvionale) i terreni riferibili ai depositi rusciniiano villafranchiani dei Conglomerati e ciottolami ad elementi arenacei (VILg);
- all'unità geologico-tecnica SWtm (Sabbie pulite e ben assortite, sabbie ghiaiose di ambiente genetico costiero – terrazzo marino) i terreni riferibili alle Sabbie, sabbie ciottolose, sabbie siltoso argillose e limi sabbiosi di età rusciniiano villafranchiana (VILb);
- all'unità geologico-tecnica SCTm (Sabbie argillose, miscela di sabbia e argilla di ambiente genetico costiero – terrazzo marino) i terreni riferibili alle Sabbie e arenarie di età pliocenica (PLIs);
- all'unità geologico-tecnica CLtm (argille inorganiche di meda-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre di ambiente genetico costiero – terrazzo marino) i terreni riferibili alle Argille sabbiose, limi e argille siltose di età pliocenica (FAAb);
- all'unità geologico-tecnica CLtf (argille inorganiche di meda-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre di ambiente genetico fluvio lacustre - terrazzo fluviale) i terreni riferibili alle Argille e argille sabbiose di età rusciniiano villafranchiana (VILc).

Per quanto riguarda i terreni del substrato geologico sono state eseguite le seguenti attribuzioni:

- i terreni di natura litoide appartenenti alla formazione del Macigno sono stati inseriti nell'unità geologico-tecnica LPS (Lapideo, stratificato).
- i terreni fratturati / alterati di natura litoide appartenenti alla formazione del Macigno sono stati inseriti nell'unità geologico-tecnica SFLPS (Lapideo, stratificato fratturato / alterato).

Infine sono stati rappresentati i fenomeni gravitativi attivi e quiescenti, i movimenti non definiti attivi, nonché gli orli di scarpata morfologica.

Inoltre vengono presentate le indicazioni delle strutture tettoniche e gli elementi geologici e idrogeologici relativi ai sondaggi e pozzi presenti nell'area con indicazione della profondità di indagine che non ha raggiunto il substrato o del livello di soggiacenza della falda riconosciuto.

### ***Indicazione della classe di qualità mediante “Procedura semiquantitativa per stabilire la qualità della carta di livello 1 di MS”***

Per l'area in esame caratterizzata da rilievo geologico e geomorfologico appositamente eseguito in scala 1:2.000 e presentato in scala 1:5.000, dalla disponibilità delle indagini geognostiche e sismiche di cui al precedente dettaglio e da n. 11 misure HVSR di cui n. 6 classificate in classe A1, n. 3 classificate in B2 e n. 2 classificate in C si ricava una valutazione di qualità pari a 55,6 che la colloca in classe di accettabilità B.

### ***Misure di frequenza naturale e indagini di sismica a rifrazione***

In corrispondenza dell'abitato di Vitolini e di Sant'Ansano durante gli studi di Microzonazione Sismica di Livello 2 sono state eseguite n. 3 misure di sismica passiva con metodo HVSR finalizzate allo studio in questione (prove con sigle P1, P2 e P3) e n. 1 indagine di sismica a rifrazione in onde P e Sh (indagine L2).

Per le medesime aree sono stati ricavati, dalla banca dati del Comune di Vinci e dagli studi di Microzonazione Sismica di Livello 1 precedentemente eseguiti, n. 1 indagine di sismica a rifrazione in onde P e Sh (indagine L6) e n. 8 misure di sismica passiva con metodo HVSR (P26, P27, P28, P29, P30, P31, P32 e P33).

Per quanto riguarda le indagini svolte nei settori dell'abitato di Vitolini laddove presente il substrato litoide affiorante e/o subaffiorante le indagini (prove P26 e P27) hanno mostrato alti contrasti di impedenza ( $A_0$  compresi tra 3,38 e 4,48) a profondità superiori ai 100,0 m dal p.c. ( $f_0$  compresi tra 0,4 Hz e 0,65 Hz).

Presso la prova P26 è stata eseguita la stesa di sismica a rifrazione in onde P e Sh denominata L6. L'indagine ha registrato la presenza di un primo sismostrato dello spessore di ca. 3,0 m avente  $V_s$  di ca. 245 m/s, a cui segue un secondo sismostrato dello spessore di 2,0-5,0 m con  $V_s$  di ca. 582 m/s e un terzo ed ultimo sismostrato con  $V_s$  pari a circa 891 m/s.

Spostandosi verso sud, le indagini eseguite tra l'abitato di Vitolini e quello di Sant'Ansano, laddove al di sopra del substrato litoide, presente a profondità di qualche decina di metri dal p.c., si hanno coperture di età rusciniano-villafranchiana, le prove eseguite (P2, P3, P28, P29 e P30) hanno mostrato contrasti di impedenza con ampiezze comprese tra 2,03 e 4,28 relativi a picchi di frequenza compresi tra 1,8 Hz e 2,73 Hz, ad eccezione della prova P29 che ha mostrato un picco superficiale a 17,07 Hz di frequenza ( $A_0 = 3,93$ ).

In località Capannale, presso la prova P28, è stata eseguita la stesa di sismica a rifrazione in onde P e Sh denominata L2. L'indagine ha registrato la presenza di un primo sismostrato dello spessore di 5,0-8,0 m avente  $V_s$  comprese tra 395 e 460 m/s, a cui segue un secondo sismostrato dello spessore investigato di 10,0-24,0 m con  $V_s$  comprese tra 1195 e 1250.

Nel settore a sud di Sant'Ansano, laddove presenti i depositi di età pliocenica e dove il substrato approfondisce ulteriormente, le prove eseguite (P1, P31, P32 e P33) hanno mostrato o contrasti di impedenza con ampiezze comprese tra 2,89 e 3,49 relativi a picchi di frequenza profondi compresi tra 0,7 Hz e 0,83 Hz (prove P31 e P33) o contrasti di impedenza con ampiezze comprese tra 2,32 e 2,43 relativi a picchi di frequenza più superficiali (indicativamente tra 30,0 e 50,0 m di profondità) compresi tra 2,38 Hz e 2,99 Hz (prove P1 e P32).

### ***Illustrazione della carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)***

#### **Zone stabili**

- **1011**: questa zona comprende le aree nelle quali affiora o è sub-affiorante un substrato lapideo stratificato (LPS), talora con riporti, con coltre di alterazione compresa tra 0 e 3 m,  $i < 15^\circ$ , basso contrasto di impedenza (c.i.). Il substrato lapideo è riferibile alla formazione del Macigno.

Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata si evince che tali settori non presentano alti contrasti di impedenza sismica.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,0 per tutti gli intervalli analizzati.

La zona viene individuata in corrispondenza della porzione settentrionale dell'area di studio laddove sorge l'abitato di Vitolini.

#### **Zone stabili suscettibili di amplificazione sismica locale**

- **2001:** questa zona comprende le aree nelle quali si hanno depositi “pliocenici” costituiti dall'alternanza di litotipi di natura sabbioso argillosa (SC) di ambiente costiero (tm), presenti in superficie, e di litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente costiero (tm). Spessore complessivo >100 m. Basso contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata non si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,1-0,5s, un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,4-0,8s e un fattore di amplificazione di 1,5 per l'intervallo 0,7-1,1s.

La zona viene individuata in alcuni areali nei rilievi presenti in corrispondenza dell'abitato di Sant'Ansano e a sud di questo.

- **2002:** questa zona comprende le aree nelle quali si hanno depositi “pliocenici” costituiti dall'alternanza di litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente costiero (tm), presenti in superficie, e di litotipi di natura sabbioso argillosa (SC) di ambiente costiero (tm). Spessore complessivo >100 m. Basso contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata non si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,1-0,5s, un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,4-0,8s e un fattore di amplificazione di 1,5 per l'intervallo 0,7-1,1s.

La zona viene individuata in ampi settori dei rilievi collinari presenti nella porzione meridionale dell'area di studio.

- **2004:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec), dello spessore 3-5 m, poggianti su depositi “pliocenici” costituiti dall'alternanza di litotipi di natura sabbioso argillosa (SC) di ambiente costiero (tm), presenti in superficie, e di litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente costiero tm, dello spessore >100 m. Basso contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata non si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,1-0,5s, un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,4-0,8s e un fattore di amplificazione di 1,5 per l'intervallo 0,7-1,1s.

La zona viene individuata in alcune limitate aree nei rilievi collinari presenti nella porzione centrale e meridionale dell'area di studio.

- **2005:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec), dello spessore 3-5 m, poggianti su depositi “pliocenici”

costituiti dall'alternanza di litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente costiero (tm), presenti in superficie, e di litotipi di natura sabbioso argillosa (SC) di ambiente costiero (tm), dello spessore >100 m. Basso contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata non si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,1-0,5s, un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,4-0,8s e un fattore di amplificazione di 1,5 per l'intervallo 0,7-1,1s.

La zona viene individuata in alcuni settori dei rilievi collinari presenti nella porzione centrale e meridionale dell'area di studio.

- **2006**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente fluviale (es), dello spessore 3-20 m, poggianti su depositi “pliocenici” costituiti dall'alternanza di litotipi di natura sabbioso argillosa (SC) di ambiente costiero (tm), presenti in superficie, e di litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente costiero tm, dello spessore >100 m. Basso contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica, sulla scorta delle indagini di sismica passiva in possesso (P32 e P33) e data la successione stratigrafica rilevata non si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,1-0,5s, un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,4-0,8s e un fattore di amplificazione di 1,5 per l'intervallo 0,7-1,1s.

La zona viene individuata in ampi settori dei fondovalle attorno al rilievo collinare su cui sorge l'abitato di Sant'Ansano.

- **2007**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente fluviale (es), dello spessore 3-20 m, poggianti su depositi “pliocenici” costituiti dall'alternanza di litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente costiero (tm), presenti in superficie, e di litotipi di natura sabbioso argillosa (SC) di ambiente costiero (tm), dello spessore >100m. Basso contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata non si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,1-0,5s, un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,4-0,8s e un fattore di amplificazione di 1,5 per l'intervallo 0,7-1,1s.

La zona viene interessa alcuni areali nei fondivalle attorno al rilievo collinare su cui sorge l'abitato di Sant'Ansano.

- **2008**: questa zona comprende le aree nelle quali si hanno depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente fluvio-lacustre (tf), dello spessore di 5-20 m, poggianti su depositi “pliocenici” costituiti dall'alternanza di litotipi di natura sabbioso argillosa (SC) di ambiente costiero (tm) e di litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente costiero (tm), dello spessore >100 m. Basso contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata non si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,1-0,5s, un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,4-0,8s e un fattore di amplificazione di 1,5 per l'intervallo 0,7-1,1s.

La zona viene individuata in corrispondenza della porzione meridionale dell'abitato di Sant'Ansano.

- **2009**: questa zona comprende le aree nelle quali si hanno depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente fluvio-lacustre (tf), dello spessore di 5-20 m, su litotipi di natura sabbioso ghiaiosa (SW) di ambiente costiero (tm), dello spessore di 30-50 m, poggianti a profondità superiori a 30m su substrato lapido stratificato (LPS). Possibilità di alto contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,1-0,5s, un fattore di amplificazione di 1,9 per l'intervallo 0,4-0,8s e un fattore di amplificazione di 2,1 per l'intervallo 0,7-1,1s.

La zona viene individuata in corrispondenza della porzione settentrionale dell'abitato di Sant'Ansano e presso la località Amerini.

- **2010**: questa zona comprende le aree nelle quali si hanno depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura sabbioso ghiaiosa (SW) di ambiente costiero (tm), dello spessore di 30-50 m, poggianti a profondità superiori a 30m su substrato lapido stratificato (LPS). Possibilità di alto contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,1-0,5s, un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,4-0,8s e un fattore di amplificazione di 1,5 per l'intervallo 0,7-1,1s.

La zona si riconosce in vasti areali nella porzione di territorio tra gli abitati di Vitolini e di Sant'Ansano.

- **2011**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec), dello spessore 3-5 m, poggianti su depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura sabbioso ghiaiosa (SW) di ambiente costiero (tm), dello spessore di 30-50 m, poggianti a profondità superiori a 30m su substrato lapido stratificato (LPS). Possibilità di alto contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,1-0,5s, un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,4-0,8s e un fattore di amplificazione di 1,5 per l'intervallo 0,7-1,1s.

La zona viene individuata in alcuni areali nella porzione centrale dell'area di studio, tra gli abitati di Vitolini e di Sant'Ansano.

- **2012**: questa zona comprende le aree nelle quali si hanno depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura ghiaioso sabbiosa (GW) di ambiente fluvio-lacustre (ca), dello spessore di 5-20 m, su litotipi di natura



sabbioso ghiaiosa (SW) di ambiente costiero (tm), dello spessore di 30-50 m, poggianti a profondità superiori a 30m su substrato lapido stratificato (LPS). Possibilità di alto contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,7 per l'intervallo 0,1-0,5s, un fattore di amplificazione di 2,0 per l'intervallo 0,4-0,8s e un fattore di amplificazione di 1,6 per l'intervallo 0,7-1,1s.

La zona viene individuata in due isolati areali presso le località Capannale e Il Botro.

- **2013**: questa zona comprende le aree nelle quali si hanno depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura ghiaioso sabbiosa (GW) di ambiente fluvio-lacustre (ca), dello spessore di 5-10 m, su litotipi di natura sabbioso ghiaiosa (SW) di ambiente costiero (tm), dello spessore di 5-15 m, poggianti a profondità inferiori a 30 m su substrato lapido stratificato (LPS). Possibilità di alto contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,8 per l'intervallo 0,1-0,5s, un fattore di amplificazione di 2,1 per l'intervallo 0,4-0,8s e un fattore di amplificazione di 1,5 per l'intervallo 0,7-1,1s.

La zona viene individuata in un areale presso la località Capannale.

- **2015**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec), dello spessore 3-5 m, su substrato lapido stratificato (LPS). Basso contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata non si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,1-0,5s, un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,4-0,8s e un fattore di amplificazione di 1,5 per l'intervallo 0,7-1,1s.

La zona viene individuata in alcuni isolati settori ad est dell'abitato di Vitolini.

- **2018**: questa zona comprende le aree nelle quali si hanno depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura sabbioso ghiaiosa (SW) di ambiente costiero (tm), dello spessore di 15-25 m, poggianti a profondità superiori a 30m su substrato lapido stratificato (LPS). Possibilità di alto contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica, sulla scorta delle indagini di sismica passiva in possesso (P29) e data la successione stratigrafica rilevata si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,3 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,2 per l'intervallo 0,4-0,8s e 0,7-1,1s.

La zona viene individuata in un settore nella porzione centrale dell'area di studio tra gli abitati di Vitolini e di Sant'Ansano.

- **2019**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente fluviale (es), dello spessore 3-10 m, poggianti su depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura sabbioso ghiaiosa (SW) di ambiente costiero (tm), dello spessore di 30-50 m,

poggianti a profondità superiori a 30m su substrato lapido stratificato (LPS). Possibilità di alto contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica, sulla scorta delle indagini di sismica passiva in possesso (P30) e data la successione stratigrafica rilevata si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,1-0,5s, un fattore di amplificazione di 1,9 per l'intervallo 0,4-0,8s e un fattore di amplificazione di 2,1 per l'intervallo 0,7-1,1s.

La zona viene individuata nei settori di fondovalle della porzione centrale dell'area di indagine attorno all'abitato di Sant'Ansano.

- **2021**: questa zona comprende le aree nelle quali si hanno depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura ghiaioso sabbiosa (GW) di ambiente fluvio-lacustre (ca), dello spessore di 5-10 m, su litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente fluvio-lacustre (tf), dello spessore di 5-20 m, su litotipi di natura sabbioso ghiaiosa (SW) di ambiente costiero (tm), dello spessore di 30-50 m, poggianti a profondità superiori a 30 m su substrato lapido stratificato (LPS). Possibilità di alto contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,1-0,5s, un fattore di amplificazione di 1,9 per l'intervallo 0,4-0,8s e un fattore di amplificazione di 2,1 per l'intervallo 0,7-1,1s.

La zona viene individuata in un areale presso l'abitato di Capannale.

- **2022**: questa zona comprende le aree nelle quali si hanno depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura ghiaioso sabbiosa (GW) di ambiente fluvio-lacustre (ca), dello spessore di 5-10m, su substrato lapido stratificato (LPS). Basso contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,8 per l'intervallo 0,1-0,5s, un fattore di amplificazione di 2,1 per l'intervallo 0,4-0,8s e un fattore di amplificazione di 1,5 per l'intervallo 0,7-1,1s.

La zona viene individuata in un areale presso l'abitato delle località Renaio e Podere Paridi.

- **2023**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec), dello spessore 3-5 m, su depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura ghiaioso sabbiosa (GW) di ambiente fluvio-lacustre (ca), dello spessore di 5-10 m, su substrato lapido stratificato (LPS). Basso contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,3 per l'intervallo 0,1-0,5s, un fattore di amplificazione di 1,2 per l'intervallo 0,4-0,8s e per l'intervallo 0,7-1,1s.

La zona viene individuata in un areale presso l'abitato della località Renaio.

- **2024**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec), dello spessore 3-5 m, su depositi “plio-pleistocenici”

costituiti da litotipi di natura ghiaioso sabbiosa (GW) di ambiente fluvio-lacustre (ca), dello spessore di 5-10 m, su litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente fluvio-lacustre (tf), dello spessore di 5-20 m, su litotipi di natura sabbioso ghiaiosa (SW) di ambiente costiero (tm), dello spessore di 30-50 m, poggianti a profondità superiori a 30 m su substrato lapido stratificato (LPS). Possibilità di alto contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,1-0,5s, un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,4-0,8s e un fattore di amplificazione di 1,5 per l'intervallo 0,7-1,1s.

La zona viene individuata in un areale a nord-est della località Amerini.

- **2025**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec), dello spessore 3-5 m, su depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente fluvio-lacustre (tf), dello spessore di 5-20 m, su litotipi di natura sabbioso ghiaiosa (SW) di ambiente costiero (tm), dello spessore di 30-50 m, poggianti a profondità superiori a 30 m su substrato lapido stratificato (LPS). Possibilità di alto contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,1-0,5s, un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,4-0,8s e un fattore di amplificazione di 1,5 per l'intervallo 0,7-1,1s.

La zona viene individuata in un areale a nord-est della località Amerini.

- **2026**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec), dello spessore 3-5 m, poggianti su depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura ghiaioso sabbiosa (GW) di ambiente fluvio-lacustre (ca), dello spessore di 5-10 m, su litotipi di natura sabbioso ghiaiosa (SW) di ambiente costiero (tm), dello spessore di 5-15 m, poggianti a profondità inferiori a 30 m su substrato lapido stratificato (LPS). Possibilità di alto contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,1-0,5s, un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,4-0,8s e un fattore di amplificazione di 1,5 per l'intervallo 0,7-1,1s.

La zona viene individuata in un areale presso l'abitato della località Capannale.

- **2099**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha un substrato lapideo stratificato fratturato/alterato (SFLPS), poggianti a profondità compresa tra 3 e 10 m su substrato lapideo stratificato (LPS), pendenza (i) <15°, Basso contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata non si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,3 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,2 per l'intervallo 0,4-0,8s e per l'intervallo 0,7-1,1s.

La zona viene individuata in un areale presso la porzione settentrionale dell'abitato di Vitolini.

### **Zone di attenzione per instabilità**

Le **zone suscettibili di attenzione per instabilità di versante (ZAFR1....n)** sono state discriminate considerando l'ordine di rappresentazione indicato al paragrafo 1.1.3-3 degli ICMS (versione 4.2 del dicembre 2020) e mantenendo le informazioni sulla litostratigrafia delle zone stabili suscettibili di amplificazione locale a cui sono associate.

Nell'area degli abitati di Vitolini e Sant'Ansano non sono stati riconosciuti settori laddove le caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali possano far presupporre a zone potenzialmente interessate da **cedimenti differenziali (ZACD)**.

In aggiunta, sulla scorta dei risultati delle specifiche indagini geognostiche realizzate in corrispondenza di areali con presenza nel sottosuolo di litotipi potenzialmente suscettibili alla liquefazione, nell'areale di Vitolini e Sant'Ansano non si riconoscono zone con terreni liquefacibili e pertanto non sono state definite **zone suscettibili di attenzione per liquefazioni (ZALQ)**.

Infine non sono state evidenziate aree dove si ha la sovrapposizione **di zone di attenzione di instabilità differenti (ZAID)**.

### **MERCATALE ZONA INDUSTRIALE**

(vedi tavv. G.01b, G.02b, G.03b, G.04b, G.06b, G.07b e G.08b in scala 1:5.000 e G.05 in scala 1:2.000)

#### ***Inquadramento geologico e geomorfologico***

Il settore su cui sorge la Zona Industriale di Mercatale posta in sinistra idraulica del corso del Torrente Streda è collocato nel fondovalle del corso del Torrente medesimo, su terreni riferibili ai depositi alluvionali in evoluzione (b) e recenti (bna).

Questi poggiano sui depositi di età pliocenica sia sabbiosi (PLIs) che argilloso sabbioso-limosi- argilloso limosi (FAAb).

Suddette litologie costituiscono, inoltre, i rilievi delle colline sovrastanti il fondovalle.

In alcuni settori delle zone collinari e pedecollinari si ha la presenza di depositi di natura detritica di versante (aa), eluvio colluviale (b2a) e di frana.

Il quadro geomorfologico è caratterizzato dalla presenza di fenomenologie gravitative il cui stato di attività appare da attivo a quiescente e completato dalla presenza di areali con fenomeni di soliflusso localizzato ed erosione superficiale.

Dal punto di vista morfologico si evidenzia che i settori di fondovalle presentano acclività bassa o nulla (pendenze comprese tra 0% e 5%), mentre nei settori collinari le pendenze aumentano (pendenze comprese generalmente tra 10% e 25%) sino a divenire maggiormente acclivi (pendenze comprese tra 25% e 35%) in corrispondenza dei settori di scarpata.

#### ***Indagini geognostiche realizzate e/o progressse***

Per la Zona Industriale di Mercatale sono stati reperiti tutti i dati geognostici (stratigrafici, geotecnici e geofisici) contenuti nella banca dati dell'Archivio Comunale, implementati con i dati geognostici (in particolare stratigrafici) ricavati dalla banca dati ISPRA.

In particolare sono state ricavate le risultanze del seguente numero di indagini:

- n. 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, con le relative risultanze stratigrafiche;
- n. 3 prospezioni di sismica a rifrazione con tecnica Masw;
- n. 1 indagine di sismica a rifrazione in foro in onde P e Sh di tipo down-hole.

Sono state, inoltre collezionate, le indagini eseguite a supporto degli Studi di Microzonazione Sismica di Livello 1 nell'ambito del vigente Regolamento Urbanistico Comunale.

Queste sono consistite in n. 3 prove di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola sulle vibrazioni ambientali (HVSr).

In corrispondenza della Zona Industriale di Mercatale sono inoltre stata effettuate ulteriori indagini sismiche finalizzate alla definizione dell'analisi e della risposta sismica dei terreni.

In particolare per gli studi di Microzonazione Sismica di Livello 2 è stata svolta specificatamente una inedita campagna di indagini geofisiche consistente in n. 2 prospezioni geofisiche con acquisizione ed analisi dei microtremori (HVSr).

### ***Modello geologico del sottosuolo***

Il settore della Zona Industriale di Mercatale si colloca sui terreni riferibili ai depositi alluvionali in evoluzione (b) e recenti (bna).

Questi poggiano sui depositi di età pliocenica sia sabbiosi (PLIs) che argilloso sabbioso-limoso-argilloso limosi (FAAb).

Sudette litologie costituiscono, in particolare per quelle argilloso sabbiose-limose-argilloso limose (FAAb) i rilievi delle colline sovrastanti il fondovalle.

In alcuni settori delle zone collinari e pedecollinari si ha la presenza di depositi di natura detritica di versante (aa), eluvio colluviali (b2a) e di frana.

### ***Modello geologico tecnico***

Le formazioni geologiche presenti nell'area in esame sono state assimilate, in funzione delle loro caratteristiche geo-lito-sedimentologiche, a delle specifiche unità geologico-tecniche.

In particolare, per quanto riguarda i terreni di copertura recenti sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica SMec (Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente genetico di versante - eluvi/colluvi) i terreni riferibili ai depositi eluvio-colluviali (b2a), all'unità geologico-tecnica SMfd (Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente genetico di versante – falda detritica) i terreni riferibili ai depositi detritici di versante (aa) e all'unità GMes (Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo di ambiente fluvio lacustre - argine/barre/canali) i terreni riferibili ai depositi alluvionali attuali (b) e recenti (bna).

Per quanto riguarda i terreni di copertura di età plio-quadernaria sono state eseguite le seguenti attribuzioni:

- all'unità geologico-tecnica SCTm (Sabbie argillose, miscela di sabbia e argilla di ambiente genetico costiero – terrazzo marino) i terreni riferibili alle Sabbie e arenarie di età pliocenica (PLIs);
- all'unità geologico-tecnica CLtm (argille inorganiche di meda-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre di ambiente genetico costiero – terrazzo marino) i terreni riferibili alle Argille sabbiose, limi e argille siltose di età pliocenica (FAAb)

Infine sono stati rappresentati i fenomeni gravitativi attivi e quiescenti, i movimenti non definiti attivi, nonché gli orli di scarpata morfologica.

Inoltre vengono presentate le indicazioni delle strutture tettoniche e gli elementi geologici e idrogeologici relativi ai sondaggi e pozzi presenti nell'area con indicazione della profondità di indagine che non ha raggiunto il substrato o del livello di soggiacenza della falda riconosciuto.

***Indicazione della classe di qualità mediante “Procedura semiquantitativa per stabilire la qualità della carta di livello 1 di MS”***

Per l'area in esame caratterizzata da rilievo geologico e geomorfologico appositamente eseguito in scala 1:2.000 e presentato in scala 1:5.000, dalla disponibilità delle indagini geognostiche e sismiche di cui al precedente dettaglio e da n. 5 misure HVSR di cui n. 1 classificata in classe A1, n. 2 classificate in B2, n. 1 classificata in B2 e n. 1 classificata in C si ricava una valutazione di qualità pari a 50,7 che la colloca in classe di accettabilità B.

### ***Misure di frequenza naturale e indagini di sismica a rifrazione***

In corrispondenza della Zona Industriale di Mercatale durante gli studi di Microzonazione Sismica di Livello 2 sono state eseguite n. 2 misure di sismica passiva con metodo HVSR finalizzate allo studio in questione (prove con sigle P13 e P14).

Per le medesime aree sono stati ricavati, dalla banca dati del Comune di Vinci e dagli studi di Microzonazione Sismica di Livello 1 precedentemente eseguiti, n. 2 indagini di sismica a rifrazione in onde Sh con metodica Masw (indagini L4 e L5) e n. 3 misure di sismica passiva con metodo HVSR (P34, P35 e P36).

Nella porzione settentrionale dell'area in esame, nel settore di fondovalle presso la località Casanova, è stata svolta la prova P34 che ha mostrato un basso contrasto di impedenza ( $A_0 = 1,97$ ) a profondità superiori ai 100 m dal p.c. ( $f_0 = 0,25$  Hz).

Nelle vicinanze è stata eseguita l'indagine Masw L4 che ha mostrato velocità generalmente inferiori a 300 m/s sino a profondità di 16,0 m, per poi aumentare, fino alla profondità investigata di 30,0 m, raggiungendo velocità generalmente comprese tra 450 e 600 m/s.

Subito a sud dell'indagine Masw L4 una prova di sismica in foro di tipo down-hole, prova P105 che ha mostrato la presenza di un primo sismostrato dello spessore di 16,0 m avente  $V_s$  comprese tra 142 m/s e 297 m/s, a cui segue un secondo sismostrato dello spessore di 4,0 m con  $V_s$  comprese tra 291 m/s e 411 m/s, e un terzo sismostrato, investigato per uno spessore di 10,0 m con  $V_s$  comprese tra 414 m/s e 584 m/s.

Le prove P13 e P35 eseguite nella porzione centrale del settore di fondovalle dell'area di studio o non hanno presentato picchi o hanno mostrato bassi contrasti di impedenza sismica ( $A_0 = 2,28$ ) a profondità superiori ai 50 m ( $f_0 = 1,14$  Hz).

Ad est della prova P13 l'indagine Masw L9 ha mostrato la presenza di un primo sismostrato dello spessore di 6,0 m avente  $V_s = 180$  m/s, a cui segue un secondo sismostrato dello spessore di 4,0 m con  $V_s = 221$  m/s, un terzo sismostrato dello spessore di 14,0 m con  $V_s = 285$  m/s e un quarto sismostrato, investigato per uno spessore di 6,0 m con  $V_s = 379$  m/s.

velocità inferiori a 200 m/s sino a profondità di 13,0 m, per poi aumentare, fino alla profondità investigata di 30,0 m, raggiungendo velocità generalmente comprese tra 275 e 370 m/s.

Anche la prova P14, eseguita nella porzione meridionale del settore di fondovalle dell'area di studio non ha presentato la presenza di un picco significativo.

Nelle vicinanze della prova P14 è stata eseguita l'indagine Masw L5 che ha mostrato velocità inferiori a 200 m/s sino a profondità di 13,0 m, per poi aumentare, fino alla profondità investigata di 30,0 m, raggiungendo velocità generalmente comprese tra 275 e 370 m/s.

La prova P36 eseguita nei settori collinari in corrispondenza delle litologie di età pliocenica ha mostrato la presenza di un picco relativamente superficiale ( $f_0 = 9,33$  Hz) con un basso contrasto di impedenza ( $A_0 = 2,57$ ).

### ***Illustrazione della carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)***

#### **Zone stabili suscettibili di amplificazione sismica locale**

- **2001**: questa zona comprende le aree nelle quali si hanno depositi “pliocenici” costituiti dall'alternanza di litotipi di natura sabbioso argillosa (SC) di ambiente costiero (tm), presenti in superficie, e di litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente costiero (tm). Spessore complessivo >100 m. Basso contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata non si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,1-0,5s, un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,4-0,8s e un fattore di amplificazione di 1,5 per l'intervallo 0,7-1,1s.

La zona viene individuata in alcuni areali nei rilievi presenti ad est del settore di fondovalle laddove sorge la Zona Industriale di Mercatale.

- **2002**: questa zona comprende le aree nelle quali si hanno depositi “pliocenici” costituiti dall'alternanza di litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente costiero (tm), presenti in superficie, e di litotipi di natura sabbioso argillosa (SC) di ambiente costiero (tm). Spessore complessivo >100 m. Basso contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica, sulla scorta delle indagini di sismica passiva a stazione singola eseguite (P36) e data la successione stratigrafica rilevata non si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito per alcuni settori di questa un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,1-0,5s, un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,4-0,8s e un fattore di amplificazione di 1,5 per l'intervallo 0,7-1,1s; mentre per altri un fattore di amplificazione di 1,8 per l'intervallo 0,1-0,5s e per l'intervallo 0,4-0,8s e un fattore di amplificazione di 1,7 per l'intervallo 0,7-1,1s.

La zona viene individuata in ampi settori dei rilievi collinari presenti ad est del settore di fondovalle laddove sorge la Zona Industriale di Mercatale.

- **2004**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec), dello spessore 3-5 m, poggianti su depositi “pliocenici” costituiti dall'alternanza di litotipi di natura sabbioso argillosa (SC) di ambiente costiero (tm), presenti in superficie, e di litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente costiero tm, dello spessore >100 m. Basso contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata non si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,1-0,5s, un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,4-0,8s e un fattore di amplificazione di 1,5 per l'intervallo 0,7-1,1s.

La zona viene individuata in alcune limitate aree nei rilievi collinari presenti ad est del settore di fondovalle laddove sorge la Zona Industriale di Mercatale.

- **2005**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec), dello spessore 3-5 m, poggianti su depositi “pliocenici” costituiti dall'alternanza di litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente costiero (tm), presenti in superficie, e di litotipi di natura sabbioso argillosa (SC) di ambiente costiero (tm), dello spessore >100 m. Basso contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata non si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,1-0,5s, un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,4-0,8s e un fattore di amplificazione di 1,5 per l'intervallo 0,7-1,1s.

La zona viene individuata in alcune limitate aree nei rilievi collinari presenti ad est del settore di fondovalle laddove sorge la Zona Industriale di Mercatale.

- **2007**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente fluviale (es), dello spessore 3-20 m, poggianti su depositi “pliocenici” costituiti dall'alternanza di litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente costiero (tm), presenti in superficie, e di litotipi di natura sabbioso argillosa (SC) di ambiente costiero (tm), dello spessore >100m. Basso contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica, sulla scorta delle indagini di sismica passiva a stazione singola eseguite (P13, P14, P34 e P35) e data la successione stratigrafica rilevata non si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,1-0,5s, un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,4-0,8s e un fattore di amplificazione di 1,5 per l'intervallo 0,7-1,1s.

La zona interessa le aree di fondovalle su cui sorge la Zona Industriale di Mercatale.

#### **Zone di attenzione per instabilità**

Le **zone suscettibili di attenzione per instabilità di versante (ZAFR1....n)** sono state discriminate considerando l'ordine di rappresentazione indicato al paragrafo 1.1.3-3 degli ICMS (versione 4.2 del dicembre 2020) e mantenendo le informazioni sulla litostratigrafia delle zone stabili suscettibili di amplificazione locale a cui sono associate.

Nell'area della Zona Industriale di Mercatale non sono stati riconosciuti settori laddove le caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali possano far presupporre a zone potenzialmente interessate da **cedimenti differenziali (ZACD)**.

In aggiunta, come desumibile dalle verifiche effettuate (cfr. paragrafo 2.6) sulla scorta dei risultati delle specifiche indagini geognostiche realizzate in corrispondenza di areali con presenza nel sottosuolo di litotipi potenzialmente suscettibili alla liquefazione, nell'areale del Capoluogo non si riconoscono zone con terreni liquefacibili e pertanto non sono state definite **zone suscettibili di attenzione per liquefazioni (ZALQ)**.

Infine non sono state evidenziate aree dove si ha la sovrapposizione **di zone di attenzione di instabilità differenti (ZAID)**.

### **TOIANO**

(vedi tavv. G.01a, G.02a, G.03a, G.04a, G.06a, G.07a e G.08a in scala 1:5.000 e G.05 in scala 1:2.000)

#### ***Inquadramento geologico e geomorfologico***

L'area su cui sorge l'abitato di Toiano è caratterizzata dalla presenza di terreni riconducibili ai depositi pliocenici marini, costituiti dalle litofacies argilloso limose (FAAb) e sabbiose e sabbioso limose (PLIs).

Su queste, in alcuni settori giacciono i depositi continentali rusciniani e villafranchiani riferibili alle Argille e argille sabbiose (VILc).



In corrispondenza dei versanti dei rilievi collinari si ha la presenza di depositi eluvio-colluviali (b2a) e di coltri di frana

Il quadro geomorfologico è caratterizzato, come detto, dalla presenza di fenomenologie gravitative il cui stato di attività appare da attivo a quiescente e completato dalla presenza di una serie di scarpate di erosione non attive di altezza inferiore ai 20,0 m e di rotture di pendio. Sono presenti, inoltre, areali con fenomeni di soliflusso localizzato.

Dal punto di vista morfologico si evidenzia che l'abitato di Toiano e le aree limitrofe si colloca su terreni ad acclività variabile con pendenze che variano tra il sub pianeggiante (0% - 5%) e il mediamente acclive (15% - 25%); ma anche con settori che raggiungono il 25% - 35% di acclività.

### ***Indagini geognostiche realizzate e/o pregresse***

Per la frazione di Toiano sono stati ricercati tutti i dati geognostici (stratigrafici, geotecnici e geofisici) contenuti nella banca dati dell'Archivio Comunale, implementati con i dati geognostici (in particolare stratigrafici) ricavati dalla banca dati ISPRA.

In corrispondenza dell'area di Gigliola sono inoltre state effettuate ulteriori indagini sismiche finalizzate alla definizione dell'analisi e della risposta sismica dei terreni.

In particolare per gli studi di Microzonazione Sismica di Livello 2 è stata svolta specificatamente una inedita campagna di indagini geofisiche consistente in n. 4 prospezioni geofisiche con acquisizione ed analisi dei microtremori (HVSr).

### ***Modello geologico del sottosuolo***

Il substrato geologico su cui sorge l'abitato di Toiano è caratterizzata dalla presenza di terreni riconducibili ai depositi plio-pletistocenici, marini e continentali, costituiti dalle litofacies appartenenti principalmente alle Argille e argille siltose e Limi argilloso sabbiosi e argille sabbiose (FAAb) e, secondariamente, alle Sabbie e arenarie plioceniche (PLIs) e alle Argille e argille sabbiose (VILc).

I settori in corrispondenza delle fasce pedecollinari e/o i settori a pendenza maggiore che circoscrivono gli areali laddove sorgono gli abitati vedono talora la presenza di spessori metrici di depositi riferibili a coltri di frana e a depositi eluvio-colluviali (b2a).

### ***Modello geologico tecnico***

Le formazioni geologiche presenti nell'area in esame sono state assimilate, in funzione delle loro caratteristiche geo-lito-sedimentologiche, a delle specifiche unità geologico-tecniche.

In particolare, per quanto riguarda i terreni di copertura recenti sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica SMec (Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente genetico di versante - eluvi/colluvi) i terreni riferibili ai depositi eluvio-colluviali (b2a).

Per quanto riguarda i terreni di copertura di età plio-quadernaria sono state eseguite le seguenti attribuzioni:

- all'unità geologico-tecnica SCtm (Sabbie argillose, miscela di sabbia e argilla di ambiente genetico costiero – terrazzo marino) i terreni riferibili alle Sabbie e arenarie di età pliocenica (PLIs);
- all'unità geologico-tecnica CLtm (argille inorganiche di media-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre di ambiente genetico costiero – terrazzo marino) i terreni riferibili alle Argille sabbiose, limi e argille siltose di età pliocenica (FAAb)
- all'unità geologico-tecnica CLtf (argille inorganiche di media-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre di ambiente genetico fluvio lacustre - terrazzo fluviale) i terreni riferibili ai depositi continentali ruscianiani e villafranchiani argilloso limosi riconducibili (VILc).

Infine sono stati rappresentati i fenomeni gravitativi attivi e quiescenti, i movimenti non definiti attivi, nonché gli orli di scarpata morfologica.

Inoltre vengono presentate le indicazioni delle strutture tettoniche e gli elementi geologici e idrogeologici relativi ai sondaggi e pozzi presenti nell'area con indicazione della profondità di indagine che non ha raggiunto il substrato o del livello di soggiacenza della falda riconosciuta.

### ***Indicazione della classe di qualità mediante “Procedura semiquantitativa per stabilire la qualità della carta di livello 1 di MS”***

Per l'area in esame caratterizzata da rilievo geologico e geomorfologico appositamente eseguito in scala 1:2.000 e presentato in scala 1:5.000, dalla disponibilità delle indagini geognostiche e sismiche di cui al dettaglio precedentemente e da n. 4 misure HVSR, di cui n. 1 classificata in classe A1 e n. 3 classificate in classe A2 si ricava una valutazione di qualità pari a 39,2, che la colloca in classe di accettabilità C.

### ***Misure di frequenza naturale e indagini di sismica a rifrazione***

In corrispondenza dell'abitato di Toiano durante gli studi di Microzonazione Sismica di Livello 2 sono state eseguite n. 4 misure di sismica passiva con metodo HVSR finalizzate allo studio in questione (prove P6, P7, P8 e P9).

Le prove P6, P8 e P9 non hanno mostrato la presenza nel sottosuolo di picchi di impedenza significativi, mentre la prova P7 ha mostrato un basso contrasto di impedenza ( $A_0 = 2,26$ ) correlato ad un picco di 3,0 Hz di frequenza.

### ***Illustrazione della carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)***

#### **Zone stabili suscettibili di amplificazione sismica locale**

- **2001:** questa zona comprende le aree nelle quali si hanno depositi “pliocenici” costituiti dall'alternanza di litotipi di natura sabbioso argillosa (SC) di ambiente costiero (tm), presenti in superficie, e di litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente costiero (tm). Spessore complessivo >100 m. Basso contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata non si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,1-0,5s, un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,4-0,8s e un fattore di amplificazione di 1,5 per l'intervallo 0,7-1,1s.

La zona viene individuata in alcuni areali nei versanti presenti a sud e ad est dell'abitato di Toiano.

- **2002:** questa zona comprende le aree nelle quali si hanno depositi “pliocenici” costituiti dall'alternanza di litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente costiero (tm), presenti in superficie, e di litotipi di natura sabbioso argillosa (SC) di ambiente costiero (tm). Spessore complessivo >100 m. Basso contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica, sulla scorta delle indagini di sismica passiva a stazione singola eseguite (P6, P8 e P9) e data la successione stratigrafica rilevata non si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito per alcuni settori di questa un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,1-0,5s, un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,4-0,8s e un fattore di amplificazione di 1,5 per l'intervallo 0,7-1,1s; mentre per altri un fattore di amplificazione di 1,8 per l'intervallo 0,1-0,5s e per l'intervallo 0,4-0,8s e un fattore di amplificazione di 1,7 per l'intervallo 0,7-1,1s.

La zona rappresenta la maggior parte degli areali del settore di studio e in particolare gli areali su cui sorge l'abitato di Toiano.

- **2004**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec), dello spessore 3-5 m, poggianti su depositi “pliocenici” costituiti dall'alternanza di litotipi di natura sabbioso argillosa (SC) di ambiente costiero (tm), presenti in superficie, e di litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente costiero tm, dello spessore >100 m. Basso contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata non si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,1-0,5s, un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,4-0,8s e un fattore di amplificazione di 1,5 per l'intervallo 0,7-1,1s.

La zona viene individuata in un limitato settore presso la Chiesa di San Bartolomeo Apoastolo.

- **2005**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec), dello spessore 3-5 m, poggianti su depositi “pliocenici” costituiti dall'alternanza di litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente costiero (tm), presenti in superficie, e di litotipi di natura sabbioso argillosa (SC) di ambiente costiero (tm), dello spessore >100 m. Basso contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata non si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,1-0,5s, un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,4-0,8s e un fattore di amplificazione di 1,5 per l'intervallo 0,7-1,1s.

La zona viene individuata in alcuni limitati settrori presso la Chiesa di San Bartolomeo Apoastolo.

- **2007**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente fluviale (es), dello spessore 3-20 m, poggianti su depositi “pliocenici” costituiti dall'alternanza di litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente costiero (tm), presenti in superficie, e di litotipi di natura sabbioso argillosa (SC) di ambiente costiero (tm), dello spessore >100m. Basso contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica, sulla scorta delle indagini di sismica passiva a stazione singola eseguite (P7) e data la successione stratigrafica rilevata non si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,1-0,5s, un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,4-0,8s e un fattore di amplificazione di 1,5 per l'intervallo 0,7-1,1s.

La zona interessa alcuni areali dislocati nell'intera area di studio.

#### **Zone di attenzione per instabilità**

Le zone suscettibili di attenzione per instabilità di versante (ZAFR1...n) sono state discriminate considerando l'ordine di rappresentazione indicato al paragrafo 1.1.3-3 degli ICMS (versione 4.2 del dicembre 2020) e mantenendo le informazioni sulla litostratigrafia delle zone stabili suscettibili di amplificazione locale a cui sono associate.

Nell'area di Toiano non sono stati riconosciuti settori laddove le caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali possano far presupporre a zone potenzialmente interessate da **cedimenti differenziali (ZACD)**.

Data la natura dei litotipi presenti in corrispondenza dell'areale di Toiano non si riconoscono zone con terreni potenzialmente suscettibili alla liquefazione e, pertanto, non sono state definite **zone suscettibili di attenzione per liquefazioni (ZALQ)**.

Infine non sono state evidenziate aree dove si ha la sovrapposizione **di zone di attenzione di instabilità differenti (ZAIID)**.

### **APPARITA e LA STELLA**

(vedi tavv. G.01a, G.02a, G.03a, G.04a, G.06a, G.07a e G.08a in scala 1:5.000 e G.05 in scala 1:2.000)

#### ***Inquadramento geologico e geomorfologico***

Il settore su cui sorgono gli abitati di Apparita e La Stella è collocato sui depositi continentali rusciniani-villafranchiani costituiti da sabbia, limi sabbiosi e argille limose (VILh).

Su questi, nei settori prossimi al Fosso di Cacciapolli, si sovrappongono spessori di depositi alluvionali terrazzati (bnb); mentre, talora, sui rilievi collinari si ha la presenza di depositi eluvio-colluviali (b2a) e di frana.

Il quadro geomorfologico è caratterizzato dalla presenza di limitati areali in frana quiescente e areali con fenomeni di erosione superficiale.

Dal punto di vista morfologico si evidenzia che l'abitato di Toiano e le aree limitrofe si colloca su terreni ad acclività variabile con pendenze che variano tra il sub pianeggiante (0% - 5%) e il mediamente acclive (15% - 25%); ma anche con settori che raggiungono il 25% - 35% di acclività.

#### ***Indagini geognostiche realizzate e/o pregresse***

Per le frazioni di Apparita e La Stella sono stati ricercati tutti i dati geognostici (stratigrafici, geotecnici e geofisici) contenuti nella banca dati dell'Archivio Comunale, implementati con i dati geognostici (in particolare stratigrafici) ricavati dalla banca dati ISPRA.

In corrispondenza delle aree di studio sono inoltre stata effettuata ulteriori indagini sismiche finalizzate alla definizione dell'analisi e della risposta sismica dei terreni.

In particolare per gli studi di Microzonazione Sismica di Livello 2 è stata svolta specificatamente una inedita campagna di indagini geofisiche consistente in n. 3 prospezioni geofisiche con acquisizione ed analisi dei microtremitori (HVSR).

#### ***Modello geologico del sottosuolo***

Il substrato geologico su cui sorgono gli abitati di Apparita e La Stella risulta costituito dai terreni riconducibili ai depositi plio-pleistocenici appartenenti ai Limi argilloso sabbiosi e argille limoso sabbiose (VILh).

I settori in corrispondenza delle fasce pedecollinari e/o i settori a pendenza maggiore che circoscrivono gli areali laddove sorgono gli abitati vedono la presenza di depositi riferibili a coltri di frana e depositi eluvio-colluviali (b2a).

Presso il corso del Fosso di Cacciapolli, si ha la presenza di spessori di depositi alluvionali terrazzati (bnb).

#### ***Modello geologico tecnico***

Le formazioni geologiche presenti nell'area in esame sono state assimilate, in funzione delle loro caratteristiche geo-lito-sedimentologiche, a delle specifiche unità geologico-tecniche.

In particolare, per quanto riguarda i terreni di copertura recenti sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica SMec (Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente genetico di versante - eluvi/colluvi) i terreni riferibili

ai depositi eluvio-colluviali (b2a), mentre all'unità geologico-tecnica SMes (Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente genetico fluvio-lacustre - argine/barre/canali) i terreni riferibili ai depositi alluvionali terrazzati (bnb).

Per quanto riguarda i terreni di copertura di età plio-pleistocenica sono state eseguite le seguenti attribuzioni:

- all'unità geologico-tecnica MLtm (limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità di ambiente genetico costiero – terrazzo marino) corrispondono le litologie sabbioso argillose dei depositi continentali rusciniani-villafranchiani (VILh).

Infine sono stati rappresentati i fenomeni gravitativi quiescenti nonché gli orli di scarpata morfologica.

Inoltre vengono presentate le indicazioni delle strutture tettoniche e gli elementi geologici e idrogeologici relativi ai sondaggi e pozzi presenti nell'area con indicazione della profondità di indagine che non ha raggiunto il substrato o del livello di soggiacenza della falda riconosciuto in aree con terreni sabbiosi e/o ghiaiosi.

### ***Indicazione della classe di qualità mediante “Procedura semiquantitativa per stabilire la qualità della carta di livello 1 di MS”***

Per l'area in esame caratterizzata da rilievo geologico e geomorfologico appositamente eseguito in scala 1:2.000 e presentato in scala 1:5.000, dalla disponibilità delle indagini geognostiche e sismiche di cui al dettaglio precedentemente e da n. 3 misure HVSR classificate in classe A2 si ricava una valutazione di qualità pari a 39,2, che la colloca in classe di accettabilità C.

### ***Misure di frequenza naturale e indagini di sismica a rifrazione***

In corrispondenza degli abitati di Apparita e La Stella durante gli studi di Microzonazione Sismica di Livello 2 sono state eseguite n. 3 misure di sismica passiva con metodo HVSR finalizzate allo studio in questione (prove P10, P11 e P12).

La totalità delle prove non hanno mostrato la presenza nel sottosuolo di picchi di impedenza significativi.

### ***Illustrazione della carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)***

#### **Zone stabili suscettibili di amplificazione sismica locale**

- **2003**: questa zona comprende le aree nelle quali si hanno depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente costiero (tm) con intercalati litotipi di natura sabbioso argillosa (SC) di ambiente costiero (tm), di spessore 20–50 m; poggianti su depositi “pliocenici” costituiti dall'alternanza di litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente costiero (tm) e di litotipi di natura sabbioso argillosa (SC) di ambiente costiero (tm), dello spessore >100 m. Basso contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica, sulla scorta delle indagini di sismica passiva a stazione singola eseguite (P10, P11 e P12) e data la successione stratigrafica rilevata non si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,1-0,5s, un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,4-0,8s e un fattore di amplificazione di 1,5 per l'intervallo 0,7-1,1s.

La zona interessa la quasi totalità delle aree di indagine.

- **2016**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) ed alluvionale (es), dello spessore 3-5 m, su depositi “plio-pleistocenici” costituiti da litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente costiero (tm) con intercalati litotipi di natura sabbioso argillosa (SC) di ambiente costiero (tm), di spessore 20–50 m; poggianti su depositi “pliocenici” costituiti dall'alternanza di litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente costiero (tm) e di

litotipi di natura sabbioso argillosa (SC) di ambiente costiero (tm), dello spessore >100 m. Basso contrasto di impedenza (c.i.).

Dallo studio complessivo di indagine sismica data la successione stratigrafica rilevata non si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,1-0,5s, un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,4-0,8s e un fattore di amplificazione di 1,5 per l'intervallo 0,7-1,1s.

La zona interessa alcuni limitati areali lungo i rilievi collinari e presso il corso del Fosso di Cacciapolli.

#### **Zone di attenzione per instabilità**

Le **zone suscettibili di attenzione per instabilità di versante (ZAFR1....n)** sono state discriminate considerando l'ordine di rappresentazione indicato al paragrafo 1.1.3-3 degli ICMS (versione 4.2 del dicembre 2020) e mantenendo le informazioni sulla litostratigrafia delle zone stabili suscettibili di amplificazione locale a cui sono associate.

Nell'area di Apparita e La Stella non sono stati riconosciuti settori laddove le caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali possano far presupporre a zone potenzialmente interessate da **cedimenti differenziali (ZACD)**.

Sebbene le caratteristiche granulometriche dei litotipi presenti in corrispondenza dell'areale di Apparita e La Stella siano tali da poter far ipotizzare la presenza di litologie potenzialmente suscettibili alla liquefazione, la presenza di una falda a profondità superiori a 15,0 m dal p.c. ha permesso di definire che nell'area in esame non sono presenti **zone suscettibili di attenzione per liquefazioni (ZALQ)**.

Infine non sono state evidenziate aree dove si ha la sovrapposizione **di zone di attenzione di instabilità differenti (ZAID)**.

## **9. CONFRONTO CON LA DISTRIBUZIONE DEI DANNI DEGLI EVENTI PASSATI**

Come già ampiamente trattato nel precedente capitolo 2, relativo agli eventi sismici di riferimento, il territorio comunale di Vinci ha registrato nel passato alcuni episodi sismici, sebbene di non importante intensità; inoltre non sono stati storicamente registrati particolari danni a opere civili e/o infrastrutture, in occasione di scosse di terremoto avvertite anche nel territorio comunale di Vinci.

Tra questi l'evento sismico maggiormente significativo e ricordato è quello del maggio 1895, allorquando una forte scossa di terremoto colpì quasi tutta la provincia di Firenze, causando danni diffusi, in alcune zone anche gravi.

A Firenze i danni furono molto estesi, ma nel complesso non gravissimi. Numerosi danni interessarono l'edilizia residenziale e privata della città, con lesioni diffuse e cadute di soffitti. Complessivamente circa 100 edifici risultarono inagibili. A Firenze non vi furono vittime e si contarono solo alcuni feriti non gravi.

Danni diffusi interessarono diversi comuni e centri del circondario fiorentino, in un'area piuttosto ampia, estesa dal Valdarno Superiore a Prato e ai centri della Valle del Bisenzio, dal Chianti e la Val di Pesa fino al Mugello, bassa Val di Sieve e all'Empolese.

I danni più gravi furono registrati in diverse località nella zona posta immediatamente a sud di Firenze.

Si ricorda, inoltre il terremoto del 1919 che causò oltre 100 morti nel Mugello e che vide come epicentro la zona di Vicchio, dove ci furono una quarantina di vittime e crollò la metà degli edifici esistenti.

Tra i comuni più colpiti da quell'evento si ricorda anche quelli di Dicomano, Borgo San Lorenzo, San Godenzo, Marradi, Firenzuola, Scarperia, Barberino del Mugello, Londa, San Godenzo e in parte anche Rufina e Pontassieve.

Per quanto concerne gli eventi avvenuti negli ultimi decenni la scossa di terremoto avvenuta il 9 dicembre 2019, con epicentro nel Mugello nella zona tra Scarperia e Barberino del Mugello è stata avvertita nel territorio comunale di Vinci, senza procurare danni a edifici o manufatti.

Così come nel territorio comunale sono state avvertite, senza il manifestarsi di danni, le scosse di terremoto, con epicentro tra i comuni di Impruneta e di San Casciano Val di Pesa avvenute il 3 e il 12 maggio 2022.

Dagli studi eseguiti è possibile desumere che le maggiori lesioni e danni di un evento sismico possono essere registrate laddove si ha la presenza di una coltre di copertura su un substrato litoide, e dove possono avvenire fenomeni di contrasto di impedenza sismica.

## 10. BIBLIOGRAFIA

- Albarello D. (2013) - I dati di rumore ambientale per la MS di Livello I - Consiglio Nazionale delle Ricerche, Roma, 22-23 maggio 2013.
- Albarello D. (2013) - La risposta sismica locale. Seminario ODG – Fermo, 11 Ottobre 2013.
- Albarello D. (2013) - Sismica passiva con tecniche a stazione singola e antenna. Seminario ODG – Fermo, 11 Ottobre 2013.
- Albarello D. (2013) - Misure di rumore ambientale. Corso di microzonazione sismica e valutazione della risposta sismica locale per la ricostruzione post-terremoto.
- Albarello D. & Castellaro S. (2011) – Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola – Supplemento alla rivista trimestrale *Ingegneria Sismica* – Anno XXVIII, n. 2.
- Basili R., Valensise G., Vannoli P., Burrato P., Fracassi U., Mariano S., Tiberti M. M. & Boschi E. (2008) - DISS - Database of Individual Seismogenic Sources.
- Commissione tecnica per la microzonazione sismica (articolo 5, comma 7 dell’OPCM 13 novembre 2010, n. 3907) - Standard di rappresentazione ed archiviazione informatica. Microzonazione sismica. Versione 4.2 (dicembre 2020).
- Comune di Vinci (2014) – Regolamento Urbanistico, Studio di Microzonazione di I° livello.
- Gruppo di Lavoro MS (2008) - Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica. Conferenza delle Regioni e delle Province autonome - Dipartimento della protezione civile, Roma, 3 vol. e Dvd.
- Gruppo di Lavoro MS–AQ (2010) - Microzonazione sismica per la ricostruzione dell’area aquilana. Regione Abruzzo – Dipartimento della Protezione Civile, L’Aquila, 3 vol. e Cd-rom.
- Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D’Amico S., Antonucci A.. Database Macrosismico Italiano DBMI15 - Release v2.0 - DBMI15, the version of the Italian Macroseismic Database. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. doi:<http://doi.org/10.6092/INGV.IT-DBMI15>.
- Meletti C., Valensise G. (2004) - Zonazione sismogenetica ZS9 – App.2 al Rapporto Conclusivo - Gruppo di Lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica (Ordinanza PCM 20.03.03 n. 3274) - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.
- Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della protezione civile, Ufficio rischio sismico e vulcanico (2012) - Classificazione sismica al 2012 Recepimento da parte delle Regioni e delle Province autonome dell’Ordinanza PCM 20 marzo 2003, n. 3274.
- Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B. & Gasperini P. (2016) - Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI15 Release v1.5 2015 - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia – <http://doi.org/10.6092/INGV.IT-CPTI15>.
- SESAME European research project WP12 – Deliverable D23.12 - Guidelines for the implementation of the h/v spectral ratio technique on ambient vibrations measurements, processing and interpretation.



## 11. ALLEGATI

- Tav. G.01a Carta delle indagini, Sovigliana / Spicchio - Apparita / La Stella – Toiano (scala 1:5.000)
- Tav. G.01b Carta delle indagini, Vinci – Vitolini / Sant'Ansano - Mercatale (scala 1:5.000)
- Tav. G.02a Carta delle frequenze, Sovigliana / Spicchio - Apparita / La Stella – Toiano (scala 1:5.000)
- Tav. G.02b Carta delle frequenze, Vinci – Vitolini / Sant'Ansano - Mercatale (scala 1:5.000)
- Tav. G.03a Carta geologico tecnica per la microzonazione sismica, Sovigliana / Spicchio - Apparita / La Stella – Toiano (scala 1:5.000)
- Tav. G.03b Carta geologico tecnica per la microzonazione sismica, Vinci – Vitolini / Sant'Ansano - Mercatale (scala 1:5.000)
- Tav. G.04a Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica MOPS, Sovigliana / Spicchio - Apparita / La Stella – Toiano (scala 1:5.000)
- Tav. G.04b Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica MOPS, Vinci – Vitolini / Sant'Ansano - Mercatale (scala 1:5.000)
- Tav. G.05 Sezioni geologico-tecniche, Vinci – Vitolini / Sant'Ansano – Mercatale - Sovigliana / Spicchio - Apparita / La Stella – Toiano (scala 1:2.000)
- Tav. G.06a Carta di Microzonazione Sismica FA01-05, Sovigliana / Spicchio - Apparita / La Stella – Toiano (scala 1:5.000)
- Tav. G.06b Carta di Microzonazione Sismica FA01-05, Vinci – Vitolini / Sant'Ansano - Mercatale (scala 1:5.000)
- Tav. G.07a Carta di Microzonazione Sismica FA04-08, Sovigliana / Spicchio - Apparita / La Stella – Toiano (scala 1:5.000)
- Tav. G.07b Carta di Microzonazione Sismica FA04-08, Vinci – Vitolini / Sant'Ansano - Mercatale (scala 1:5.000)
- Tav. G.08a Carta di Microzonazione Sismica FA07-11, Sovigliana / Spicchio - Apparita / La Stella – Toiano (scala 1:5.000)
- Tav. G.08b Carta di Microzonazione Sismica FA07-11, Vinci – Vitolini / Sant'Ansano - Mercatale (scala 1:5.000)
- Regolamento Urbanistico - Microzonazione sismica di livello 1 - Indagini geofisiche – Dott. Tomei
- Microzonazione sismica di livello 2 - Relazione delle indagini geofisiche - Dott. Pieroni e Dott. Puccetti

Firenze li 23.09.2022

---

Prof. Geol. Eros Aiello

---

Dott. Geol. Gabriele Grandini