

# **SUPPORTO GEOLOGICO – TECNICO AL NUOVO PIANO STRUTTURALE**

## ***RELAZIONE GEOLOGICO - TECNICA***

### **PREMESSA**

L'Amministrazione Comunale di Reggello è dotata dei vigenti strumenti urbanistici elencati nel dettaglio che segue:

- il Piano Strutturale è stato approvato con Decreto del Presidente della Giunta Regionale Toscana n. 269 del 23 Settembre 1997 ai sensi della l.r. 5/95. Lo strumento è corredato da studi geologico tecnici di supporto (Dr. P. Innocenti). Tali indagini sono costituite dai tematismi cartografici previsti dall'allora vigente Del. C.R. n. 94/85 redatti per l'intera estensione del territorio comunale in scala 1:10.000.
- in data 30/07/2002, con Delibera C.C. n. 102, è stata approvata la Variante parziale al Piano Strutturale relativa alla zona D produttiva (limitatamente alla frazione di Leccio), per la realizzazione del Polo della moda.
- il Regolamento Urbanistico è stato approvato con deliberazione C.C. n. 40 del 07/05/1998. Tale atto di pianificazione è corredato da studi geologico tecnici di supporto ((Dr. P. Innocenti). Anche questi elaborati sono stati allestiti secondo le indicazioni tecniche dettate dalle Del. C.R. n. 94/85 e Del. C.R. n. 230/1994.
- al primo Regolamento Urbanistico, approvato con Delibera C.C. n. 40 del 07/05/1998, sono state apportate alcune modifiche, la prima nel 2000 con Delibera di C.C. n. 75 e l'ultima nel 2006 con Delibera di C.C. n. 92. Al momento, essendo trascorso un quinquennio dall'ultima variante generale approvata, le previsioni del RU risultano decadute.

La pianificazione di P.S. conseguentemente non risulta coerente con la l.r. 1/2005 vigente né con il Piano di Indirizzo Territoriale della Regione approvato il 24 luglio 2007 e con la successiva integrazione avente valore di Piano Paesaggistico in attuazione del Codice dei beni culturali e del paesaggio, avvenuta il 16 giugno 2009 con Delibera di C.R. n. 32 , di cui sono decadute le salvaguardie.

Esso non risulta altresì coerente con il PTC della Provincia di Firenze, approvato con Deliberazione del Consiglio Provinciale n. 94 del 15/06/1998, e con la successiva variante di adeguamento approvata con Deliberazione del Consiglio Provinciale n. 1 del 10/01/2013.

Oltre alla vetustà dei contenuti del PS vigente, per gli aspetti normativi e di coerenza con la pianificazione sovraordinata regionale e provinciale, le stesse previsioni riconducibili al 1997 risultano inadeguate alla mutata situazione socio economica del contesto generale che si riverbera anche nel territorio del Comune di Reggello e che richiede nuove e diverse strategie per lo sviluppo del territorio e per la tutela delle risorse in esso presenti.

Quanto al quadro normativo si rileva la presenza di numerosi elementi significativi dovuti non soltanto all'entrata di vigore di una nuova legge regionale, la n. 1 del 2005, che ha modificato gli obiettivi strategici della l.r. 5/1995 con la quale era stato approvato il PS vigente; tali elementi accentuano l'importanza delle risorse essenziali, la priorità del recupero dell'esistente e la tutela del territorio rurale.

Altrettanto significativa ai fini della pianificazione è la L.r.21/2012 che ha introdotto norme fortemente limitative riguardanti gli interventi da realizzare nelle area a pericolosità idraulica elevata.

Il Comune di Reggello, con determinazione del Responsabile del Settore Urbanistica n. 551 del 31.08.2015 individuava nella Geo Eco Progetti, di cui il Prof. Geologo Eros Aiello è Socio Titolare, come capogruppo mandataria del R.T.I. con West System srl/divisione Physis, di cui l'Ing. David Settesoldi è Direttore Tecnico, il "soggetto realizzatore" delle indagini in questione da svolgersi nelle more e modalità previste dalle precipe specifiche tecniche regionali e con esplicito riferimento agli "Indirizzi e Criteri Generali per la Microzonazione Sismica" (in seguito denominati ICMS) approvati, nell'ottobre 2015, dal Dipartimento della Protezione Civile e dalla Conferenza delle Regioni e Province Autonome e per gli studi di modellazione idraulica quantitativa.

Il presente supporto "geologico – tecnico" al nuovo Piano Strutturale intende inoltre perseguire i seguenti obiettivi:

- correggere errori materiali ed incongruenze grafiche;
- aggiornare il quadro conoscitivo relativo ai rischi territoriali alle indicazioni normative di recente promulgazione compresa la relativa normativa di riferimento;
- provvedere allo svolgimento degli adempimenti man mano scadenzati dalla Autorità di Bacino del Fiume in merito alle proposte di modifica e/o formulazione di osservazioni relativamente alle perimetrazioni delle zone a pericolosità geomorfologica ed idraulica nei piani settoriali di bacino (P.A.I. per l'aspetto geomorfologico e rischio di frana e P.G.R.A. per la pericolosità idraulica sui corsi d'acqua costituenti il reticolo secondario).

In aggiunta a quanto sopra esposto è da evidenziare che in questi ultimi anni, nel tempo intercorso dalle date di approvazione del Piano Strutturale (anno 1997) e del Regolamento Urbanistico (anno 1998 con varianti negli anni 2000 e 2006), sono intervenute radicali modifiche legislative regionali e nazionali che obbligano il Comune di Reggello ad adeguare i propri strumenti urbanistici.

In particolare:

- la Regione Toscana ha adottato il Piano di Indirizzo Territoriale (PIT) con valenza paesaggistica;
- la Provincia di Firenze nel Gennaio 2013 ha approvato il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP);
- la Regione Toscana ha emanato il Regolamento Regionale n. 53/R che detta indicazioni di riferimento per in materia di indagini geologiche di supporto agli atti di pianificazione urbanistica;
- nel contesto delle attività demandate al Distretto dell'Appennino Settentrionale con il coordinamento della Autorità di Bacino del Fiume Arno, il Comitato Istituzionale Integrato ha adottato, nella seduta svoltasi a Roma in data 17 dicembre 2015, il Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA), come richiesto dalle due direttive europee 2000/60/CE e 2007/60/CE.

Il Comune di Reggello ha, inoltre, ritenuto opportuno provvedere, in questa fase di revisione ed aggiornamento dello strumento urbanistico, ad attivare le procedure di istanza di modificazione delle perimetrazioni di pericolosità geomorfologica del P.A.I. ai sensi degli artt. 27 e 32 delle stesse Norme di P.A.I..

Tale procedura è stata svolta mediante allestimento di nuovo tematismo geomorfologico posto alla attenzione e revisione congiunta da parte degli istruttori della Autorità di Bacino del Fiume Arno e Genio Civile di Firenze e si è conclusa, per le competenze della Autorità di Bacino del Fiume Arno, con emanazione del Decreto Dirigenziale Autorità di Bacino Fiume Arno n. 40 del 26.9.2016 relativo all'"adeguamento degli strumenti di governo del territorio" per l'approvazione delle modifiche della perimetrazione delle aree a pericolosità da

fenomeni geomorfologici di versante della cartografia di PAI per il territorio comunale, ai sensi dell'art. 27 delle salvaguardie del PAI stesso.

Nel presente aggiornamento “Gennaio 2017”, degli elaborati costituenti il presente supporto, si è provveduto ad indicare in “**rosso**” tutte le modifiche e/o variazioni rispetto al materiale allestito nel Settembre 2016 (adottato) apportate, a seguito delle indicazioni formulate in corso di istruttoria da parte della Regione Toscana – Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile – Settore Genio Civile Valdarno Superiore – Sede di Firenze (formalizzate con protocollo AOGRT/17392/N060060 del 13.01.2017 in relazione al deposito n. 3315 del 11.10.2016 – vedi documento allegato in appendice A alla presente relazione). Si è inoltre tenuto conto delle osservazioni d’ufficio favorevolmente accolte.

## **METODOLOGIA**

Sulla scorta delle esperienze maturate nella gestione di questi anni l'amministrazione comunale di Reggello ha ritenuto opportuno aggiornare il "quadro conoscitivo in materia di rischi territoriali" del Piano Strutturale in attuazione alle indicazioni in materia dettate dal D.P.G.R. 25 ottobre 2011, Regolamento Regionale n. 53/R - "Regolamento di attuazione dell'art. 62 della legge regionale 3 gennaio 2005, n. 1 (Norme per il governo del territorio) in materia di indagini geologiche".

In base alla Legge regionale n. 65 del 10 novembre 2014 "Norme per il governo del territorio", la Regione Toscana individua in Comuni, Province e in se stessa i soggetti preposti alla tutela, valorizzazione e gestione delle risorse del territorio, nell'ottica di uno sviluppo sostenibile che garantisca alle generazioni presenti e future migliori qualità di vita.

All'art. 104 della Legge regionale n. 65/2014 si evidenzia che lo scopo ultimo delle indagini geologiche e idrologiche-idrauliche è "verificare la pericolosità del territorio sotto il profilo geologico" e anche "sotto il profilo idraulico sulla base dell'alluvionabilità dei terreni" e per la riduzione del rischio sismico.

Tramite questa legge vengono messi al centro dell'operato concetti innovativi e moderni, come lo sviluppo sostenibile e la qualità della vita dei cittadini, che avevano fatto la loro prima comparsa nel quadro normativo nazionale nella Legge n. 183/1989 "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo".

La Regione Toscana recepisce, rielabora e concretizza molti concetti contenuti nella Legge n. 183/1989, in particolare un'azione di governo del territorio basata sulla conoscenza del territorio, che viene in itinere incrementata in un'ottica di collaborazione fra Regione, Province/Aree Metropolitane e Comuni.

Ogni Ente ha il suo strumento di pianificazione, la Regione approva il Piano di Indirizzo Territoriale (art. 88 e 89 della Legge regionale n. 65/2014) che opera a grande scala e individuando delle linee guida, mentre la Provincia/Area Metropolitana approvano il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale "P.T.C.P." (art. 90 della Legge regionale n. 65/2014) o il Piano Territoriale della Città Metropolitana "P.T.C.M.", operando già a una scala minore e infine il Comune provvede alla formazione del Piano Strutturale (art. 92 della suddetta Legge regionale) realizzandolo nel rispetto di quanto indicato nei due precedenti strumenti urbanistici.

In breve, la pianificazione territoriale viene realizzata da Regione, Province/Aree Metropolitane e Comuni, passando da una visione di insieme con indicazioni generali a un dettaglio sempre maggiore con studi puntuali del territorio e disposizioni ad hoc per una determinata area all'interno di quel territorio.

Con il D.P.G.R. 25 ottobre 2011, n. 53/R "Regolamento di attuazione dell'art. 62 della legge regionale 3 gennaio 2005, n. 1 (Norme per il governo del territorio) in materia di indagini geologiche" la Regione Toscana fornisce una accurata metodologia di lavoro per la realizzazione dei supporti geologici ad atti di pianificazione urbanistica, regolando e disciplinando:

- a) le direttive tecniche per le indagini atte a verificare la pericolosità del territorio sotto il profilo geologico, idraulico, la fattibilità delle previsioni e per la valutazione degli effetti locali e di sito in relazione all'obiettivo della riduzione del rischio sismico, di seguito indicate "indagini geologico-tecniche";
- b) la procedura del deposito delle indagini geologico-tecniche presso le strutture regionali competenti;
- c) le modalità del controllo delle indagini geologico-tecniche di cui sopra da parte della struttura regionale competente.

Nel presente studio si è, inoltre, tenuto conto degli indirizzi espressi dal piano territoriale di coordinamento provinciale (P.T.C.P. della Provincia di Firenze). Con Deliberazione del Consiglio Provinciale n. 1 del

10.01.2013 è stata approvata la variante di adeguamento del PTCP, ai sensi dell'art.17 della L.R. n. 1/05. L'avviso relativo all'approvazione è stato pubblicato sul Bollettino Ufficiale della Regione Toscana n. 11 del 13.03.2013. Lo strumento di pianificazione in oggetto ha acquistato efficacia dalla data di tale pubblicazione.

Il **piano territoriale di coordinamento provinciale (P.T.C.P.)** si propone di far sì che la pianificazione territoriale sia basata su una “compatibilità ecologica” connessa con i vincoli imposti dalla natura e sia nello stesso tempo capace di mutamenti e modificazioni in relazione alle corrispettive metamorfosi del territorio.

Si è inoltre tenuto conto dei contenuti del P.I.T. Piano di Indirizzo Territoriale con valenza di Piano Paesaggistico approvato con Del. C.R. n. 37 del 27.03.2015 relativamente alla propria invariante strutturale n. I sui caratteri idrogeomorfologica dei bacini idrografici e dei sistemi morfometrici (v. relativi abachi regionali).

In tale ottica, all'interno delle procedure relative alla redazione di un atto di pianificazione territoriale, la protezione idrogeologica non deve essere vista come una successione di vincoli e divieti, ma deve assumere una connotazione di supporto alla realizzazione di un “piano-processo”, capace di comporsi in maniera flessibile alla successione di eventi di diversa natura.

La finalità ultima è quella di prendere visione dell'attuale struttura del territorio e stimare la compatibilità della sua utilizzazione con le sue caratteristiche fisiche.

Questo processo si effettua tramite la valutazione del rischio che si possano verificare differenti eventi calamitosi e/o di dissesto idrogeologico.

Un tale livello di indagine si pone i seguenti obiettivi:

- rendere disponibili informazioni dettagliate sia sulle caratteristiche idrogeomorfologiche del territorio comunale, che sulle qualità geologico-tecniche del terreno e del suo probabile comportamento, quando sia sottoposto a sollecitazioni dinamiche, garantendo un livello di precisione il cui costo sia compatibile con le finalità proprie di uno strumento urbanistico e raffrontabile ai benefici conseguenti alla sua attuazione;
- rendere disponibili tali conoscenze sin dalle prime fasi del processo di selezione (scelta delle aree e relative destinazioni d'uso) in modo da concentrare l'attenzione su quelle con minori problematiche;
- consentire scelte supportate da dati oggettivi imponendo la predisposizione di dettagliati piani di indagine, progetti di consolidamento e di predisposizione di accorgimenti per la riduzione del rischio idraulico e relativi controlli di cui siano noti i costi ed i probabili effetti nelle aree che presentano problemi di stabilità e rischio idraulico;
- fornire informazioni di buona precisione, anche se non esaustive, per interventi diversi da quelli strettamente urbanistico-edilizi”.

Inoltre, occorre ricordare che per la realizzazione del presente supporto geologico-tecnico alla revisione generale del quadro conoscitivo di riferimento del Piano Strutturale, oltre alle normative nazionali e regionali (che verranno meglio approfondite nel paragrafo successivo), sono state tenute presenti le salvaguardie dettate dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno mediante:

- D.P.C.M. 5 novembre 1999, n. 226 “Approvazione del piano stralcio relativo alla riduzione del rischio idraulico del Bacino del Fiume Arno”;
- “Approvazione del piano di bacino del F. Arno, stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) e delle relative misure di salvaguardia”, approvato con D.P.C.M. del 6.5.2005 (limitatamente all'aspetto relativo alla pericolosità per frana

e rischio geomorfologico) attuando le procedure per le modifiche di tali perimetrazioni ai sensi degli artt. 27 e 32 delle stesse N.T.A. el P.A.I.;

- “Approvazione del piano di bacino del F. Arno, stralcio Bilancio Idrico e delle relative misure di salvaguardia”, adottato in via definitiva dal Comitato Istituzionale del 18 luglio 2012 con delibera n. 222 e definitivamente approvato con D.P.C.M. del 20.2.2015 che detta disposizioni generali e misure di attenzione in funzione della capacità di ricarica dei principali acquiferi individuati nel materasso alluvionale del Fiume Arno;
- approvazione, in data 3 marzo 2016 con Deliberazione del Comitato Istituzionale della Autorità di Bacino del Fiume Arno n. 235, del Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA), come richiesto dalle due direttive europee 2000/60/CE e 2007/60/CE, nel contesto delle attività demandate al Distretto dell’Appennino Settentrionale con il coordinamento della Autorità di Bacino del Fiume Arno.

In relazione a tali normati:

- per quanto concerne gli aspetti inerenti la pericolosità geomorfologica gli elaborati del presente quadro conoscitivo rappresentano il risultato del percorso intrapreso per la modifica dei relativi azzonamenti ai sensi degli artt. 27 e 32 delle stesse NTA di P.A.I. del Bacino Arno conclusosi con emanazione del Decreto Dirigenziale Autorità di Bacino Fiume Arno n. 40 del 26.9.2016;
- relativamente all’aspetto idraulico, come dettagliato nel “verbale di conferenza dei servizi” del 29.10.2015, tenutasi in via preliminare con i funzionari del Genio Civile di Firenze e della Autorità di Bacino del F. Arno, si è provveduto a svolgere studi di modellazione quantitativa sui corsi d’acqua di cui al dettaglio che segue: borro Sant’Ellero, torrente Vicano, torrente Marnia, borro Trana, borro di Capannone, fosso San Carlino, fosso di Tornia, fosso di Leccio, fosso di Cetina, torrente Chiesimone, borro di Ricavo, borro di Castelnuovo, borro Orecchie, torrente Resco Cascese, torrente Resco Simontano, borro Pilano, borro di Colmate. Tali studi (condotti da West System srl – divisione Physis \_ Ing. David Settesoldi) a seguito di validazione da parte dell’Ente preposto (Genio Civile in quanto corsi d’acqua secondari) costituiranno oggetto di stanza per ripermetrazione delle zone a pericolosità idraulica (sui corsi secondari) del P.G.R.A. da parte della Autorità di Bacino del Fiume Arno.

Questa breve introduzione ha lo scopo di sottolineare come il presente aggiornamento del quadro conoscitivo in materia “geologica” del Piano Strutturale rappresenti uno strumento di grande valore per attingere informazioni disponibili presso altri Enti e per approfondire le conoscenze sul territorio, in un ottica di piena collaborazione fra tutti i soggetti coinvolti direttamente o indirettamente nel governo del territorio.

Partendo dalle citate elaborazioni di “quadro conoscitivo di riferimento”, precedentemente sviluppate, per l’espletamento del presente programma di lavoro, è stata adottata, come metodologia di base, quanto espressamente contenuto nel D.P.G.R. 25 ottobre 2011, n. 53/R “Regolamento di attuazione dell’art. 62 della legge regionale 3 gennaio 2005, n. 1 (Norme per il governo del territorio) in materia di indagini geologiche”, oltre a tener conto delle salvaguardie di cui all’art. 36 della Disciplina di Piano del P.I.T. approvato con Del. C.R. 24 luglio 2007, n. 72.

In attuazione al comma 2.1 dell’allegato A al D.P.G.R. n. 25 ottobre 2011, n. 53/R, i contenuti delle presenti indagini si articolano in:

- **Sintesi delle conoscenze**

**- Analisi ed approfondimenti**

**- Valutazioni di pericolosità**

Nel dettaglio, per quanto concerne i tematismi cartografici previsti dalle disposizioni regionali in materia di supporto geologico alla pianificazione urbanistica, si è provveduto alla nuova elaborazione dei **tematismi cartografici con cartografie tematiche in scala 1:10.000 e approfondimenti in scala 1:5.000** (come codificato al paragrafo B del punto 2.1 e al punto 2.2 dell'allegato A al Regolamento 53/R) secondo le specifiche sotto dettagliate.

Relativamente alle zone di approfondimento assoggettate a studi di microzonazione sismica il programma di lavoro è stato sviluppato secondo quanto definito dalla Regione Toscana nella propria Delibera n. 971 del 25.11.2013, dove all'appendice 1 viene 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 le 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 compendio con la Struttura Regionale deputata, ha individuato le seguenti aree (così come definite nel verbale di conferenza dei servizi del 29.10.2015):

- > capoluogo di Reggello (comprendente l'areale di Cascia)
- > frazione di Tosi
- > frazione di Donnini
- > frazione di San Clemente
- > frazione di Leccio
- > frazione di Ciliegi
- > frazione di Vaggio
- > frazione di Matassino

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.

2) Indicazione del quantitativo minimo e delle tipologie di indagine da realizzare

Relativamente alle cartografie geologiche e geomorfologiche si è fatto, in prima fase, riferimento alle cartografie in scala 1:10.000 realizzate per l'intero territorio comunale nell'ambito del presente supporto geologico tecnico al Piano Strutturale del Comune di Reggello. Tali cartografie sono state realizzate mediante le recenti indicazioni della cartografia regionale CARG e con appositi rilievi di campagna di dettaglio. Si è poi

provveduto ad appositi rilievi in campagna, in scala di dettaglio (1:2.000 e 1:5.000), per la migliore definizione degli assetto geologici ed identificazioni litologiche nelle zone di estensione dei centri urbani e per la precisa definizione dell'estensione delle coltri.

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 (vedi elaborati Enki srl aprile 2016):

- n. 6 prove sismiche 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, per caratterizzare dinamicamente sia la copertura presente sia il substrato roccioso ed individuarne la morfologia del tetto del substrato roccioso;
- n. 6 prove sismiche a rifrazione di tipo Masw per caratterizzare la velocità delle onde sismiche di taglio nel suolo e definire la categoria sismica di sottosuolo secondo le N.T.C. 2008;
- n. 51 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
- e a compendio delle varie cartografie allestite la presente relazione tecnica illustrativa.

Per le nove frazioni come sopra dettagliate sono pertanto stati realizzati tutti i tematismi dettagliati mediante elaborazioni e rilievi su base cartografica C.T.R. in scala 1:2.000, poi editati in scala 1:5.000.

Si riassume nella sottostante tabella descrittiva il dettaglio degli elaborati costituenti il presente studio di supporto al nuovo Piano Strutturale.

## **ELABORATI del SUPPORTO GEOLOGICO – TECNICO COSTITUENTI ADEGUAMENTO DEL QUADRO CONOSCITIVO del P.S. Aspetti geologico, geomorfologico, sismico e idrogeologico (Geo Eco Progetti)**

<b>Sigla Elaborato</b>	<b>Titolo</b>	<b>Scala</b>	<b>Data di emissione</b>
<b>R.GEO 01</b>	<b><i>Relazione geologico-tecnica</i></b>		
<b>T.GEO 01</b>	Carta geologica (quadranti NW, NE, SW e SE)	1:10.000	settembre 2016
<b>T.GEO 02</b>	Carta litologico tecnica (NW, NE, SW e SE)	1:10.000	settembre 2016
<b>T.GEO 03</b>	<b>Carta geomorfologica (NW, NE, SW e SE)</b>	1:10.000	settembre 2016 gennaio 2017
<b>T.GEO 04</b>	Carta delle pendenze (NW, NE, SW e SE)	1:10.000	settembre 2016
<b>T.GEO 05</b>	<b>Carta della pericolosità geologica (NW, NE, SW e SE)</b>	1:10.000	settembre 2016



			gennaio 2017
<b>T.GEO 06</b>	Carta della vulnerabilità degli acquiferi (NW, NE, SW e SE)	1:10.000	settembre 2016
<b>T.GEO 07A</b>	Carta delle indagini (Tosi, Donnini, San Clemente, Ciliegi., Matassino)	1:5.000	settembre 2016
<b>T.GEO 07B</b>	Carta delle indagini (Capoluogo/Cascia, Leccio, Vaggio)	1:5.000	settembre 2016
<b>T.GEO 08A</b>	Carta delle frequenze (Tosi, Donnini, San Clemente, Ciliegi., Matassino)	1:5.000	settembre 2016
<b>T.GEO 08B</b>	Carta delle frequenze (Capoluogo/Cascia, Leccio, Vaggio)	1:5.000	settembre 2016
<b>T.GEO 09A</b>	Carta geologico tecnica per la microzonazione sismica (Tosi, Donnini, San Clemente, Ciliegi., Matassino)	1:5.000	settembre 2016 gennaio 2017
<b>T.GEO 09B</b>	Carta geologico tecnica per la microzonazione sismica (Capoluogo/Cascia, Leccio, Vaggio)	1:5.000	settembre 2016 gennaio 2017
<b>T.GEO 10A</b>	Carta delle MOPS (Tosi, Donnini, San Clemente, Ciliegi., Matassino)	1:5.000	settembre 2016 gennaio 2017
<b>T.GEO 10B</b>	Carta delle MOPS (Capoluogo/Cascia, Leccio, Vaggio)	1:5.000	settembre 2016 gennaio 2017
<b>T.GEO 11A</b>	Carta della pericolosità sismica (Tosi, Donnini, San Clemente, Ciliegi., Matassino)	1:5.000	settembre 2016 gennaio 2017
<b>T.GEO 11B</b>	Carta della pericolosità sismica (Capoluogo/Cascia, Leccio, Vaggio)	1:5.000	settembre 2016 gennaio 2017
<b>T.GEO 12</b>	Sezioni geologico-tecniche con indicazione zone MOPS	1:5.000	settembre 2016 gennaio 2017
<b>A.GEO 01</b>	Allegato 01 – Dato di base – Sondaggi geognostici, stratigrafie pozzi e analisi di laboratorio (elaborato in formato digitale)		settembre 2016
<b>A.GEO 02</b>	Allegato 02 – Dato di base – Prove penetrometriche (elaborato in formato digitale)		settembre 2016
<b>A.GEO 03</b>	Allegato 03 – Dato di base – Indagini sismiche (elaborato in formato digitale)		settembre 2016
<b>Indagini sismiche in sito propedeutiche alla realizzazione della cartografia MOPS realizzate dalla società ENKI s.r.l.</b>			
	Indagini geofisiche integrate di caratterizzazione sismica e propedeutiche alla redazione di cartografie di microzonazione sismica Mops e pericolosità sismica per il “Nuovo Piano Strutturale con aggiornamento del quadro conoscitivo) - n. 1 fascicolo con certificazioni - tavv. 01A e 02B - carte delle indagini - tavv. 02A e 02B - carte delle frequenze - tavv. 03A e 03B – carte di dettaglio indagini		aprile 2016

#### Aspetti idraulico (West System srl\_divisione Physis)

- R.IDR.01** – Relazione idrologica e idraulica
- A.IDR.01** – Tabulati verifiche idrauliche
- A.IDR.02** – Sezioni fluviali e livelli idrometrici
  
- T.IDR.01** – Carta del contesto idraulico [scala 1:20'000]
- T.IDR.02\_NW** – Planimetria caratteristiche modello idraulico [scala 1:10'000]
- T.IDR.02\_SW** – Planimetria caratteristiche modello idraulico [scala 1:10'000]
- T.IDR.03.1** – Profili longitudinali per i tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni, per borro Sant'Ellero, torrente Vicano, Marnia, borro Trana, di Capannone, fosso San Carlino, di Tornia, di Leccio e di Cetina [scala varie]
- T.IDR.03.2** – Profili longitudinali per i tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni per torrente Chiesimone, borro di Ricavo, di Castelnuovo e Orecchie [scala varie]
- T.IDR.03.3** – Profili longitudinali per i tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni per torrente Resco Cascese, torrente Resco Simontano, borro Pilano, borro di Colmate [scala varie]
- T.IDR.04.1\_NW** – Battenti di esondazione e velocità di propagazione per i tempi di ritorno di 30 anni [scala

		1:10'000]
<b>T.IDR.04.1_SW</b>	–	Battenti di esondazione e velocità di propagazione per i tempi di ritorno di 30 anni [scala 1:10'000]
<b>T.IDR.04.2_NW</b>	–	Battenti di esondazione e velocità di propagazione per i tempi di ritorno di 200 anni [scala 1:10'000]
<b>T.IDR.04.2_SW</b>	–	Battenti di esondazione e velocità di propagazione per i tempi di ritorno di 200 anni [scala 1:10'000]
<b>T.IDR.04.3_NW</b>	–	Battenti di esondazione e velocità di propagazione per i tempi di ritorno di 500 anni [scala 1:10'000]
<b>T.IDR.04.3_SW</b>	–	Battenti di esondazione e velocità di propagazione per i tempi di ritorno di 500 anni [scala 1:10'000]
<b>T.IDR.05_NW</b>	–	Planimetria delle aree inondabili [scala 1:10'000]
<b>T.IDR.05_SW</b>	–	Planimetria delle aree inondabili [scala 1:10'000]
<b>T.IDR.06_NW</b>	–	Planimetria della pericolosità idraulica ai sensi del regolamento 53/R [scala 1:10'000]
<b>T.IDR.06_SW</b>	–	Planimetria della pericolosità idraulica ai sensi del regolamento 53/R [scala 1:10'000]
<b>T.IDR.07_NW</b>	–	Planimetria della pericolosità idraulica ai sensi del PGRA [scala 1:10'000]
<b>T.IDR.07_SW</b>	–	Planimetria della pericolosità idraulica ai sensi del PGRA [scala 1:10'000]

Gli elaborati costituenti la “**sintesi delle conoscenze**” evidenziati **in nero** sono quelli del “quadro conoscitivo di riferimento” elaborato ed aggiornato rispetto al precedente supporto geologico al Piano Strutturale, (Dott. Pellegrino Innocenti).

Gli elaborati costituenti le “**analisi ed approfondimenti**” evidenziati **in colore blu** consistono in elaborazioni di tematismi cartografici, realizzati anche in scala di maggior dettaglio (1:5.000) per le frazioni sopra riportate e per i corso d’acqua su cui svolgere modellazioni quantitative e prescelti dall’Amministrazione congiuntamente ai funzionari Istruttori del Genio Civile di Firenze e del Servizio Prevenzione Sismica della Regione Toscana, finalizzati alla acquisizione di conoscenze prodromiche alla realizzazione della carta della pericolosità sismica ed idraulica.

Gli elaborati costituenti le “**valutazioni di pericolosità**” evidenziati **in colore violetto** sono costituiti da:

**Carta della pericolosità geologica** di nuovo allestimento, in attuazione del regolamento 53/R in scala 1:10.000 (Elaborato G.05). Su tali elaborati sono state, inoltre, riportate con apposita indicazione le aree classificate come P.F.4 e P.F.3 (“perimetrazione delle aree a pericolosità da frana” secondo le modifiche agli elaborati di PAI approvate con Decreto Dirigenziale Autorità di Bacino Fiume Arno n. 40 del 26.9.2016 e pertanto soggette alle relative salvaguardie.

**Carta della pericolosità sismica** in scala 1:5.000 realizzata in attuazione alle indicazioni tecniche dettate dal Regolamento Regionale n. 53/R e dagli ICMS.

**Carta della pericolosità idraulica** realizzata in scala 1:10.000 per l’intero territorio comunale, in attuazione alle indicazioni tecniche dettate dal Regolamento Regionale n. 53/R. Per i tratti in fregio al Fiume Arno si è provveduto mediante gli azzonamenti di cui al P.G.R.A.. Per i corsi d’acqua “secondari”, di cui all’elenco del verbale di conferenza dei servizi del 29.10.2015 si è provveduto secondo i risultati degli appositi studi di modellazione. Il criterio qualitativo (morfologico/storico inventariale dei trascorsi episodi di esondazione) per le rimanenti porzioni del territorio comunale.

Infine, occorre sottolineare che la cartografia realizzata nel presente adeguamento del supporto geologico – tecnico al piano strutturale concorre a formare il quadro conoscitivo del territorio in esame e risulta di fondamentale importanza per utilizzare lo stesso secondo il principio dello sviluppo sostenibile.

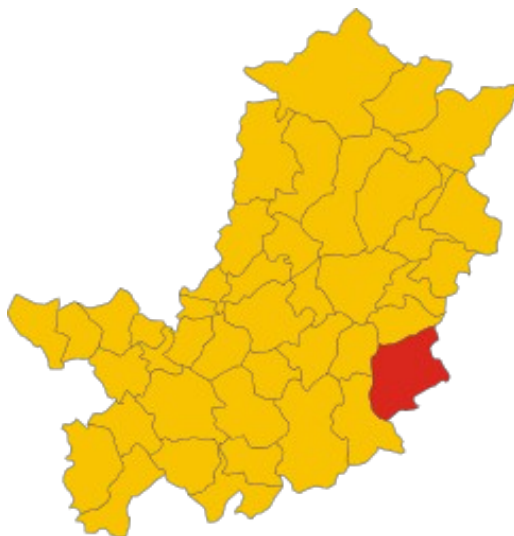
A questo scopo è importante evidenziare che tutta la cartografia tematica del Piano è georeferenziata nel sistema di riferimento Gauss Boaga, e perciò coerente con la topografia della Carta Tecnica Regionale scala 1:10.000 / 1:2.000.

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 geologico-tecnica**" (elaborato R.GEO.01).

## 1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO e MORFOLOGICO

Posto nel settore orientale della Provincia di Firenze al confine con quella di Arezzo, il territorio comunale ricade nella porzione orientale del Valdarno Superiore e si sviluppa su una superficie di 121,68 kmq, in un ampio settore, interamente ubicato in destra idraulica del Fiume Arno e delimitato dal suo corso e dalle pendici della catena montuosa del Pratomagno. L'area confina amministrativamente a nord con il Comune di Pelago, ad ovest con i Comuni di Rignano sull'Arno e Figline e Incisa Valdarno (confini segnati dal corso del Fiume Arno), a est coi Comuni di Castel San Niccolò e Montemignaio, mentre a sud con il Comune di Castelfranco Pian di Scò.



*Ubicazione del Comune di Reggello*

Il territorio comunale di Reggello fa parte dell'unità geografica del bacino del Fiume Arno, compreso tra il fondo valle dello stesso F. Arno (corso d'acqua che ne delimita territorialmente il perimetro occidentale) e la catena montuosa del Pratomagno (che ne definisce il limite territoriale orientale).

Le quote variano dai circa 100,0 m s.l.m. della località Sant'Ellero alla confluenza tra il Fiume Arno e il Torrente Vicano di Sant'Ellero, ai circa 1.530,0 m s.l.m. presso Poggio Uomo di Sasso; il capoluogo del comune è posto a una quota media di 390,0 m s.l.m..

Il paesaggio presenta una forte variabilità dei caratteri morfologici strettamente legati alla natura dei terreni.

In linea generale si possono distinguere tre grandi unità paesaggistiche, molto diverse tra loro, anche se ciascuna con caratteri omogenei. La prima comprende le aree di pianura alluvionale, mentre le altre corrispondono a due grandi fasce, rispettivamente collinare e montuosa, che si sviluppano in direzione circa N-S, parallele al corso dell'Arno e al crinali dei monti del Pratomagno.

Il fondovalle del Fiume Arno e dei suoi affluenti maggiori, è caratterizzato da pianure alluvionali relativamente strette, formata in gran parte da terrazzi fluviali. Si tratta di aree antropizzate, in ciò favorite dalla morfologia pianeggiante e dalla presenza dei due corsi d'acqua che, fin dall'antichità, hanno rappresentato le principali direttrici di traffico.

In particolare, nella fascia lungo il Fiume Arno è presente l'aggregato dell'area commerciale del Leccio e gli abitati di Matassino e Vaggio.

Subito a monte delle aree alluvionali si ha una fascia a morfologia prevalentemente collinare, con forme tondeggianti e pendenze contenute, che si estende circa N-S in corrispondenza dei depositi appartenenti principalmente al substrato da calcareo marnoso ad argillitico marnoso, in cui si è sviluppato un reticolo idrografico ramificato, afferente al Fiume Arno e ai suoi principali affluenti (Torrente Vicano di Sant'Ellero e Torrente Resco). In corrispondenza di questi rilievi collinari si ubicano alcuni dei principali centri abitati, tra cui il Capoluogo, Cascia, Pietrapiana e Donnini. Intorno ai suddetti nuclei urbani rimangono numerose aree destinate ad attività agricole, in particolare colture seminative, vigneti e oliveti. In questo settore le valli sono generalmente larghe e piatte, i versanti convessi o rettilinei, sebbene i corsi d'acqua che vi scorrono abbiano talora generato numerose vallecole dai fianchi ripidi.

Infine la porzione orientale del territorio comunale è costituito da forme morfologiche con pendenze più accentate poste in corrispondenza dei settori di maggior rilievo del settore occidentale della catena montuosa del Pratomagno, caratterizzato da vegetazione a bosco ceduo e da un substrato geologico costituito principalmente da rocce di natura arenacea.

## **2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E NOTAZIONI STRATIGRAFICHE**

Il territorio comunale di Reggello risulta particolarmente interessante e complicato dal punto di vista geologico. Infatti è caratterizzato dalla presenza di terreni appartenenti a unità diverse che sono stati coinvolti in movimenti di sovrascorrimento legati alla orogenesi appenninica.

Il territorio del Comune di Reggello è collocato ai piedi e nella porzione occidentale e nord-occidentale (versante valdarnese) della dorsale del Pratomagno che, da un punto di vista strutturale, consiste in una grossa monoclinale con immersione verso NE, con versanti, corrispondenti al versante di testata di strato, maggiormente ripidi e incisi da valli che, pur essendo incassate, sono comparativamente più brevi (Torrente Vicano di Sant'Ellero e Torrente Resco).

Da un punto di vista geologico appartiene alla fascia centrale della catena orogenetica dell'Appennino settentrionale, parte integrante della fascia di deformazione perimediterranea sviluppatasi prevalentemente in tempi neogenici e costituita da una struttura complessa di falde e thrust formatasi in relazione a più fasi tettoniche. Queste sono legate agli eventi verificatisi a partire dal Cretaceo superiore in seguito alla completa chiusura dell'Oceano Ligure-Piemontese ed alla successiva collisione continentale tra la placca europea e quella adriatica.

In tale contesto si distinguono una fase oceanica ed una fase ensialica. La fase oceanica inizia al limite tra il Cretaceo inferiore ed il Cretaceo superiore, e termina nell'Eocene medio con la completa chiusura dell'Oceano Ligure-Piemontese. Durante questa fase si forma un prisma d'accrezione costruito dall'impilamento per sottoscorrimento verso W delle coperture oceaniche e di parte del loro basamento, che andranno così a costituire le cosiddette Unità Liguri. Segue, nell'Eocene medio-superiore la collisione tra il margine continentale europeo (Sardo-corso) e quello adriatico che dà inizio alla fase intracontinentale dell'orogenesi appenninica. In questa fase si ha lo sviluppo di una tettonica a thrust e falde con sottoscorrimento verso W dell'Unità Toscane, prima, e di quelle Umbro-marchigiane poi, sotto le unità precedentemente impilate. Fenomeni gravitativi e di retroscorrimento, anche importanti, accompagnano in superficie questa strutturazione crostale. In questa fase il fronte compressivo, che migra verso E, è seguito, a partire dal Miocene medio, da un fronte distensivo, legato alla distensione crostale che ha portato all'apertura del Bacino Tirrenico. Attualmente i due regimi tettonici diversi coesistono in due fasce contigue della catena: nel versante tirrenico è attivo il regime distensivo, in quello adriatico quello compressivo.

Da un punto di vista regionale questa complessa storia tettonica ha portato prima (Cretaceo superiore-Eocene) allo sradicamento delle Unità Liguri dal loro substrato oceanico e al loro appilamento su se stesse secondo un ordine tettonico-geometrico che vede in alto le unità più interne e in basso le più esterne, tra cui ricordiamo l'Unità della Calvana. Tutto questo complesso di Unità Liguri sovrasta tettonicamente l'Unità di Canetolo (Eocene-Oligocene) attribuita a una zona di transizione con il margine continentale adriatico. Successivamente, dopo la messa in posto della Falda Toscana (Dominio Toscano interno), avvenuta nel Miocene medio-superiore, sopra la più esterna Unità Cervarola-Falterona, le Unità Liguri si sono rimosse, per mettersi in posto prima sopra la Falda Toscana, e poi sopra l'Unità Cervarola-Falterona già sovrascorsa verso E (Tortoniano) sulla Marnoso arenacea del Dominio Umbro-Marchigiano.

Successivamente alla loro prima messa in posto, i principali accavallamenti sono stati rimobilizzati e riattivati secondo sovrascorrimenti minori interni alle varie unità, dando localmente geometrie molto complesse con sovrascorrimenti precedentemente tagliati e ripiegati da quelli successivi. Tali fasi compressive sono riferibili principalmente al Messiniano, al Pliocene inferiore e nei settori più esterni al Pliocene superiore.

Nel frattempo erano cominciati nelle aree più occidentali i movimenti disgiuntivi che hanno portato, attraverso una serie di faglie normali principali immergenti verso W, allo smembramento della catena a falde, precedentemente costituita, con lo sviluppo di depressioni tettoniche a semi graben (bacini intermontani) sempre più giovani da W verso E, tra cui ricordiamo il bacino del Valdarno superiore, sviluppatosi a partire dal Pliocene superiore, e i bacini di Firenze-Pistoia, del Mugello e del Casentino, attivi dal Pleistocene inferiore.

Questi bacini estensionali sono stati interessati anche da vari eventi compressivi, che si sarebbero alternati alla prevalente tettonica estensionale. Vi sono ancora indeterminazioni nel definire queste pulsazioni, se siano da mettere in relazione con generali shock compressivi dell'intera catena appenninica, oppure se siano legate a costipamento laterale causato da repentini approfondimenti dei bacini in concomitanza con pulsazioni estensive maggiormente pronunciate legate alle maggiori compressioni nella zona esterna della catena.

In particolare e con riferimento ai suddetti bacini, il Comune di Reggello si estende all'interno del bacino del Valdarno Superiore.

Questo è uno dei bacini intermontani più estesi dell'Appennino Settentrionale, ubicato tra la dorsale del Pratomagno e i Monti del Chianti e costituisce una depressione tettonica asimmetrica, allungata in direzione NO-SE per circa 35 km, con una larghezza massima di 15 km.

Il bacino è riempito da circa 550 m di depositi fluvio-lacustri di età compresa fra il Pliocene superiore ed il Pleistocene medio.

Il substrato del bacino è costituito principalmente dalle arenarie oligoceniche-mioceniche del Macigno, nel margine sud-occidentale, e dalle arenarie mioceniche del Falterona-Cervarola nel margine nord-orientale.

Nella stretta di Incisa e nella soglia di Rignano, alla base dei depositi fluvio-lacustri, affiorano lembi di unità liguri e sub-liguri che localmente sormontano le arenarie oligoceniche e mioceniche.

Il bacino presenta una marcata asimmetria strutturale, con il margine sud-occidentale poco inclinato e il margine nord-orientale molto inclinato in corrispondenza del quale, alla base della dorsale del Pratomagno, si è impostato il sistema di faglie principali.

L'evoluzione tettonico-sedimentaria del bacino del Valdarno superiore è caratterizzata da tre fasi tettoniche di approfondimento legate a momenti di attivazione e riattivazione di faglie dirette ad andamento appenninico (NO-SE) ed alle quali sono associate altrettanti episodi di sedimentazione. Gli eventi deposizionali sono quindi riconducibili a tre principali fasi dell'evoluzione geologica del bacino valdarnese che vide la sua prima formazione nel Pliocene superiore, un suo successivo ampliamento nel Pleistocene inferiore ed una definitiva fase di colmamento nel Pleistocene medio.

Si sono così accumulate tre successioni distinte, separate da limiti netti, rappresentati da discordanze angolari, *hiatus* deposizionali e superfici di erosione estese su tutto il bacino. Dato il contenuto paleontologico di queste

successioni è possibile collocare questa evoluzione tettonico-sedimentaria a cavallo tra il Pliocene superiore ed il Pleistocene medio-superiore.

Una quarta fase di erosione e terrazzamento si ebbe nel Pleistocene superiore con la formazione di una rete idrografica simile all'attuale.

Le successioni sedimentarie individuate nel Valdarno superiore sono separate da discordanze stratigrafiche nette, per questo motivo è importante assumere il concetto di UBSU (Unconformity Bounded Stratigraphic Unit o Unità a Limiti Inconformi).

Il Sintema è l'unità fondamentale delle UBSU il cui nome deriva dal greco "syn" (insieme) e "them" (deposito di). Se utile e necessario, un Sintema può essere suddiviso in due o più Sub-sintemi e due o più Sintemi possono essere raggruppati in un Super-sintema.

Pertanto nel territorio comunale oltre che le Unità Liguri, Sub Liguri e Toscane, affiorano i termini del Sintema del Valdarno Superiore, costituiti da sedimenti di origine fluvio-lacustre di età plio-pleistocenica. 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.

Dal punto di vista geologico il territorio comunale si può dividere quindi, in maniera schematica, in due zone, una occidentale caratterizzata dalla presenza di terreni flyschoidi da calcareo marnosi ad argillitico marnosi e arenaceo siltitici appartenenti al Dominio Ligure (Unità di Monte Morello) e Subligure (Unità di Canetolo), e l'altra orientale con presenza di terreni appartenenti alle formazioni torbiditiche arenacee del Dominio Toscano (Unità di M. Cervarola e Falda Toscana). Nella porzione centrale e occidentale del territorio comunale, come substrato dei depositi dei Sintemi del Valdarno superiore, si rinvengono i terreni flyschoidi da calcareo marnosi ad argillitico marnosi e arenaceo siltitici appartenenti al Dominio Ligure (Unità di Monte Morello) e Subligure (Unità di Canetolo)

Le rocce più antiche affioranti nell'area in esame 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 del Dominio Toscano (Unità di M. Cervarola – Falterona e Falda Toscana), a seguito del sovrascorrimento e sovrapposizione in età miocenica (medio-superiore) delle Unità Liguri e Sub-Liguri sui terreni appartenenti al Dominio Toscano.

In particolare, nel settore di interesse le formazioni cretacico-eoceniche dell'Unità di Monte Morello sono composte principalmente dalla Formazione di Sillano, costituita dall'alternanza di prevalenti argilliti, calcilutiti, marne calcaree e argillitiche e livelli arenacei e calcarenitici, dalla Pietraforte costituita da arenarie e siltiti e dalla Formazione di Monte Morello, flysch carbonatico costituito da prevalenti calcari marnosi, calcari micritici, marne e subordinati livelli argillitici. Le formazioni paleocenico-oligoceniche del Dominio Subligure sono costituite da formazioni prevalentemente argillitico-calcaree (i.e Argille e Calcari di Canetolo) e da depositi torbiditici arenacei (Arenarie di Monte Senario) con associati depositi calcareo marnosi e arenaceo calcarei (Brecce di Monte Senario).

Per quanto riguarda le formazioni torbiditiche oligo-mioceniche del Dominio Toscano, affiorano le litologie appartenenti alla formazione delle Arenarie del M. Falterona nelle sue varietà di litofacies, da quella arenaceo torbiditica con intercalazioni pelitico siltitiche, a quella olistostromica caratterizzata da brecce argillose e



calcaree in matrice argillitica e alla Falda Toscana contraddistinta dalla presenza della formazione del Macigno nel litofacies tipica arenacea, della litofacies marnosa (Marne dei San Polo) e della litofacies olistostromica.

Per quanto riguarda i depositi Plio-pleistocenici il Sintema del Valdarno Superiore è suddiviso in tre Sub-sintemi: il Sub-sintema di Monticello-Ciuffenna (terza fase deposizionale fluvio-lacustre), il Sub-sintema di Montevarchi (seconda fase deposizionale fluvio-lacustre) e il Sub-sintema di Castelnuovo (prima fase deposizionale fluvio-lacustre).

I terreni del Sub-sintema di Castelnuovo (prima fase deposizionale fluvio-lacustre) costituiscono la prima fase del riempimento del bacino valdarnese. Infatti alla fine del Pliocene esisteva già all'altezza di Castelnuovo dei Sabbioni una conca lacustre, più stretta del successivo bacino villafranchiano, nella quale si depositarono, trasportati dai corsi d'acqua provenienti dai Monti del Chianti, abbondanti spessori di argille lignitifere e di sabbie. Questi sedimenti si rinvengono in affioramento unicamente in sinistra d'Arno e non si ritrovano pertanto in Comune di Reggello.

Nel Pleistocene inferiore, in seguito all'ampliamento del bacino, comincia la deposizione dei sedimenti della seconda fase (Sub-sintema di Montevarchi). Nelle aree centrali della conca lacustre si ebbe la sedimentazione di terreni a granulometria prevalentemente fine costituenti tale sub-sintema. In corrispondenza dei corsi d'acqua che scendevano dai rilievi circostanti si formavano invece apparati di delta-conoide caratterizzati da sedimenti più grossolani.

Dopo una lacuna di circa un milione di anni, nel Pleistocene medio cominciò la fase di colmamento subaereo (terza fase). In prossimità delle dorsali del Pratomagno e del Chianti essa è rappresentata dai depositi di ciottolami e sabbie di conoide riconducibili al gruppo del T. Ciuffenna. Nella parte assiale del bacino invece si ebbe la deposizione di sedimenti fluviali, attribuibili al gruppo di Monticello.

All'interno del Comune di Reggello si possono incontrare unità geologiche riconducibili al Sub-sintema di Monticello-Ciuffenna e a quello di Montevarchi.

Per quanto riguarda i depositi alluvionali, questi sono presenti in maniera diffusa lungo i corsi d'acqua principali (Fiume Arno) e dei loro affluenti.

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

In particolare il settore in esame è caratterizzato principalmente dalla presenza di depositi eluvio-colluviali, costituiti da materiale con elementi eterometrici prevalentemente fini in abbondante matrice sabbioso-limosa, derivanti da trasporto per ruscellamento e di depositi detritici di versante e di frana, costituiti da accumuli di materiale litoide eterometrico. Inoltre nei settori vallivi si riscontrano i depositi alluvionali recenti e attuali, costituiti da ciottolami in matrice limoso-sabbiosa con tessitura da clasto a matrice sostenuta, ghiaie, sabbie e limi talora variamente pedogenizzati.

In corrispondenza dei settori urbanizzati si ha la presenza di terreni antropici di riporto.

I terreni oggetto di studio appartengono pertanto, per la quasi totalità, ad eccezione dei depositi di copertura, alle formazioni del substrato cretaceo-cenozoico e le suddivisioni litostratigrafiche o allostratigrafiche che sono proposte in letteratura permettono di avere un quadro completo ed esaustivo dei caratteri litologici e sedimentologici, nonché del significato paleo-ambientale della successione in esame.

A corredo delle carte geologico-tecniche, per ciascun centro urbano di interesse, sono state realizzate alcune sezioni geologiche (elaborato T.GEO 12) rappresentative del modello geologico del sottosuolo. Tali sezioni sono state 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).

## **2.1 DESCRIZIONE DELLE FORMAZIONI**

In dettaglio, nell'area del Comune di Reggello, si ritrova, dall'alto verso il basso stratigrafico e 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 (h5) individuati nelle aree urbane dei centri abitati.

### **DEPOSITI QUATERNARI**

Sono costituiti dalle coltri detritiche riconducibili a:

- coltri di frana (F)
- depositi di versante (aa) e di falda (a3a) (*Olocene*)
- depositi alluvionali attuali (b) (*Olocene*)
- depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati (bna) (*Olocene*)
- depositi eluvio-colluviali (b2a) (*Olocene*)

I depositi alluvionali attuali (b) sono i depositi dei letti fluviali attuali, soggetti ad evoluzione, attraverso processi fluviali ordinari, costituiti da sabbie, limi e ghiaie 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 ciottolati in matrice limoso-sabbiosa, ghiaie, sabbie e limi talora variamente pedogenizzati.

I corpi di frana (F) e i depositi detritici (aa) di versante e di falda (a3a) sono costituiti da elementi eterometrici prevalentemente grossolani, dispersi in matrice sabbiosa e sabbioso limosa e si trovano accumulati per gravità lungo i versanti o ai piedi di scarpate.

I depositi eluvio-colluviali (b2a) sono costituiti da elementi eterometrici a granulometria minore del detrito di versante, in abbondante matrice sabbioso-limosa, derivanti dall'alterazione del substrato ed accumulati in posto dopo breve trasporto per ruscellamento e per gravità.

## **SINTEMA DEL VALDARNO**

### **Sub-sintema di Monticello - Ciuffenna**

Fanno parte di tale sub-sintema le seguenti formazioni:

- Limi di Latereto e di Pian di Tegna (LAT) (*Pleistocene Medio*)

Sabbie limose e/o limi sabbiosi, bruno-giallastri e rossastri, di regola pedogenizzati con intercalazioni di sabbie, talora ghiaiose e livelli di limi argillosi e argille torbose.

- Sabbie del Tasso (STA) (*Pleistocene Medio*)

Sabbie quarzoso-feldspatiche, mal classate e di colore da bruno-giallastro a grigio-giallastro, ma talvolta ocracee per alterazione. Locali intercalazioni lentiformi di ciottolami minuti ad elementi arenacei e di limi e argille talora torbose.

- Sabbie di La Loccaia (LOC) (*Pleistocene Medio*)

Sabbie e ghiaie con clasti prevalentemente arenacei con intercalazioni di limi sabbiosi bruno-rossastri spesso pedoenizzati.

- Sabbie di Levane (SLE) (*Pleistocene Inferiore*)

Sabbie fluviali quarzoso-feldspatiche di colore giallo chiaro o grigiastre e ciottoletti silicei talora arenacei ed intercalazioni di livelli limosi.

- Ciottolami di Loro Ciuffenna (CLO) (*Pleistocene Inferiore/Medio*)

Ciottolami ad elementi arenacei di colore da giallo-rossastro a bruno con matrice sabbioso-limosa relativamente abbondante.

### **Sub-sintema di Montevarchi**

Fanno parte di tale sub-sintema le seguenti formazioni:

- Ciottolami della Penna (CPE) (*Pleistocene Inferiore*)

Ciottolami ad elementi arenacei, molto alterati, di colore ocraceo o bruno-rossastro, con matrice sabbioso-limosa relativamente abbondante; al tetto i ciottolami si presentano profondamente alterati e talora interessati da screziature di colore rosso.

- Formazione di Casa la Querce (CCQ) (*Pleistocene Inferiore*)

Ciottolami giallastri-ocracei ad elementi arenacei in banchi e lenti con irregolari intercalazioni di sabbie e limi di colore giallastro e grigio. Locali paleosuoli.

- Sabbie di Borro Cave (SBC) (*Pleistocene Inferiore*)

Alternanza irregolare di sabbie giallastre, sabbie limose e limi sabbioso-argillosi grigi o grigio-giallastri con intercalazioni di banchi di argille limoso-sabbiose grigio-azzurrognole e di lenti di ciottolami ad elementi arenacei. Presenza di paleosuoli.

- Ciottolami di Leccio (CL) (*Pleistocene Inferiore*)

Conglomerati e ciottolami ad elementi arenacei, molto alterati, di colore ocraceo o bruno-rossastro, con matrice sabbioso-limosa relativamente abbondante. I ciottolami possono essere ad elementi arenacei (CLb) o ad elementi calcareo-marnosi (CLa).

- Limi del Torrente Oreno (LSO) (*Pleistocene Inferiore*)

Limi grigi e grigio-azzurrognoli, talora argillosi o sabbiosi, spesso intensamente bioturbati, con intercalazioni di sabbie e sabbie limose grigie o giallastre, talora arrossate; frequenti le intercalazioni di banchi di argille grigio-azzurrognole e locali lenti di ciottolami ad elementi arenacei, paleosuoli e concrezioni calcaree.

- Argille del Torrente Ascione (ASC) (Pleistocene Inferiore)

Argille, argille limose e sabbie argillose di colore grigio contenenti abbondanti frammenti vegetali; argille torbose nerastre e livelli di lignite; frequenti intercalazioni di banchi di sabbie e sabbie ciottolose giallastre, talora arrossate.

- Limi di Terranuova (TER) (Pleistocene Inferiore)

Limi argilloso-sabbiosi grigi e argille talora sabbiose grigio-azzurrognole; frequenti intercalazioni di banchi e lenti di sabbie giallastre talora arrossate; locale presenza di paleosuoli.

Il substrato litoide del territorio comunale è costituito dalle formazioni litoidi riconducibili al Dominio Subligure (Unità di Canetolo), al Dominio Ligure Esterno (Unità di Monte Morello) e al Dominio Toscano (Falda Toscana e Unità di M. Cervarola – Falterona).

### **DOMINIO SUBLIGURE – UNITA' DI CANETOLO**

- Arenarie di Monte Senario (SEN) (Eocene Medio/Superiore - Oligocene Inferiore)

Alternanze di arenarie quarzoso-feldspatiche e di arenarie -pelitiche in strati da medi a molto spessi e, più frequentemente, in banchi, con base molto grossolana e presentano laminazione pianoparallela e convoluta. Il rapporto A/P è generalmente compreso tra 1 e 3. Le areniti, di colore giallastro, hanno composizione quarzoso-feldspatica e granulometria da medio-fine a grossolana, fino a microconglomeratica. Presenza di clay chips. Talora sono presenti intercalazioni di strati calcareo-marnosi, di spessore medio, grigi, a frattura scheggiata.

- Brecce di Monte Senario (BMS) (Eocene Medio)

Si tratta di calcari, calcari marnosi grigi, marne argillose alternate ad arenarie-arenarie calcaree torbiditiche, talvolta grossolane. Verso il tetto della formazione le arenarie aumentano, fino ad un rapporto arenaria / calcare > 3.

- Argille e Calcari di Canetolo (ACC) (Paleocene Inferiore - Eocene Medio)

Argilliti variegata, fissili, argille marnose verdi, bruno-rossastre e grigio scuro o nerastre, in strati da medi a molto spessi, con intercalazioni di ed alternate a strati da sottili a spessi di calcilutiti color avana, di calcareniti fini e finissime grigio scure, di marne calcaree biancastre e grigie, di calcari marnosi scheggiosi e fratturati grigi o verdi con spalmature di ossido di manganese e di calcari torbiditici grigio-biancastri.

Nel complesso dei terreni appartenenti alla formazione si ritrovano in eteropia latero verticale depositi appartenenti alla litofacies calcareo-argillitica (ACCa), di età eocenico-paleocenica delle Argille e Calcari di Canetolo. Si tratta di alternanza di argilliti, siltiti e calcari micritici in strati da sottili a spessi.

### **DOMINIO LIGURE ESTERNO – UNITA' DI MONTE MORELLO**

- Formazione di Monte Morello (MLL) (Eocene)

Si tratta di un'alternanza di marne giallo-brune con frattura a saponetta, calcari marnosi bianco-giallastri a grana finissima e frattura concoide, argilliti ed argilliti marnose grigie, arenarie calcarifere micacee avana e rare calcareniti biancastre, di natura torbiditica (talora la base degli strati è calcarenitica). Localmente sono presenti liste di selce nera. Lo spessore degli strati varia da pochi centimetri ad alcuni metri. Verso la base è presente

talora una litofacies prevalentemente marnosa con colorazioni che variano dal rosa al verdastro e con rare intercalazioni di marne argillose brune.

Il passaggio alla sottostante Formazione di Sillano avviene in modo brusco con la comparsa di argilliti nere e brune. La natura di tale passaggio è incerta: in vari casi potrebbe essere stratigrafica ma in altri la netta discordanza angolare tra le due formazioni e la presenza di un certo grado di tettonizzazione nella Formazione di Sillano farebbe supporre una natura tettonica.

- Pietraforte (PTF) (*Cretaceo Superiore*)

Regolare alternanza di arenarie torbiditiche quarzoso-calcaree grigie e di peliti argillitiche, in strati gradati da medi a molto spessi con granulometria alla base degli strati medio-grossolana e rapporto A/P generalmente > 1. Le arenarie si presentano marroni-giallastre in superficie alterata e grigie al taglio. Si tratta di depositi torbiditici presumibilmente intercalati nella Formazione di Sillano.

- Formazione di Sillano (SIL) (*Cretaceo Superiore – Eocene Inferiore*)

Argilliti e siltiti fogliettate, grigio scure, nerastre, rosse, marroni e verdastre, alternate a strati calcarei, calcarenitici e calcareo-marnosi torbiditici a grana fine, talora litografici, da sottili a molto spessi, di colore nocciola o giallastri all'alterazione, grigio chiari al taglio, talvolta con patina verdastra. Frequenti strati gradati calcarenitici da medio-fini a grossolane grigio-scure, marroni all'alterazione. I livelli calcarei si presentano spesso con fatturazione ad incudine.

## **DOMINIO TOSCANO – FALDA TOSCANA**

- Macigno (MAC) (*Oligocene Medio/Superiore - Miocene Inferiore*)

Arenarie torbiditiche quarzoso-feldspatiche-micacee, spesso gradate di colore grigio, giallastre per alterazione, e a granulometria generalmente da media a grossolana, in strati di spessore fino a circa 4 metri con intercalazioni centimetrico-decimetriche di peliti siltose grigio-scure. Nella parte superiore risultano relativamente comuni anche intercalazioni decimetriche-metriche di calcilutiti marnose/marne calcaree e di argilliti nerastre.

- Marne di S.Polo (MACc) (*Oligocene Superiore - Miocene Inferiore*)

Marne e marne siltose grigie o grigio giallastre a frattura scheggiata, con intercalazioni di siltiti ed arenarie fini torbiditiche. Caratterizzano la parte superiore del Macigno e sono generalmente associate al tetto degli olistostromi.

- Olistostromi (MACo) (*Oligocene Superiore - Miocene Inferiore*)

Brecce argillose di elementi calcarei micritici, siltiti, in matrice argillitica da bruna ad ocrea intercalate nella parte superiore del Macigno.

## **DOMINIO TOSCANO – UNITA' DI M. CERVAROLA-FALTERONA**

- Arenarie del Monte Falterona – Membro di Lonnano (FAL4) (*Miocene Inferiore*)

Siltiti, argilliti e marne prevalenti, A/P < 1/4, con presenza di sottili livelli di arenarie fini il cui spessore non supera mai i 20 cm. Le marne sono generalmente di colore grigio chiare, molto fratturate, mentre le altre peliti sono generalmente più scure. I livelli arenacei sono invece di colore grigio-marrone.

- Arenarie del Monte Falterona – Membro di Montalto (FAL3) (*Oligocene Superiore - Miocene Inferiore*)

Arenarie, marne, argilliti e siltiti con  $1/4 < A/P < 2$ . Stratificazione da molto sottile a molto spessa, talora in banchi. Si alternano pacchi decametrici di strati sottili con peliti prevalenti a banchi o strati molto spessi

ravvicinati. Sono presenti, specialmente verso la base, numerosi livelli calcarenitici, in strati da medi a molto spessi. Nella parte alta del membro prevalenti peliti con rari banchi arenacei.

All'interno del Membro di Montalto si rinviene una litofacies siltoso arenacea (FAL3c) costituita da prevalenti livelli siltitico arenacei color grigio in strati da fini a medi, talora grossolani.

- Arenarie del Monte Falterona – Membro di Camaldoli (FAL2) (*Oligocene Superiore*)

Arenarie grigio chiare e grigio verdi in strati dello spessore di 0.5-2 metri e peliti subordinate,  $2 < A/P < 10$ , le arenarie sono sempre molto grossolane e con quasi totale assenza di componenti carbonatici (né clasti, né cemento), si presentano in pacchi di 7-10 strati di arenaria con assenza di pelite, alternati a livelli dello spessore di un paio di metri di siltiti e argilliti scure con poche marne. Sono presenti livelli calcarenitici in strati da medi a spessi.

- Arenarie del Monte Falterona – Membro di Montefalco (FAL1) (*Oligocene Superiore*)

Arenarie grigie in strati spessi in banchi amalgamati talora a base microconglomeratica.

- Arenarie del Monte Falterona – Litofacies olistostromica (FALa) (*Oligocene Superiore - Miocene Inferiore*)

Arenarie grigio chiare e grigio verdi in strati dello spessore di 0.5-2 metri e peliti subordinate,  $2 < A/P < 10$ , le arenarie sono sempre molto grossolane e con quasi totale assenza di componenti carbonatici (né clasti, né cemento), si presentano in pacchi di 7-10 strati di arenaria con assenza di pelite, alternati a livelli dello spessore di un paio di metri di siltiti e argilliti scure con poche marne. Sono presenti livelli calcarenitici in strati da medi a spessi.

### **3. GEOMORFOLOGIA E RISCHIO PER INSTABILITA' DEI VERSANTI**

Da un punto di vista geomorfologico il territorio comunale 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 la forme e i processi dovuti a gravità si ha la presenza di forme di denudazione (aree in frana e aree instabili per soliflusso generalizzato). Infine si hanno forme antropiche (artificiali) costituite da orli di scarpata di origine antropica, argini artificiali, rilevati stradali e ferroviari, cave.

Il territorio del Comune di Reggello è, come già accennato, caratterizzato dalla presenza di zone mediamente acclivi accanto ad altre dalla morfologia decisamente più acclive; 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.

Con riferimento alla Carta Geomorfologica in scala 1:10.000 (tavv. T.GEO 03 nei quadranti NW, NE, SW e SE) contenuta negli elaborati del supporto geologico tecnico costituenti l'adeguamento del quadro conoscitivo del Piano Strutturale del gennaio 2014, si riassumono i caratteri geologici che contraddistinguono il territorio comunale di Reggello.

Il quadro geomorfologico è stato analizzato 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” allestito da parte della Autorità di Bacino del Fiume Arno ed il censimento frane della Provincia di Firenze.

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 frane. 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/scarpata 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 (**F**);
- paleofrane con tracce di instabilità o frane quiescenti (**Fq**) che evidenziano fenomeni gravitativi avvenuti in tempi passati e che mostrano chiari segni di instabilità quali contropendenze e rotture di pendio;
- paleofrane o frane antiche stabilizzate (**Fs**) avvenute in tempi passati, riconoscibili per la loro morfologia, ma tali da poter essere considerate al momento non attive. L'equilibrio così raggiunto può essere turbato, specie in funzione dei terreni presenti, da interventi antropici di modifica dei profili.

#### **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 (**Fd**).

#### **Aree instabili per soliflusso generalizzato (i)**

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 alteritica e/o livelli di terreno coltivo. Talora sono innescati o favoriti da intensa attività antropica.

#### **Soilcreep (ic)**

Movimenti di massa generalmente abbastanza lenti la cui dinamica interessa generalmente lo spessore di suolo ("coltivo"). Risultano periodicamente obliterati dalle lavorazioni agricole.

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

#### **Ruscellamento 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**

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 scarpata fluviale o di terrazzo in 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.

#### **Alveo con tendenza all'approfondimento (erosione incanalata)**

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.

### *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.

Particolare peculiarità di tale porzione del Valdarno superiore, con particolare distribuzione areale del fenomeno nel Comune di Reggello sono le così dette **“balze”** consistenti in strutture geologiche di particolare suggestione e bellezza, costituite da sabbie, argille e ghiaie stratificate su che presentano l'attuale aspetto a seguito dell'attività dei fenomeni geomorfologici legati a scarpate attive, incipiente attività erosiva sia arealmente diffusa che concentrata congiuntamente a varie tipologie di dissesto gravitativo.

Tale evidenze si manifestano con pareti verticali, alte fino a qualche decina di metri, in successione di forme diversificate, intercalate da profonde forre.

Le Balze bordano l'altipiano come una cornice quasi ininterrotta, di un tipico colore giallo ocre. Esse costituiscono uno spaccato di storia naturale di grande valore che ci ricorda la storia geologica del territorio. L'aspetto delle Balze è infatti il prodotto dell'erosione delle acque di dilavamento sugli antichi sedimenti del lago pleistocenico, che occupava la valle dell'Arno.



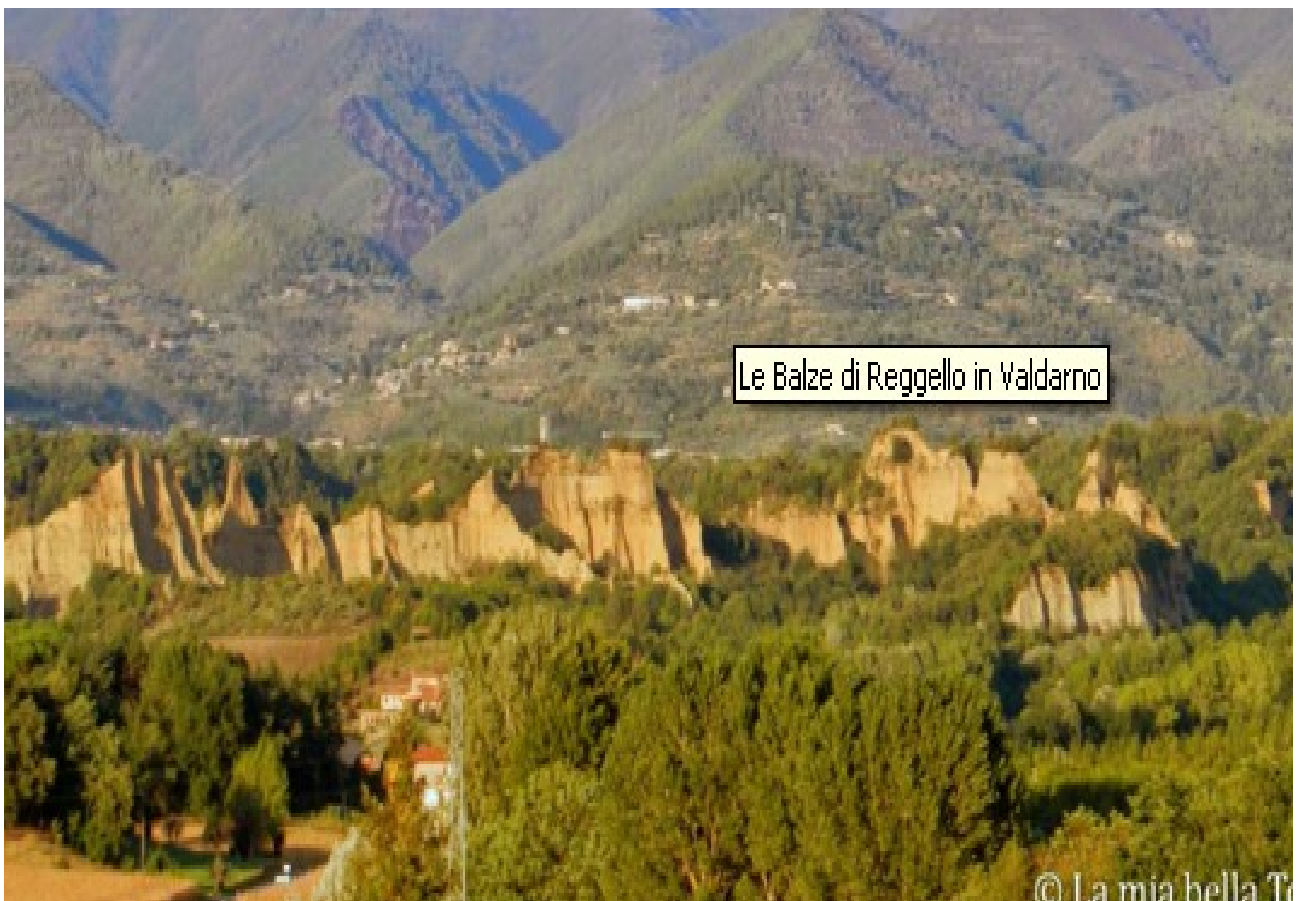
*Caratteristico aspetto del paesaggio delle “balze”*

Le Balze, oltre ad uno spettacolare scenario paesaggistico, costituiscono un habitat eterogeneo, che offre rifugio a numerose specie di uccelli, mammiferi ed insetti. Vario anche il paesaggio floristico: sulle argille crescono piante erbacee, sulle sabbie arbusti e alberi.

Nel '98 i comuni di Terranuova Bracciolini, Castelfranco di Sopra, Loro Ciuffenna e Pian di Scò hanno promosso la tutela dell'area istituendo un'Anpil (area naturale protetta di interesse locale).



*Caratteristica veduta di un tratto delle “balze”*



*Veduta prospettica del “pianalto” definito dalle balze con la fascia montana sul retro*

#### 4. CARTA LITOLOGICO-TECNICA

Questa carta tematica (tavv. T.GEO 02 nei quadranti NW, NE, SW e SE) è stata realizzata accorpando i terreni che possono manifestare comportamento meccanico omogeneo in “unità litotecniche” distinte. Per cui sono stati 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.

La cartografia litotecnica in scala 1:10.000 è stata realizzata attraverso l’analisi critica dei documenti presenti per l’area di interesse e la comparazione tra dati provenienti da diverse fonti, tra cui i risultati delle indagini geognostiche disponibili sul territorio, in combinazione con la carta geologica a scala 1:10.000.

Le informazioni necessarie per realizzare questa carta tematica provengono dal confronto e dalla correlazione di dati inerenti diversi aspetti fra cui, senza dubbio di fondamentale importanza, il raffronto fra il dato desumibile dalla carta geologica interpretato in funzione dei dati geognostici in sito disponibili e dalla interpretazione di prove speditive (“poket penetrometer” e “van test”) ed informazioni desumibili da analisi di laboratorio su campioni di terreno in disturbati. Per quanto concerne la presenza e definizione areale delle coltri detritiche derivanti da processi gravitativi informazioni di dettaglio possono essere desunte dal tematismo geomorfologico.

La suddivisione delle classi litotecniche è stata effettuata secondo i criteri descritti dal progetto regionale VELD-DOCUP in ottemperanza alle indicazioni delle ICMS 2008.

Mentre per quanto concerne l’elaborazione della carta geologico- tecnica per gli studi di Microzonazione sismica si è fatto riferimento alle indicazioni delle legende fissate dagli standard di rappresentazione dell’ICMS versione 4.0b dell’ottobre 2015.

Con riferimento alla suddetta Carta Litologico Tecnica in scala 1:10.000 (tavv. T.GEO 02 nei quadranti NW, NE, SW e SE) si riassumono i caratteri litotecnici dei terreni che contraddistinguono gli areali di studio come negli estratti di legenda che seguono.

##### UNITA' LITOLOGICO-TECNICA: A

MATERIALE, LAPIDEO COSTITUITO DA UNICO  
LITOTIPO NON STRATIFICATO

L'U.L.T. comprende le rocce lapidee massicce.



A - Rocce non stratificate o con bancate di spessore superiore a 3 mt.

Es: Calcare Massiccio, Basalto, Granito, ecc.

##### STRUTTURA DELL'AMMASSO




UNITA' LITOLOGICO-TECNICA: B

MATERIALE LAPIDEO STRATIFICATO O COSTITUITO  
DA ALTERNANZE DI DIVERSI LITOTIPI

L'U.L.T. comprende sia le rocce stratificate (B1, B2), che quelle costituite da alternanze ordinate di livelli lapidei e livelli pelitici (con contrasto di competenza) (B3, B4, B5), nonché quelle costituite da alternanze disordinate (caotiche) (Bc)

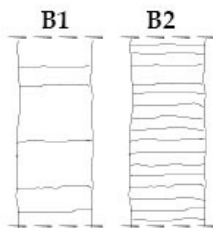
Le rocce pelitiche ricadono nella U.L.T. B5

 B - Rocce stratificate e/o costituite da alternanze di litotipi diversi.

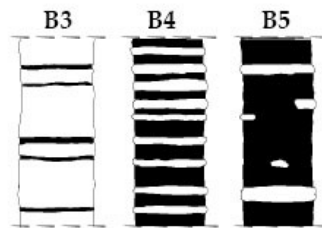
STRUTTURA DELL'AMMASSO

STRUTTURALMENTE ORDINATI


STRUTTURALMENTE DISORDINATI





Nota: B1 può essere paragonato ad A



Distinzione in base ai rapporti %  
 >75%    25% <  <75%    75% >

 (Es. Calcari, Calcari marnosi, Marne, Calcareniti, Arenarie, Radiolariti, ecc)

 Siltiti o argilliti

 Giunto di stratificazione




Nota: grossi olistoliti possono rientrare in A e B

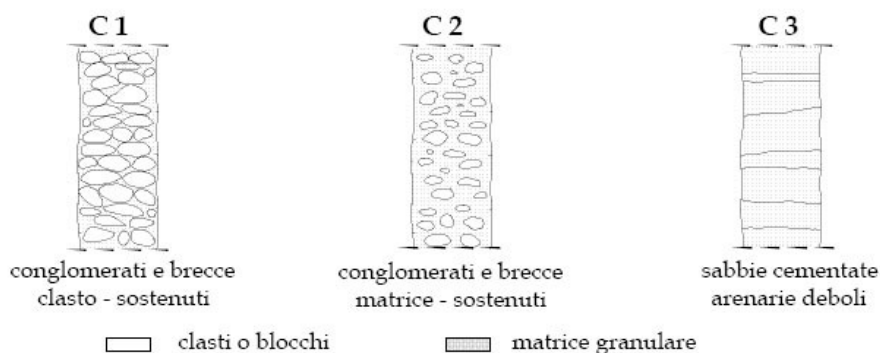
*UNITA' LITOLOGICO-TECNICA: C*  
MATERIALI GRANULARI CEMENTATI

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.; Possono rientrare in questa U.L.T. anche le rocce lapidee intensamente degradate ed alterate (es. blocchi di arenaria "Macigno" in matrice sabbiosa residuale poco cementata).

Le breccie ed i conglomerati ad elevato grado di cementazione possono essere considerati rocce lapidee e pertanto ricadono nell'U.L.T. A. Le arenarie molto cementate ricadono nell'U.L.T. A o B. Le sabbie ed il detrito grossolano non cementato ricadono, fra i materiali di copertura, nell'U.L.T. E. Il limite fra l'U.L.T. C e l'U.L.T. E può essere considerato convenzionalmente corrispondente ad un numero di colpi della prova Spt uguale a 50.

 C - Breccie conglomerati e sabbie con medio grado di cementazione

*STRUTTURA DELL'AMMASSO*



*UNITA' LITOLOGICO-TECNICA: D*  
MATERIALI COESIVI CONSISTENTI

In questa U.L.T. sono compresi i terreni coesivi con consistenza elevata. La consistenza può essere stimata mediante prove manuali o mediante misura della resistenza alla penetrazione con penetrometro tascabile e/o scissometro.

Le argilliti e le siltiti ricadono nella U.L.T. B. Le argille e i limi poco consistenti ricadono nell'Unità F. Il limite tra U.L.T. D e U.L.T. F può essere considerato convenzionalmente corrispondente ad un valore di resistenza a compressione uniassiale (non drenata) pari a 250 kPa.

*GRANULOMETRIA DOMINANTE*

 D - Argille e limi

Ove sia possibile è opportuno distinguere le due granulometrie.

 D 1 - Limi

 D 2 - Argille



*UNITA' LITOLOGICO-TECNICA: E*




MATERIALI GRANULARI NON CEMENTATI O POCO CEMENTATI

In questa U.L.T. sono compresi i terreni con stato di addensamento da addensato a sciolto costituite da materiale prevalentemente granulare non cementato o con lieve grado di cementazione.

Per le diverse granulometrie può essere valutato lo stato di addensamento mediante prove manuali.

Le sabbie, le brecce ed i conglomerati con grado di cementazione medio basso ricadono nell'U.L.T. C. Il limite fra l'U.L.T. C e l'U.L.T. E può essere considerato convenzionalmente corrispondente ad un numero di colpi della prova Spt uguale a 50.

*GRANULOMETRIA DOMINANTE*

-  **E 1** - Ciottoli e blocchi  
(elementi lapidei di dimensioni mediamente > 60 mm)
-  **E 2** - Ghiaie  
(elementi lapidei compresi mediamente tra 2 - 60 mm)
-  **E 3** - Sabbie  
(granuli di dimensioni comprese tra 2 mm. e 0,06 mm)

*UNITA' LITOLOGICO-TECNICA: F*


MATERIALI CON CONSISTENZA LIMITATA O NULLA

In questa U.L.T. sono compresi i terreni coesivi a bassa consistenza.

La consistenza può essere stimata mediante prove manuali o mediante la misura della resistenza alla penetrazione con penetrometro e/o scissometro tascabile.

I terreni a consistenza elevata sono classificati nell'U.L.T. D. Il limite tra U.L.T. D e U.L.T. F può essere considerato convenzionalmente corrispondente ad un valore di resistenza a compressione uniassiale (non drenata) pari a 250 kPa.

*GRANULOMETRIA DOMINANTE*

-  **F** - Limi e Argille

Ove sia possibile è opportuno distinguere le due granulometrie.

-  **F 1** - Limi
-  **F 2** - Argille

## Proprietà fisiche

Terre/rocce sciolte (U.L.T. C, D, E, F)

STATO DI ADDENSAMENTO (terreni granulari)

Suffisso	N(Spt)	Descrizione	Prove manuali
a 1	30 - 50	Addensato	Non è sufficiente la pala per scavarlo
a 2	10 - 30	Moderatamente addensato	Può essere scavato con la pala con molta difficoltà
a 3	4 - 10	Poco addensato	Può essere scavato con la pala con difficoltà
a 4	< 4	Sciolto	Può essere scavato con la pala

STATO DI CONSISTENZA (terreni coesivi)

Suffisso	Resistenza penetrometro tascabile	N(Spt)	Descrizione Prove manuali
s 1	> 500 kPa	> 30	TERRENO COESIVO ESTREMAMENTE CONSISTENTE Può essere scalfito con difficoltà con l'unghia del pollice
s 2	250 - 500 kPa	15 - 30	TERRENO COESIVO MOLTO CONSISTENTE Può essere scalfito con l'unghia del pollice. Non può essere modellato con le dita
s 3	100 - 250 kPa	8 - 15	TERRENO COESIVO CONSISTENTE Non può essere modellato con le dita
s 4	50 - 100 kPa	4 - 8	TERRENO COESIVO MODERATAMENTE CONSISTENTE Può essere modellato solo con forte pressione delle dita
s 5	25 - 50 kPa	2 - 4	TERRENO COESIVO POCO CONSISTENTE Può essere facilmente modellato con le dita
s 6	< 25 kPa	< 2	TERRENO COESIVO PRIVO DI CONSISTENZA Cede acqua se compresso con le dita

TESSITURA (terreni granulari e coesivi)

Suffisso	Descrizione
t 1	presenza di frammenti di dimensioni maggiori
t 2	presenza di frazione sabbiosa
t 3	presenza di frazione interstiziale coesiva, ma non sufficiente ad alterare il carattere granulare globale del terreno
t 4	presenza di materiale torboso

Ad integrazione della descrizione geologica relativa a ciascuna formazione, individuata e distinta nelle zone di studio, è stata quindi 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 una unità litologico tecniche cartografate secondo i seguenti criteri:

- **Unità litologico-tecnica B2:** rocce stratificate, con strati da medi a fini, strutturalmente ordinate con materiale lapideo nettamente prevalente. Sono riconducibili a tale unità le formazioni geologiche delle Arenarie del Monte Falterona – Membro di Montefalco (FAL1) e del Macigno (MAC),



- **Unità litologico-tecnica B3**: alternanze ordinate di livelli lapidei e pelitici, con materiale lapideo > 75%. Sono riconducibili a tale unità le formazioni geologiche dei travertini (f1b), delle Arenarie del Monte Falterona – Membro di Camaldoli (FAL2) e della Pietraforte (PTF),
- **Unità litologico-tecnica B4**: alternanze ordinate di livelli lapidei e pelitici, con materiale pelitico compreso tra 25% e 75%. Sono riconducibili a tale unità le formazioni geologiche delle Arenarie di Monte Senario (SEN), delle Brecciole di Monte Senario (BMS), della Formazione di Monte Morello (MLL), della Formazione di Sillano in litofacies calcaree (SILa), delle Arenarie del Monte Falterona – Membro di Montalto nelle sue due litofacies (arenaceo-pelitica FAL3 e siltoso arenacea FAL3c) e della formazione delle Marne di San Polo (MACc).
- **Unità litologico-tecnica B5**: alternanze ordinate di livelli lapidei e pelitici, con materiale lapideo < 25%. Ne fanno parte le unità geologiche delle Argille e Calcari di Canetolo (ACC), della Formazione di Sillano (SIL) e delle Arenarie del Monte Falterona – Membro di Lonnano (FAL4).
- **Unità litologico-tecnica Bc**: alternanze disordinate di livelli lapidei e pelitici. Ne fanno parte le litofacies olistostromiche delle Arenarie del Monte Falterona (FALa) e del Macigno (MACa).

#### **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 E**: materiali granulari non cementati. Si tratta di materiali granulari eterogenei ed eterometrici. Ne fanno parte i detriti appartenenti ai corpi di frana (a1a, a1q e a1s), ai depositi di versante (aa) e ai detriti di falda (a3a).
- **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) e le litologie appartenenti alle formazioni pleistoceniche dei Ciottolami di Loro Ciuffenna (CLO), dei Ciottolami della Penna (CPE), dei Ciottolami e Sabbie di Casa la Querce (CCQ) e dei Ciottolami del Leccio (CL, Cla e CLb).
- **Unità litologico-tecnica E3**: sabbie (granuli di dimensioni comprese tra 2 mm e 0.06 mm). Si tratta di materiali granulari a prevalente composizione sabbiosa. Ne fanno parte i depositi eluvio-colluviali (b2a) presenti su rocce di natura prevalentemente arenacea, i depositi alluvionali recenti terrazzati e non (bnb) e le litologie appartenenti alle formazioni pleistoceniche dei Limi di Latereto e Pian di Tegna (LAT), delle Sabbie del Tasso (STA), delle Sabbie di La Loccaia (LOC) e delle Sabbie di Levane (SLE).

#### **Unità litologico tecnica F**

In questa U.L.T. sono compresi i terreni coesivi a bassa consistenza.

La consistenza può essere stimata mediante prove manuali o mediante la misura della resistenza alla penetrazione con penetrometro e/o scissiometro tascabile.

I terreni a consistenza elevata sono classificati nell'U.L.T. D. Il limite tra U.L.T. D e U.L.T. F può essere considerato convenzionalmente corrispondente ad un valore di resistenza a compressione uniassiale (non drenata) pari a 250 kPa.

- **Unità litologico-tecnica F:** limi e argille. Si tratta di materiali coesivi eterometrici. Ne fanno parte i depositi eluvio-colluviali (b2a) presenti su rocce di natura prevalentemente pelitica.
- **Unità litologico-tecnica F1:** limi. Si tratta di materiali coesivi. Ne fanno parte le litologie appartenenti alle formazioni pleistoceniche dei Limi del Torrente Oreno (LSO) e dei Limi di Terranuova (TER).
- **Unità litologico-tecnica F2:** argille. Si tratta di materiali coesivi. Ne fanno parte le litologie appartenenti alla formazione pleistocenica delle Argille del Torrente Ascione (ASC).

I depositi antropici, data la loro eterogeneità granulometrica non sono stati attribuiti a una specifica Unità Litologico Tecnica ma vengono evidenziati nella cartografia con una specifica simbologia e sigla (h).

## 5. CARTA DELLE PENDENZE DEI VERSANTI

La carta delle pendenze a scala 1:10.000 (tavv. T.GEO 04 nei quadranti NW, NE, SW e SE) è stata realizzata tramite analisi del Modello Digitale dell'Elevazione (DEM) a 2 metri di risoluzione. Il DEM di dettaglio è stato ottenuto dalla topografia CTR a scala 1:10.000 in ambiente GIS tramite la funzione Natural Neighborhood previa trasformazione in dati puntuali di tutti gli elementi dotati di informazioni altimetriche.

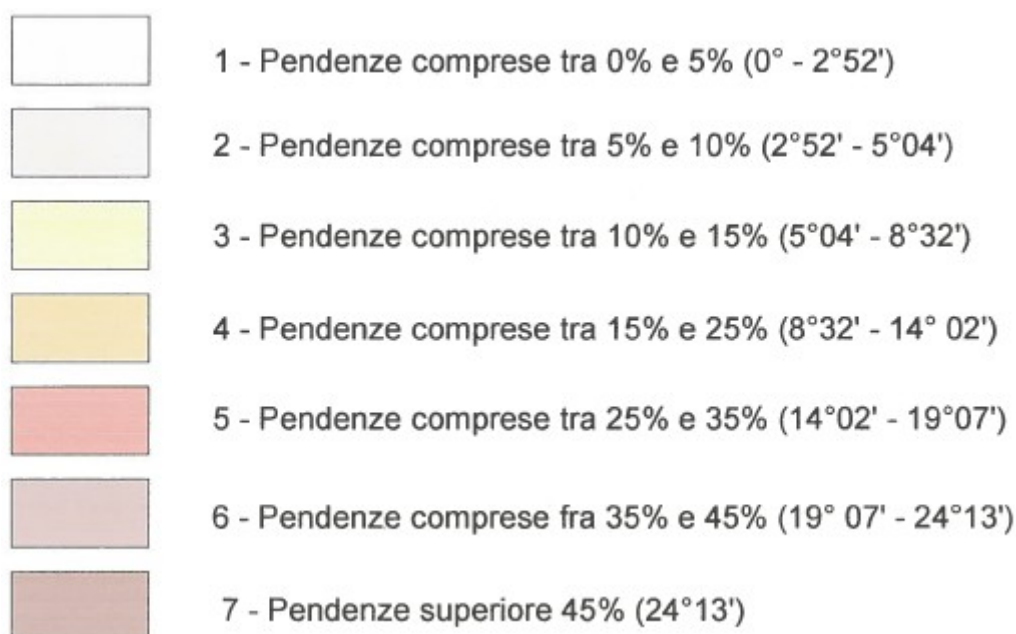
La realizzazione della carta altimetrica da dati in formato vector a dato in formato raster con valori di tipo float è stata seguita poi dalla trasformazione ponderata in dato raster di tipo integer.

La scelta delle classi non è ovviamente casuale ma deriva dal riconoscimento sperimentale di alcuni valori limite in funzione di specifiche finalità operative.

In particolare si definiscono 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; la soglia del 25 % rappresenta inoltre il limite delle coltivazioni intensive di tipo meccanizzato con trattrici a ruote in agricoltura;
- dal 25 % al 35 % rappresenta l'estremo limite per l'impiego di mezzi meccanici in agricoltura (trattrici a cingoli); possono inoltre 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.

La carta mostra la variazione di pendenza in gradienti suddivisa in sette classi.



*Legenda Carta delle pendenze*

La carta delle pendenze rappresenta, pertanto, uno strumento di primaria importanza per la realizzazione della carta della pericolosità, anche perché con 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.

## 6. CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA

La carta della pericolosità geologica (tavv. T.GEO 05 nei quadranti NW, NE, SW e SE) rappresenta la sintesi degli elaborati a tematica geologica, geomorfologica, clivometria e litologico-geotecnica redatti ed illustrati nei precedenti paragrafi per descrivere le caratteristiche del territorio investigato.

Il suo scopo fondamentale è di indicare:

- l'ubicazione e l'intensità dei fenomeni geomorfologici s.l. che interessano determinate porzioni di territorio;
- il livello di indagine di approfondimento da attuare nel caso di interventi in aree da essi interessate.

E' chiaro che il grado di pericolosità geologica attribuito ad ogni porzione territoriale deriva dalla interazione di numerosi fattori ambientali. Tali fattori, che dipendono essenzialmente dai caratteri geologici, geomorfologici, geotecnici, geomeccanici e clivometrici del territorio, possono causare sia un diretto dissesto del suolo, che una potenziale minaccia ad intere aree.

Di conseguenza nella carta della pericolosità geologica si prevede non solo l'individuazione dei settori interessati da dissesti attivi, ma anche la delimitazione delle aree di potenziale evoluzione di un fenomeno in essere e/o di aree potenzialmente vulnerabili al verificarsi di elementi critici.

Andando ad una descrizione sistematica delle singole classi di pericolosità geologica e dei criteri di attribuzione alle stesse elenchiamo in ordine decrescente:

**Pericolosità geologica molto elevata (G.4):** aree in cui sono presenti fenomeni attivi e relative aree di influenza. Sono normalmente da inserire in classe G.4 le aree che presentano le seguenti caratteristiche geologiche/geomorfologiche:

- frane attive comprensive del corpo di frana, della corona di distacco e delle relative aree di possibile evoluzione del dissesto **come da indicazione di cui al punto C1 dell'allegato A del Regolamento Regionale n. 53/R (è stata mappata fascia di evoluzione di larghezza 10 ml per areali di frana fino a 5.000 mq e una fascia di larghezza 20 ml per areali > di 5.000 mq) ;**
- aree instabili per soliflusso generalizzato ("i" di carta geomorfologica);
- areali comprendenti gruppi fra loro correlati di frane di piccole dimensioni, frane non dettagliatamente cartografabili e/o puntuali fenomeni di dissesto gravitativo in atto;
- scarpate attive con relative aree di possibile evoluzione e influenza **come da indicazione di cui al punto C1 dell'allegato A del Regolamento Regionale n. 53/R (per il caratteristico morfema delle "balze" costituito dalla scarpata attiva di testa ed il sottostante areale in franosità diffusa la zona di influenza è stata mappata per una fascia di evoluzione di larghezza 10 ml per altezza di scarpate fino a 20 ml e una fascia di larghezza 20 ml per altezza di scarpate > 20 ml);**
- ripe fluviali in cui siano in atto fenomeni di erosione laterale di sponda da parte dei corsi d'acqua (con relativa area di possibile evoluzione **per la cui definizione sono stati adottati gli stessi principi relativi alle scarpate attive);**
- aree calanchive;
- alvei con accentuata tendenza all'approfondimento;

- aree ricadenti in classe di pericolosità da frana molto elevata di cui alla perimetrazione P.F.4 del P.A.I. (Autorità di Bacino del Fiume Arno).

In queste zone dovranno privilegiarsi interventi tesi alla bonifica e al recupero ambientale dei luoghi stessi.

In ogni caso qualsiasi progetto di opera che incida su tali terreni dovrà essere preceduto già a livello di strumento pianificatorio da una dettagliata campagna geognostica e di monitoraggio strumentale a livello di area nel suo complesso e se del caso da un progetto degli interventi di consolidamento e di bonifica, miglioramento dei terreni e tecniche fondazionali, accompagnato da un programma di controlli e monitoraggio necessari per verificare l'esito favorevole di tali interventi.

**Pericolosità geologica elevata (G.3):** aree in cui sono presenti fenomeni quiescenti; aree con indizi di instabilità connessi alla giacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da intensi fenomeni erosivi e da subsidenza;

Sono normalmente da inserire in classe G.3 le aree che presentano le seguenti caratteristiche geologiche/geomorfologiche:

- frane quiescenti comprensive del corpo di frana e della corona di distacco (con "buffer" di area di influenza adeguato in funzione delle possibilità di evoluzione del dissesto);
- areali comprendenti isolate frane di piccole dimensioni, frane non dettagliatamente cartografabili e/o puntuali fenomeni di dissesto gravitativo in atto;
- area interessate da soilcreep ("ic" di carta geomorfologica);
- aree con affioramenti di formazioni litoidi con giacitura a franapoggio meno inclinata del pendio;
- aree con affioramenti di formazioni litoidi con giacitura a reggipoggio o a franapoggio più inclinata del pendio, se intensamente fratturate;
- terreni argillosi, argillitici alterati, limosi, detritici a prevalente matrice argillosa, e terreni a struttura caotica: indicativamente con pendenze superiori al 15% (oppure 10°);
- terreni sabbiosi, sabbioso ghiaiosi, terreni detritici a prevalente matrice sabbiosa indicativamente con pendenze superiori al 25% (oppure 15°);
- terreni litoidi molto fratturati o di scarsa qualità, terreni ghiaiosi addensati: indicativamente con pendenze superiori al 35-40% (oppure 20°);
- terreni litoidi non/poco fratturati e di buona qualità: indicativamente con pendenze superiori al 45-50% (oppure 25°-30°);
- aree interessate da fenomeni di erosione profonda;
- aree interessate da rilevanti manomissioni antropiche, quali rilevati con evidenti manifestazioni di dissesto e/o non uniforme compattazione, riempimenti, scavi e cave, rilevati arginali;
- corpi d'acqua e relativi paramenti di valle;
- scarpate di erosione non attive o quiescenti;
- alvei con moderata tendenza all'approfondimento;
- aree ricadenti in classe di pericolosità da frana molto elevata di cui alla perimetrazione P.F.3 del P.A.I. (Autorità di Bacino del Fiume Arno) che in funzione dei criteri fissati dal Reg. Regionale n. 53/R non ricadano in classe di pericolosità G.4.

In sintesi, si collocano in tale classe tutte quelle aree per cui esistono indizi di passati o potenziali dissesti ed in cui si rende necessario un approfondimento degli studi.

In funzione della tipologia dell'intervento, esso dovrà essere supportato in fase di progettazione esecutiva da indagini che dovranno essere condotte a livello di "area nel suo complesso". Sono inoltre da prevedersi interventi di presidio e miglioramento dei terreni (a livello di esecuzione degli sbancamenti di progetto) o della rete idraulica e di drenaggio sia superficiale che profondo e/o l'adozione di tecniche fondazionali e di opere speciali di consolidamento.

**Pericolosità geologica media (G.2):** aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciture dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto;

Sono normalmente da inserire in classe G.2 le aree che presentano le seguenti caratteristiche geologiche/geomorfologiche:

- aree interessate da frane non attive (frane naturalmente e artificialmente stabilizzate);
- aree con erosione superficiale;
- terreni argillosi, argillitici alterati, limosi, detritici a prevalente matrice argillosa, e terreni a struttura caotica: indicativamente con pendenze inferiori al 15% (oppure 10°);
- terreni sabbiosi, sabbioso ghiaiosi, terreni detritici a prevalente matrice sabbioso indicativamente con pendenze inferiori al 25% (oppure 15°);
- terreni litoidi molto fratturati o di scarsa qualità, terreni ghiaiosi addensati: indicativamente con pendenze inferiori al 35-40% (oppure 20°);
- terreni litoidi non/poco fratturati e di buona qualità: indicativamente con pendenze inferiori al 45-50% (oppure 25°-30°).

Nella classe G.2 sono comprese le aree apparentemente stabili sulle quali permangono dubbi che potranno tuttavia essere chiariti a livello di indagine geognostica di supporto alla progettazione edilizia. Tali zone sono in genere quelle collinari meno acclivi, dove non si osservano evidenze di instabilità. Si collocano inoltre in questa classe le aree con roccia affiorante o a litologia compatta, a scarsa pendenza in relazione al contesto litostratigrafico, o con irrilevante copertura detritica e alteritica.

**Pericolosità geomorfologica bassa (G.1):** aree pianeggianti e sub-pianeggianti in cui i processi geomorfologici le caratteristiche litologiche e/o giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di movimenti di massa.

In via indicativa si possono considerare come sub-pianeggianti in relazione alle caratteristiche litologico-tecniche quanto segue:

- terreni argillosi, argillitici alterati, limosi, detritici a prevalente matrice argillosa, e terreni a struttura caotica: indicativamente con pendenze inferiori al 5% (oppure circa 3°);
- terreni sabbiosi, sabbioso ghiaiosi, terreni detritici a prevalente matrice sabbioso indicativamente con pendenze inferiori al 10% (oppure circa 6°);
- terreni litoidi molto fratturati o di scarsa qualità, terreni ghiaiosi addensati: indicativamente con pendenze inferiori al 10% (oppure circa 6°);
- terreni litoidi non/poco fratturati e di buona qualità: indicativamente con pendenze inferiori al 10% (oppure circa 6°).

## **6.1 VINCOLI SOVRACOMUNALI SULLA PERIMETRAZIONE DI AREE CLASSIFICATE A RISCHIO GEOMORFOLOGICO**

Il “Piano di Bacino del Fiume Arno, stralcio Assetto Idrogeologico” e le relative misure di salvaguardia è stato approvato con D.P.C.M. del 6.5.2005.

Si dettagliano nel prosieguo le indicazioni formulate da tale atto in merito al rischio geomorfologico.

### *Il P.A.I. nel contesto della pianificazione di bacino*

Il Piano stralcio per l'assetto idrogeologico per il Bacino del Fiume Arno, che nel seguito chiameremo *PAI*, è redatto ai sensi e per gli effetti della legge n. 183/1989 e del decreto-legge n. 180/1998, con le relative fonti normative di conversione, modifica e integrazione.

Il *PAI* si configura in particolare come stralcio funzionale del Piano di bacino ai sensi dell'art. 17 della legge quadro.

Il *PAI* recepisce i contenuti:

- del Piano stralcio *relativo alla riduzione del rischio idraulico* approvato con DPCM 5 novembre 1999, in particolare per quanto attiene al quadro conoscitivo generale, all'analisi delle criticità e alla pianificazione e programmazione degli interventi di mitigazione del rischio;
- dei Piani straordinari per la rimozione delle situazioni a rischio idrogeologico più alto, redatto ai sensi del D.L. n. 132/99, convertito nella legge n. 226/99, approvati con delibere del Comitato Istituzionale n. 134 e 137.

### **Obiettivi del P.A.I.**

Il Bacino del Fiume Arno è sede di processi geomorfologici attivi che, determinati dall'interazione con il clima, modellano le forme del territorio e determinano la dinamica del reticolo di drenaggio ai diversi ordini.

L'interazione di tali processi con l'assetto del territorio antropizzato, si traduce spesso in eventi disastrosi o nella produzione di danni. Si tratta, in sostanza, della crisi di insediamenti, di infrastrutture di ecosistemi, che, indotta da eventi alluvionali o da fenomeni geomorfologici di versante, viene a determinare la perdita della vita umana, di beni ambientali, storici e culturali, l'occorrenza di danni generalizzati, in un quadro di sostanziale non sostenibilità per la collettività. Si tratta delle cosiddette calamità naturali o, secondo una locuzione più recente, dei fenomeni di dissesto idrogeologico.

Obiettivo del *PAI* è la determinazione di un quadro di pianificazione e programmazione che, in armonia con le attese di sviluppo economico, sociale e culturale del territorio, tenda a minimizzare il danno connesso ai rischi idrogeologici. Questo avviene attraverso uno sviluppo del quadro conoscitivo, l'individuazione di interventi strutturali e non strutturali di mitigazione del rischio, di norme atte a governare la sicurezza alle popolazioni, degli insediamenti e delle infrastrutture, soprattutto nel transitorio conseguente alla realizzazione degli interventi programmati. Ci si riferisce in particolare al piano stralcio relativo alla riduzione del rischio idraulico. Numerosi di questi interventi, diversi dei quali già finanziati su più leggi di spesa, sono in corso di progettazione, appalto, esecuzione quando non già in servizio.

Il cardine del *PAI*, anche alla luce di quanto più sopra accennato e delle indicazioni del recente quadro normativo, resta tuttavia la individuazione e perimetrazione delle aree a pericolosità idrogeologica e la individuazione degli elementi a rischio che si trovano in esse ricompresi.



### **Organizzazione del Piano**

L'organizzazione del *PAI* è stata strutturata attraverso fasi caratterizzate da un rapporto sostanzialmente seriale, alla cui evoluzione corrisponde lo svolgersi della “proposta di piano di recente adozione. Esse sono:

- inquadramento del problema dell'*assetto idrogeologico*, articolato in una parte di carattere giuridico ed una di ordine tecnico;
- quadro conoscitivo nel quale si discutono le caratteristiche fisiche, economiche e sociali del bacino in relazione ai problemi di assetto, anche nel contesto della pianificazione vigente;
- descrizione della metodologia operativa per l'individuazione dell'*assetto idrogeologico* attuale, attraverso l'individuazione delle aree a pericolosità idrogeologica in rapporto con gli elementi a rischio presenti sul territorio;
- produzione degli atlanti cartografici;
- definizione delle linee di pianificazione delle azioni di assetto idraulico e geomorfologico, individuazione dei fabbisogni e relativa programmazione degli interventi;
- elaborazione delle norme di attuazione.

### **Elaborati del PAI in merito alla pericolosità da processi geomorfologici di versante e da frana**

Gli elaborati del *PAI* sono costituiti da una relazione con i relativi allegati comprendenti, tra l'altro, le norme di attuazione e i dati relativi alla programmazione degli interventi, ed una serie di atlanti cartografici su alcuni dei quali, tra l'altro, viene a definirsi l'azione normativa. Questi possono essere a loro volta suddivisi secondo la scala cui sono stati elaborati, cui corrisponde un assegnato dettaglio del quadro conoscitivo e la metodologia di indagine impiegata.

Gli elaborati di PAI inerenti tale aspetto sono dunque costituiti da:

- “*Perimetrazione delle aree con pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante – Livello di sintesi in scala 1:25.000*”;
- “*Perimetrazione delle aree con pericolosità da frana derivate dall'inventario dei fenomeni franosi – Livello di dettaglio in scala 1:10.000*”;
- “*Carta degli elementi a rischio – Aree con pericolosità da frana – scala 1:10.000*”.

Sull'elaborato “Carta della pericolosità geologica” (tavv. T.GEO 05 nei quadranti NW, NE, SW e SE) le perimetrazioni P.F.4 e P.F.3 risultano conformi a quelle modificate (settembre 2016), ai sensi degli artt. 27 e 32 delle NTA del P.A.I. stesso, durante il corso dell'istruttoria, seguita alla conferenza dei servizi del 29.10.2015, cui gli stessi elaborati geomorfologico e di pericolosità geologico/geomorfologica sono stati assoggettati “working in progress” con emanazione finale da parte della Autorità di Bacino del Fiume Arno del Decreto Dirigenziale n. 40 del 26.9.2016.

## 7. ASPETTI IDROGEOLOGICI

La Carta Idrogeologica e della Vulnerabilità degli Acquiferi a scala 1:10.000 del Comune di Reggello (tavv. T.GEO 06 nei quadranti NW, NE, SW e SE) è stata allestita con particolare riferimento alle aree potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali. La ricostruzione dell'assetto idrogeologico è stata finalizzata alla individuazione dei corpi idrici sotterranei, alla definizione della loro configurazione e degli schemi di circolazione idrica sotterranea e alle tutele cui sottoporre la risorsa idropotabile per pubblica utilità.

Il sistema idrogeologico di Reggello risulta chiaramente alimentato dai rilievi circostanti la pianura alluvionale. I dati disponibili indicano come la falda alimenti l'Arno. Si può ritenere che tale stato di cose non si modifichi sostanzialmente se non in particolari ed eccezionali episodi di piena del fiume.

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 minori*

Si tratta della risorsa più importante che gode di una situazione idrogeologica particolarmente favorevole in corrispondenza dell'area di fondovalle di Reggello. La risorsa principale a disposizione del territorio è rappresentata dai depositi alluvionali del Fiume Arno che poggiano sui depositi plio-pleistocenici. L'assetto idrogeologico di questi settori è favorevole in quanto i depositi grossolani (sabbie e conglomerati) plio-pleistocenici che affiorano sui margini collinari dei settori vallivi contribuiscono alla ricarica della falda libera del fondo valle. Questa falda è sfruttata sia a scopo idropotabile sia per scopi diversi con una presenza notevole 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 ai 10 metri.

### *Falde all'interno dei depositi fluvio-lacustri marini plio-pleistocenici*

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 i depositi grossolani depositati in lenti all'interno di terreni coesivi.

### *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 frapposte a livelli a minor permeabilità che rendono la falda acquifera di carattere artesianico. 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.

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

La Carta Idrogeologica e della Vulnerabilità degli Acquiferi rappresenta in funzione delle classi di vulnerabilità una zonazione del territorio che in base alle caratteristiche litologiche dei terreni superficiali definisce la possibilità di penetrazione e diffusione in profondità di un inquinante idroveicolato.

Uno dei criteri principali da seguire nella realizzazione di questo tematismo consiste nel distinguere le formazioni sulla base della diversa permeabilità dei litotipi costituenti, ma vanno accuratamente valutati anche il grado di fratturazione ed i fenomeni di alterazione che possono localmente modificare l'originaria permeabilità.

In relazione a ciò ed in approfondimento ai contenuti ed alle indicazioni forniti 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 sono state definite e cartografate in scala 1:10.000 ((tavv. T.GEO 06 nei quadranti NW, NE, SW e SE) sette classi di vulnerabilità (da elevata a bassa) seguendo i criteri sotto esposti:

- **VULNERABILITÀ ELEVATA “E”**: acquiferi liberi in materiali alluvionali a granulometria da grossolana a media (depositi alluvionali in evoluzione e terrazzate) senza o con scarsa protezione. Inoltre appartengono a questa classe i depositi travertinosi e i depositi di origine antropica.

- **VULNERABILITÀ ALTA “A”**, a sua volta suddivisa in due sottoclassi:

“**Aa**” falde libere presenti in materiali detritici sia di rilevante estensione areale, che di modesta continuità areale (corpi detritici di falda e di versante e accumuli di frana)

“**Ab**” falde presenti in materiali con granulometria da sabbie prevalenti ad argilla, di modesta importanza con protezione di materiali fini (depositi eluvio-colluviali).

- **VULNERABILITÀ MEDIA “M”** suddivisa in due sottoclassi:

“**Ma**” arenarie e siltiti con subordinati livelli argillitici intercalati che danno origine a più falde (formazione della Pietraforte, Arenarie del M. Falterona – Membro di Montefalco e Membro di Camaldoli e formazione del Macigno); acquiferi di modesta importanza nelle sabbie e ciottolami con interposti livelli limosi con copertura poco permeabile (Ciottolami di Loro Ciuffenna, Ciottolami della Penna, Ciottolami e Sabbie di Casa la Querce e Ciottolami di Leccio).

“**Mb**”: calcari marnosi e marne interessati da modesta circolazione idrica nella rete delle fratture (Formazione di Monte Morello, Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto, Arenarie di Monte Senario, Brecciole di Monte Senario e le marne di San Polo); acquiferi di modesta importanza in depositi sabbiosi, limosi e argillosi (Limi di Latereto e di Pian di Tegna, Sabbie del Tasso, Sabbie di La Loccaia, Sabbie di Levane e Sabbie di Borro Cave).

- **VULNERABILITÀ BASSA “B”** è stata suddivisa in due sottoclassi:

“**Ba**”: acquiferi di limitata produttività presenti in complessi arenacei e calcarei con frequenti strati marnosi o argillitici, con modesta circolazione idrica e nelle intercalazioni di marne con arenarie; complessi marnosi e argillitici con strati calcarei fratturati; litofacies limose. Rientrano in questa classe le facies a granulometria fine della formazione delle Arenarie del M. Falterona – Membro di Lonnano, le Argille e Calcari di Canetolo, la Formazione di Sillano, i Limi del Torrente Oreno e i Limi di Terranuova).

“**Bb**”: sedimenti a grana fine in pratica privi di circolazione idrica sotterranea (Olistostromi delle Arenarie del M. Falterona e del Macigno, Argille del Torrente Ascione).

La Legenda della Carta Idrogeologica e della Vulnerabilità degli Acquiferi relativamente alle classi di vulnerabilità è riportata nella seguente figura.

<b>VULNERABILITA' ELEVATA</b>	
<b>E</b>	Acquifero libero in materiali alluvionali a granulometria da grossolana a media (alluvioni recenti), senza o con scarsa protezione.
<b>VULNERABILITA' ALTA</b>	
<b>Aa</b>	Falde libere in materiali a granulometria eterogenea con scarsa protezione.
<b>Ab</b>	Falde libere presenti in materiali detritici di modesta continuità areale.
<b>VULNERABILITA' MEDIA</b>	
<b>Ma</b>	Sabbie e ciottolami con interposti livelli limosi, generalmente con copertura poco permeabile; arenarie fratturate con rete idrica di solito a media profondità; calcari marnosi e marne interessati da modesta circolazione idrica nella rete delle fratture; arenarie e siltiti quarzose con livelli argillosi intercalati che danno origine a più falde.
<b>Mb</b>	Calcari interessati da modesta circolazione idrica nella rete delle fratture e falde presenti in materiali con granulometria da sabbie prevalenti ad argilla, di modesta importanza con protezione di materiali fini.
<b>VULNERABILITA' BASSA</b>	
<b>Ba</b>	Acquiferi di limitata produttività (acquitardi) presenti in complessi arenacei e calcarei con frequenti strati marnosi o argillitici, con modesta circolazione idrica.
<b>Bb</b>	Sedimenti a grana fine praticamente privi di circolazione idrica sotterranea; complessi marnosi e argillitici, praticamente privi di circolazione idrica.

*Legenda utilizzata nella Carta Idrogeologica e della Vulnerabilità degli Acquiferi*

## 7.1 GESTIONE, SFRUTTAMENTO E TUTELA DELLA RISORSA ACQUA

Il Sistema Acquedottistico comunale è gestito da Publicacqua S.p.a.. L'approvvigionamento idrico a scopo pubblico idropotabile è garantito mediante pozzi, sorgenti e punti di captazione in alveo e in lago la cui ubicazione è riportata in elaborato tavv. T.GEO 06 (quadranti NW, NE, SW e SE) G.06 e la cui diffusa distribuzione è riportata nella citata cartografia (l'ubicazione dei punti di presa e/o reperimento in pozzi, sorgenti e captazioni in alveo e lago sono state direttamente fornite dagli archivi Publicacqua S.p.a.).

Il servizio pubblico non è, però, esteso a tutto il territorio comunale, in quanto lo stesso tessuto urbanistico, caratterizzato da molteplici poderi isolati, predispone per uno sfruttamento privato delle risorse idriche. Questo fattore, unito ad una tradizione contadina di autosufficienza ancora radicata in alcune zone, determina un rilevante sfruttamento privato delle risorse idriche sotterranee tramite pozzi più o meno profondi e sorgenti.

L'analisi e la distribuzione areale del numero di pozzi complessivamente presente sul territorio, conferma quanto già affermato anche a livello regionale nei diversi rapporti sullo stato dell'ambiente della Toscana elaborati negli ultimi anni, secondo cui le analisi eseguite sulle diverse tipologie di utenze evidenziano come il forte

sfruttamento della risorsa idrica sul territorio sia anche da imputarsi ai soggetti che utilizzano fonti di approvvigionamento indipendenti dai sistemi di rete.

I pozzi ad uso privato sono molteplici e largamente distribuiti. Alcuni di essi sono situati anche all'interno di gruppi abitativi serviti dal sistema acquedottistico comunale.

La tutela della qualità delle acque sotterranee rappresenta un elemento sostanziale per garantire una riserva duratura nel tempo e significativa sia da un punto di vista qualitativo che quantitativo. Il mantenimento di una riserva di acque sotterranee permette di evitare un sovrasfruttamento delle risorse idriche superficiali e, soprattutto, consente di affrontare situazioni critiche, tenendo conto dell'elevata vulnerabilità delle risorse idriche superficiali nei periodi siccitosi.

La tutela della risorsa idrica sotterranea deve pertanto risultare obiettivo primario in sede di pianificazione del territorio mediante attività di previsione del rischio di inquinamento e di prevenzione – mitigazione dei suoi effetti.

In particolare, si ritiene che la risorsa idrica destinata al consumo umano, erogata a terzi mediante opere acquedottistiche e che rivestano carattere di pubblico servizio e/o utilità, debba essere oggetto di tutela mediante apposita normativa ispirata almeno ai criteri dei vigenti disposti normativi nazionali in materia di tutela delle acque (ex D.L. n. 152/1999 e successive modifiche ed integrazioni) sotto dettagliati:

- a) nelle aree a **“vulnerabilità elevata” (E)** si dovrà, in linea di massima, escludere l'insediamento di infrastrutture e/o attività potenzialmente inquinanti: discariche di R.S.U.; stoccaggio di sostanze inquinanti; depuratori; depositi di carburanti; pozzi neri a dispersione; spandimenti di liquami, etc. Le fognature dovranno essere alloggiare in manufatti impermeabili. L'uso di fertilizzanti, pesticidi e diserbanti ed anche l'autorizzazione al pascolamento intensivo e all'allevamento dovrebbero costituire oggetto di specifica regolamentazione e controllo avendo cura che per i primi, i quantitativi usati siano solo quelli strettamente necessari, e che per i secondi, la pratica e la permanenza non siano eccessive. Per quanto concerne le destinazioni esistenti, controlli periodici dell'acqua di falda consentiranno di verificare la compatibilità dell'uso attuale dei presidi sanitari con la qualità d'acqua del sottosuolo.

Deroghe a queste linee di indirizzo potranno essere realizzate nel caso che:

- si dimostri la necessità, in rapporto a esigenze di interesse pubblico, di localizzare comunque la previsione all'interno della zona E;

- vengano eseguite specifiche indagini geognostiche ed idrogeologiche che accertino situazioni locali di minore vulnerabilità intrinseca delle falde; a tal fine dovranno essere misurate le permeabilità dei livelli posti al di sopra dell'acquifero, calcolando sperimentalmente il “tempo di arrivo” di un generico inquinante idrovescolato.

- b) per le zone a **“vulnerabilità alta” (A)** si precisa che per le aree costituite da depositi alluvionali terrazzati e detriti di falda si dovrà propendere per le stesse prescrizioni fatte per la classe E. Il minor grado di vulnerabilità è in relazione alla limitata importanza delle falde idriche in esse contenute e quindi al minor danno di un eventuale inquinamento; inoltre queste falde non sono in genere alimentate da acque fluviali per cui non sono esposte al trasferimento di eventuali inquinanti.

- c) nelle zone definite a “**vulnerabilità media**” (*M*) le infrastrutture e le opere potenzialmente inquinanti potranno essere autorizzate di norma solo in seguito a specifiche indagini idrogeologiche finalizzate alla valutazione della locale situazione e del rischio di inquinamento.

- d) ai fini della tutela delle acque destinate a consumo umano la “**zona di tutela assoluta**” dei punti di captazione di risorsa idrica del sistema acquedottistico per il pubblico servizio, così come è definito all’art. 21, comma 4 del D.L. n. 258/2000, dovrà essere costituita dall’area immediatamente circostante le captazioni o derivazioni; essa deve avere una estensione in caso di captazione di acque sotterranee di almeno 10 metri di raggio dal punto di captazione, deve essere adeguatamente protetta e adibita esclusivamente ad opere di captazione o presa e/o ad infrastrutture di servizio. Tale zona deve essere recintata, provvista di canalizzazione per le acque meteoriche e protetta dalla possibilità di esondazione di corpi idrici limitrofi. Per le captazioni preesistenti e quelle nei centri abitati l’estensione della zona di tutela assoluta può essere ridotta, previa opportuna valutazione da parte degli organi competenti e con l’adozione di particolari accorgimenti a tutela della captazione stessa.

- e) ai fini della tutela delle acque destinate a consumo umano viene indicata una “**zona di rispetto**” (che include la zona di tutela assoluta) di raggio non inferiore a 200 m da opere di captazione di acque destinate al consumo umano, erogate a terzi mediante impianto di acquedotto che riveste carattere di pubblico interesse (punti di captazione e reperimento della risorsa idrica in gestione a Publiacqua S.p.a.), così come è definito all’art. 21, comma 5 del D.L. n. 258/2000, dove si dovrà propendere per il divieto degli insediamenti dei seguenti centri di pericolo e lo svolgimento delle seguenti attività:

- dispersione di fanghi ed acque reflue, anche se depurate;
- accumuli di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;
- spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l’impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche;
- dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche provenienti da piazzali e strade;
- aree cimiteriali;
- apertura di cave e discariche che possano essere in connessione con la falda;
- terebrazioni ed apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano per l’alimentazione del sistema acquedottistico per il pubblico servizio o per lo sfruttamento come acqua minerale e di quelli finalizzati alla variazione della estrazione ed alla protezione e controllo delle caratteristiche qualitative della risorsa idrica;
- gestione e trattamento di rifiuti e loro messa a dimora e lo stoccaggio provvisorio;
- stoccaggio di prodotti ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;
- centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
- pozzi perdenti e/o sistemi di subirrigazione che prevedano immissione di reflui nel sottosuolo;
- pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 chilogrammi per ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione.

Per quanto concerne le preesistenze, delle attività sopraelencate, ad eccezione delle aree cimiteriali, sono adottate le misure per il loro allontanamento; in ogni caso deve essere garantita la loro messa in sicurezza.

- f) ai fini della tutela delle acque destinate a consumo umano alle “zone di protezione” dei punti di captazione di risorsa idrica del sistema acquedottistico per il pubblico servizio ricadenti nelle aree a “**vulnerabilità elevata**” (**E**) si ritiene dover propendere per l’applicazione degli stessi precetti (divieti e deroghe) validi per le “zone di rispetto” (vedi precedente paragrafo “e”).

## **7.2 VINCOLI SOVRACOMUNALI SULLA PERIMETRAZIONE DI AREE CLASSIFICATE IN FUNZIONE della CAPACITA’ di RICARICA delle FALDE**

Il Piano di Bacino del Fiume Arno, stralcio “Bilancio Idrico”, è stato approvato con D.P.C.M. del 20.2.2015 unitamente alle proprie “misure di tutela”.

Lo stralcio “Bilancio Idrico” è lo strumento del Piano di Bacino per la definizione delle condizioni di criticità della risorsa idrica superficiale e sotterranea, e per l’imposizione di vincoli di sfruttamento sostenibile della stessa.

Il bilancio idrico, definito alla scala del bacino idrografico, è espresso dall’equazione di continuità dei volumi entranti, uscenti ed invasati nel bacino superficiale e idrogeologico, al netto delle risorse necessarie per la conservazione degli ecosistemi acquatici ed dei fabbisogni per i diversi usi.

È l’indispensabile strumento conoscitivo su cui fondare la gestione della risorsa idrica nonché la base scientifica sulla quale costruire, all’interno dei Piani di Tutela, le analisi, gli studi previsionali e le strategie volte al perseguimento degli obiettivi di qualità e più in generale i programmi e le azioni di governo del territorio a scala poliennale.

Fornisce inoltre gli strumenti per la regolazione amministrativa dei prelievi, sia superficiali che sotterranei, in un quadro tecnico chiaro ed unitario.

### *Finalità del Piano*

Per quanto riguarda le acque sotterranee il bilancio è stato redatto per gli acquiferi alluvionali individuati come significativi, significatività dovuta sia alla capacità propria del corpo idrico sia all’utilizzo in atto dello stesso, con elaborazioni anche in questo caso basate sull’anno medio relativo ai dati climatici dell’ultimo quindicennio.

Le criticità, anche in questo caso in ottemperanza alle indicazioni del Piano di Tutela, sono funzione in prima istanza alle condizioni di bilancio a livello di acquifero. Come ulteriore dettaglio, all’interno di ciascun corpo idrico sono state individuate zone caratterizzate da diversi livelli di stress in funzione della ricarica specifica, della trasmissività e dei prelievi in atto, opportunamente spazializzati.

Seguono quindi le linee di pianificazione delle azioni volte ad una gestione sostenibile della risorsa, di carattere generale e puntuale, rivolte in prima istanza agli Enti preposti alla gestione della risorsa idrica ma, anche ai fini di fornire un elemento informativo e di trasparenza nella azione amministrativa esplicitata tramite il parere di competenza sulle piccole e grandi concessioni idriche, in generale a tutti gli utenti della risorsa idrica.

### *Organizzazione del Piano e relativi elaborati*

L’organizzazione della documentazione relativa al bilancio idrico è strutturata attraverso la fase conoscitiva, contenente l’individuazione delle criticità, e la fase più propriamente gestionale/normativa, che si fonda e definisce sui risultati delle fasi precedenti. A tal scopo la documentazione di piano è organizzata in schede di sintesi e cartografie immediatamente consultabile.

In sintesi la documentazione di Piano è così composta:

- RELAZIONE GENERALE » Contiene l'inquadramento del bilancio idrico, articolato in una parte di carattere giuridico e tecnico, il quadro conoscitivo naturale e antropico con specifico riferimento al cambiamento climatico e alle strategie di adattamento, la descrizione della metodologia operativa per l'individuazione del bilancio idrico, le criticità del reticolo superficiale e delle acque profonde.
- SCHEDE CONOSCITIVE DEGLI ACQUIFERI SIGNIFICATIVI - Costituiscono il quadro conoscitivo di ciascun acquifero significativo e riportano le caratteristiche geometriche ed idrodinamiche, corredate da cartografie di dettaglio
- IL BILANCIO DEGLI ACQUIFERI SIGNIFICATIVI » SCHEDE DI SINTESI Redatte per ciascun acquifero, corredate da tutti gli elementi, naturali ed antropici costituenti il bilancio
- ATLANTI CARTOGRAFICI DELLE CRITICITÀ - Alla scala 1:25.000 riportano la zonazione delle aree a diversa disponibilità idrica all'interno degli acquiferi significativi
- BILANCIO DELLE ACQUE SUPERFICIALI » SCHEDE DI SINTESI » Redatte in corrispondenza delle sezioni significative, corredate dai dati di bilancio e comunque dai dati significativi dei sottobacini e bacini sottesi
- CARTOGRAFIA DI PIANO e MISURE GESTIONALI (ED ALLEGATI)

Per quanto concerne il territorio comunale di Reggello, in riferimento agli stralci cartografici in scala 1:25.000 della Zonazione aree a diversa disponibilità idrica di acque sotterranee degli acquiferi di pianura definita nel Piano di Bacino del Fiume Arno, stralcio "Bilancio Idrico", con riferimento alle aree da assoggettare alle misure di salvaguardia di cui agli artt. 9, 10 e 11 delle "Misure di Piano" dello stesso progetto di Piano "Bilancio Idrico", si riconosce un settore a "disponibilità molto inferiore alla capacità di ricarica (D4)" in corrispondenza del corso del Fiume Arno a ovest della località Casenuove, mentre si hanno "aree a disponibilità inferiore alla capacità di ricarica (D3)" nei settori a sud-ovest dell'abitato di San Clemente, in un settore attorno al suddetto areale ricadente in classe D4, in corrispondenza della porzione occidentale dell'abitato di Leccio e della porzione nord-occidentale dell'abitato di Matassino. Mentre si riconoscono "aree a disponibilità prossima alla capacità di ricarica" tra il corso del Fiume Arno e il tracciato dell'Autostrada A1 a nord dell'abitato di Prulli di Sotto. Le restanti aree della piana alluvionale del territorio comunale di Reggello ricadono nei settori in cui sono presenti "aree ad elevata disponibilità (D1)".







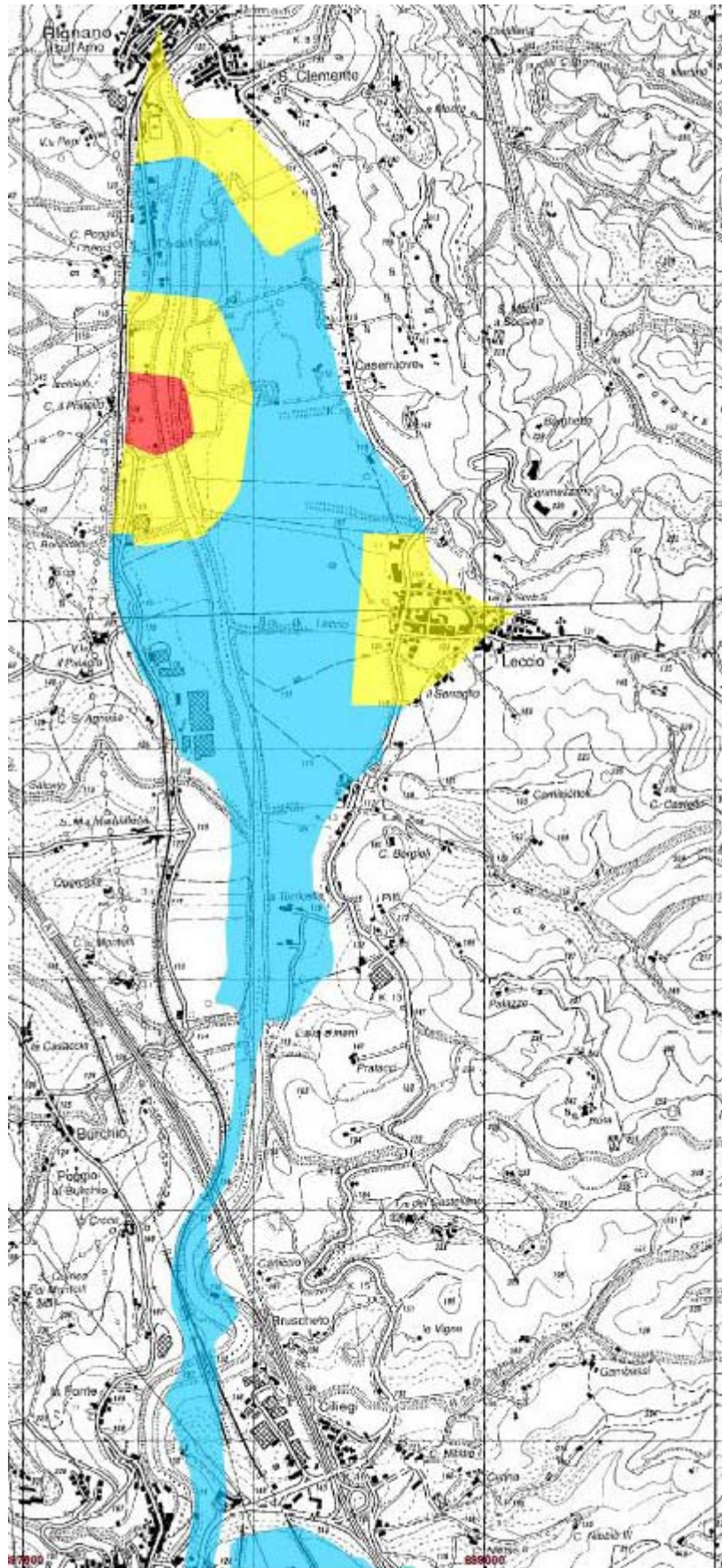
## **Autorità di Bacino del Fiume Arno**

### **Piano di Bacino del fiume Arno Stralcio "Bilancio Idrico"**

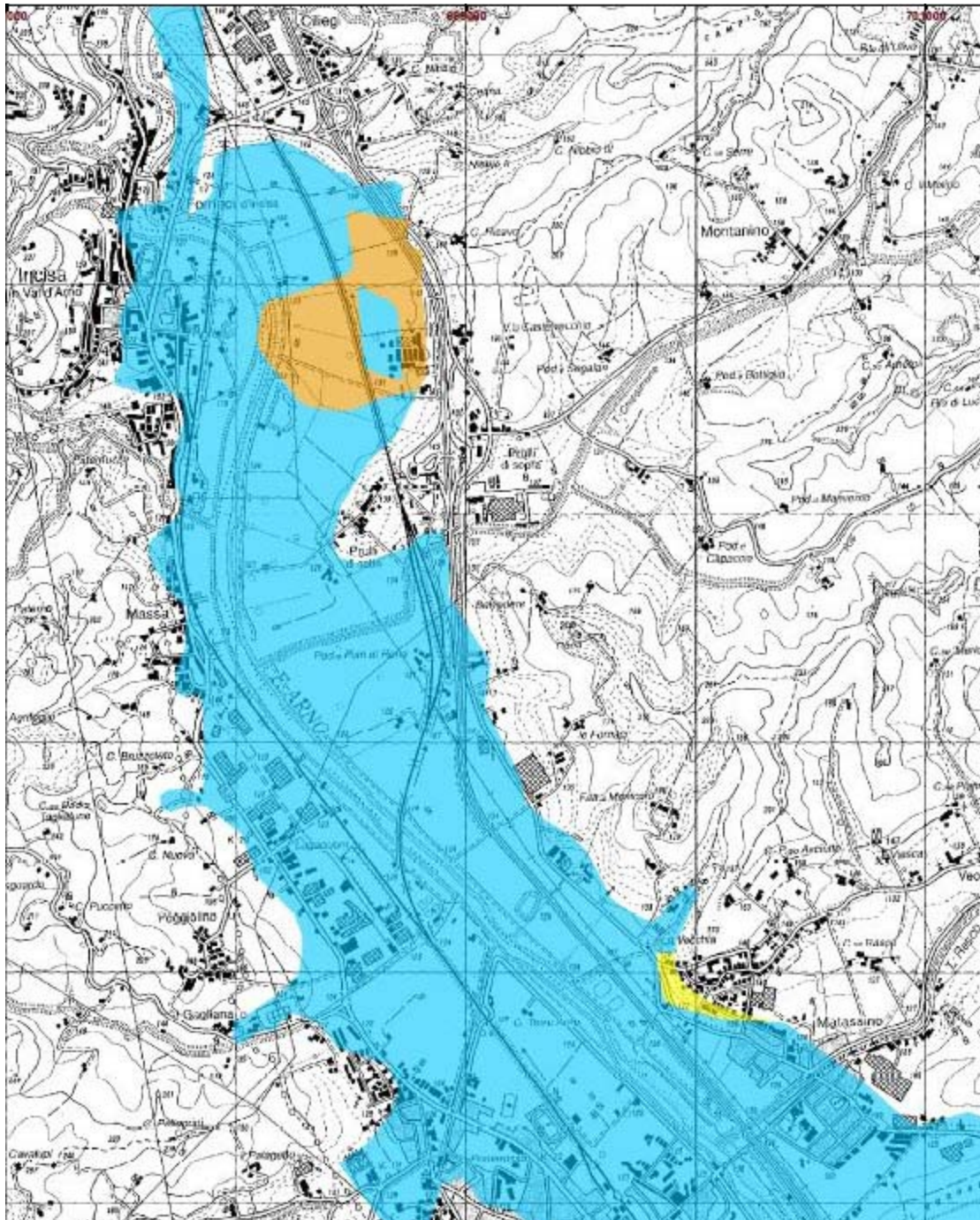
### **Zonazione delle aree a diversa disponibilità di acque sotterranee degli acquiferi di pianura**



-  D 4 - aree a disponibilità molto inferiore alla capacità di ricarica
-  D 3 - aree a disponibilità inferiore alla capacità di ricarica
-  D 2 - aree a disponibilità prossima alla capacità di ricarica
-  D 1 - aree ad elevata disponibilità







*Estratto da stralci cartografici n. 30 e 31 in scala 1:25.000*

## **8. CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE**

Il reticolo idrografico che caratterizza il territorio del Comune di Reggello mostra un andamento generale del principale corso d'acqua, il Fiume Arno, in direzione NW - SE (appenninica).

Gli affluenti di ordine gerarchico inferiore, più brevi, sono orientati in linea di massima in direzione NE - SW (antiappenninica) come il Vicano di Reggello ed il Vicano di S. Ellero.

Il reticolo può essere definito di tipo sub-rettangolare, con aste impostate lungo linee di frattura o di dislocazione. Infine, si osserva un aumento della densità del drenaggio nelle aree in cui si rileva la presenza di terreni prevalentemente argillitici, rispetto a tipi litologici a prevalente composizione sabbiosa grossolana o di natura arenacea con intensa fratturazione.

## **9. VALUTAZIONI SUL CONTESTO E SUL RISCHIO IDRAULICO**

L'ambito fisico di interesse per la valutazione di tale tipo di rischio è costituito dalle reti di drenaggio superficiali, naturali e artificiali, e dalle dinamiche idrologiche ed idrauliche che caratterizzano le relazioni fra afflussi, deflussi e variazioni delle riserve, nell'ambito dei bacini idrografici.

Il rischio idraulico per il territorio è la risultante dei fattori naturali ed antropici. In particolare vanno considerati gli effetti dell'evoluzione socio-economica sui corsi d'acqua e i riflessi connessi sull'assetto dei territori montani, collinari e di pianura; delle modifiche nelle pratiche colturali e nelle conduzioni agricole; della scarsa manutenzione delle sistemazioni montane, dei boschi e degli alvei; dell'imprevidenza di trascorse scelte urbanistiche rispetto al rischio idraulico stesso.

Il rischio idraulico da esondazione trae origine dall'eventualità che una determinata area sia invasa dalle acque fuoriuscite da reti di drenaggio naturali e/o artificiali per insufficiente capacità di smaltimento delle portate in transito nella stessa rete, oppure per rotture di opere di contenimento e/o occlusione di tombature e tratti intubati.

La valutazione del rischio idraulico a cui è soggetto il territorio comunale di Reggello viene eseguita essenzialmente attraverso considerazioni di carattere:

### **qualitativo basate su:**

- il censimento storico - inventariale degli eventi di esondazione verificatisi così come documentato nelle perimetrazioni indicate in atti ufficiali degli Enti preposti confrontati con testimonianze raccolte sui luoghi e sulla base della certificazione sindacale di cui alla Del. C.R. n. 11540/94;
- notizie circa i battenti di piena ufficialmente registrati per gli episodi del 1949 e del 1966 dall'Istituto Idrografico di Pisa;
- indicazioni circa trascorsi episodi di ristagno per rigurgito di reti fognarie e/o occlusione di tratti del drenaggio superficiale (in specie per gli eventi verificatisi nel periodo 1991-1993).

Riferimento alla tavola T.IDR 01.

### **quantitativo basate su:**

- mappatura della pericolosità da alluvione realizzata dalla Autorità di Bacino del Fiume Arno nel Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) che individua gli azionamenti di pericolosità per possibilità di esondazione a seguito di modellazioni per i prefissati tempi di ritorno (T 30, 200 e 500 anni) realizzate e fornite dalla Autorità di Bacino del Fiume Arno per il tratto di sponda destra d'Arno nel tratto compreso fra i confini con i comuni di Pelago e Figline e Pian di Sco' secondo lo schema sotto esplicitato (vedi tav. T.IDRO 06 nei quadranti NW e SW):
  - pericolosità da alluvione elevata (P3), corrispondente ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno minore/uguale a 30 anni;
  - pericolosità da alluvione media (P2), corrispondente ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno maggiore di 30 anni e minore/uguale a 200 anni;

- pericolosità da alluvione bassa (P1), corrispondente ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno maggiore di 200 anni e comunque corrispondenti al fondovalle alluvionale.
- “Studio idrologico e idraulico nel Comune di Reggello a supporto dell’attività di revisione del Piano Strutturale” con modellazione idraulica quantitativa per la valutazione della pericolosità idraulica sugli affluenti del Fiume Arno in riva destra redatto dall’Ing. David Settesoldi (West Systems s.r.l. divisione Physis, settembre 2016).

## **9.1 CONTESTO e RISCHIO IDRAULICO nella PIANIFICAZIONE SOVRACCOMUNALE**

Il “Piano di Bacino del Fiume Arno, stralcio Assetto Idrogeologico” e le relative misure di salvaguardia fu approvato con D.P.C.M. del 6.5.2005. In seguito, nel contesto delle attività demandate al Distretto dell’Appennino Settentrionale con il coordinamento della Autorità di Bacino del Fiume Arno, il Comitato Istituzionale Integrato adottò, nella seduta svoltasi a Roma in data 17 dicembre 2015, il Piano di Gestione Rischio Alluvioni (P.G.R.A.), come richiesto dalle due direttive europee 2000/60/CE e 2007/60/CE.

Con tale adozione decadde, per quanto concerne l’aspetto relativo alla pericolosità idraulica, i contenuti normativi e le cartografie di riferimento circa le pericolosità idrauliche del P.A.I. .

Si riporta per chiarezza che, dalla data di adozione del P.G.R.A., sopra indicata, e fino alla sua approvazione sono in vigore le misure di salvaguardia riportate nella Delibera del Comitato Istituzionale Integrato (ex. Art. 4, comma 3 D.lgs. 219/2010) della Autorità di Bacino del Fiume Arno n. 232 del 17.12.2015 relativa a “Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Distretto Idrografico dell’Appennino Settentrionale (Direttiva 2007/60/CE) – Adozione misure di salvaguardia per il Bacino del Fiume Arno e per i Bacini Regionali Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone”.

Il Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) è stato approvato, in data 3 marzo 2016 con Deliberazione del Comitato Istituzionale della Autorità di Bacino del Fiume Arno n. 235, del Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA), nel contesto delle attività demandate al Distretto dell’Appennino Settentrionale con il coordinamento della Autorità di Bacino del Fiume Arno.

### ***Natura e finalità dei Piani di Gestione del Rischio Alluvioni***

Il Piano di gestione del rischio di alluvioni (di seguito denominato P.G.R.A.) delle *Units of management* (U.O.M.) è redatto ai sensi della direttiva 2007/60/CE e del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 ed è finalizzato alla gestione del rischio di alluvioni nel territorio di ciascuna U.O.M..

Il P.G.R.A. delle U.O.M. ha valore di piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate, tenendo conto delle caratteristiche fisiche e ambientali del territorio interessato e sulla base delle mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni, le misure di prevenzione, di protezione, di preparazione e di risposta e ripristino finalizzate alla gestione del rischio di alluvioni nel territorio di ciascuna U.O.M..

Il P.G.R.A. di ciascuna delle U.O.M. Arno, Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone costituisce, ai sensi dell’art. 65 comma 8 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 uno stralcio territoriale e funzionale del Piano di bacino distrettuale del distretto idrografico dell’Appennino Settentrionale, di seguito denominato Piano di bacino.

Il Piano di Gestione “alluvioni”, secondo quanto indica la direttiva, è costituito da alcune sezioni fondamentali che possono essere sinteticamente riassunte nei seguenti punti:

- analisi preliminare della pericolosità e del rischio alla scala del bacino/ bacini che costituiscono il distretto;
- identificazione della pericolosità e del rischio idraulico a cui sono soggetti i bacini del distretto, con indicazione dei fenomeni che sono stati presi in considerazione, degli scenari analizzati e degli strumenti utilizzati;
- definizione degli obiettivi che si vogliono raggiungere in merito alla riduzione del rischio idraulico nei bacini del distretto;
- definizione delle misure che si ritengono necessarie per raggiungere gli obiettivi prefissati, ivi comprese anche le attività da attuarsi in fase di evento.

I piani di gestione pertanto riguardano tutti gli aspetti legati alla gestione del rischio di alluvioni ed ovvero la prevenzione, la protezione e la preparazione. Comprende al suo interno anche la fase di previsione delle alluvioni e i sistemi di allertamento, oltre alla gestione in fase di evento.

Il distretto dell'Appennino Settentrionale è costituito da ben 11 sistemi idrografici a se stanti e con caratteristiche peculiari sostanzialmente diverse l'uno dall'altro. Per ogni sistema idrografico (bacino e/o insieme di bacini di ridotte dimensioni) è competente per la redazione del piano una U.O.M. che corrisponde alle Autorità di bacino di rilievo nazionale, interregionale e regionale già individuate dalla legge 183 del 1989. I piani di gestione sono stati predisposti per ogni singolo sistema idrografico da parte dell'ente individuato come Autorità competente. I P.G.R.A. di ogni U.O.M. pertanto compongono il piano di gestione di distretto. Secondo quanto stabilito dal decreto legislativo n. 219 del 2010, le Autorità di bacino di rilievo nazionale hanno coordinato le attività delle U.O.M. alla scala di distretto. Per il distretto dell'Appennino Settentrionale l'attività di coordinamento è stata svolta dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno.

#### ***Il Piano di Gestione del Bacino del Fiume Arno (P.G.R.A.)***

Per il bacino dell'Arno il P.G.R.A. rappresenta un forte elemento di innovazione in quanto il piano sostituisce a tutti gli effetti, con una nuova cartografia e nuove norme, il P.A.I. (Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico) riguardante la pericolosità ed il rischio idraulico.

Il P.G.R.A. dell'Arno supera il P.A.I. sia dal punto di vista cartografico che dal punto di vista della disciplina della pericolosità da alluvioni, introducendo una nuova “Disciplina di Piano” orientata alla gestione del rischio e alla responsabilizzazione degli enti locali in tale gestione, alla tutela e salvaguardia della naturalità dei corsi d'acqua in una visione integrata coerente con le Direttive europee 2000/60/CE e 2007/60/CE. Il P.G.R.A. dell'Arno racchiude pertanto in sé sia la parte di regole ed indirizzi (misure di prevenzione) per una gestione del territorio orientata a mitigare e gestire i rischi con particolare riguardo al patrimoni esistente, sia gli interventi (misure di protezione) da attuare per mitigare gli effetti delle alluvioni sugli elementi esposti al rischio.

La Disciplina di Piano include inoltre le modalità con cui si preservano e si integrano le aree destinate alla realizzazione degli interventi. Infine il P.G.R.A. introduce, con la definizione delle aree di contesto fluviale, particolari indirizzi per il governo del territorio tesi anche questi alla mitigazione degli effetti al suolo.

Le misure di prevenzione (Disciplina di Piano) e quelle di protezione (interventi) contribuiscono al raggiungimento degli obiettivi generali stabiliti alla scala dell'intero distretto dell'Appennino settentrionale. La “mappa di piano” contiene, oltre alla pericolosità derivata da alluvioni fluviali e costiere, anche la perimetrazione delle aree di contesto fluviale.

In coerenza con le finalità generali della direttiva 2007/60/CE e del decreto legislativo n. 49/2010, il P.G.R.A. delle U.O.M. Arno persegue i seguenti obiettivi generali che sono stati definiti alla scala del distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale:

1. Obiettivi per la salute umana
  - a) riduzione del rischio per la vita delle persone e la salute umana;
  - b) mitigazione dei danni ai sistemi che assicurano la sussistenza e l'operatività delle strutture strategiche.
2. Obiettivi per l'ambiente
  - a) riduzione del rischio per le aree protette derivante dagli effetti negativi dovuti a possibile inquinamento in caso di eventi alluvionali;
  - b) mitigazione degli effetti negativi per lo stato ambientale dei corpi idrici dovuti a possibile inquinamento in caso di eventi alluvionali, con riguardo al raggiungimento degli obiettivi ambientali di cui alla direttiva 2000/60/CE.
3. Obiettivi per il patrimonio culturale
  - a) riduzione del rischio per il patrimonio culturale, costituito dai beni culturali, storici ed architettonici esistenti;
  - b) mitigazione dei possibili danni dovuti ad eventi alluvionali sul sistema del paesaggio.
4. Obiettivi per le attività economiche
  - a) mitigazione dei danni alla rete infrastrutturale primaria;
  - b) mitigazione dei danni al sistema economico e produttivo pubblico e privato;
  - c) mitigazione dei danni alle proprietà immobiliari;
  - d) mitigazione dei danni ai sistemi che consentono il mantenimento delle attività economiche.

Il P.G.R.A. delle U.O.M. Arno è costituito dai seguenti elaborati:

1. Relazione e criteri generali alla scala del distretto idrografico dell'Appennino settentrionale
2. Relazione di Piano.
3. Disciplina di Piano.
4. Mappa della pericolosità da alluvione fluviale e costiera con distribuzione degli elementi a rischio.
5. Mappa delle aree di contesto fluviale.
6. Mappa delle aree destinate alla realizzazione degli interventi di protezione.
7. Mappa della pericolosità derivata da fenomeni di flash flood.
8. Mappa del rischio di alluvione.

#### ***Mappe di pericolosità e rischio alluvioni***

Le “mappe di piano” e “rischio di alluvioni” predisposte per il P.G.R.A. del bacino dell'Arno hanno preso origine dal lavoro svolto nell'ambito del P.A.I. (Piano di Assetto Idrogeologico) realizzato già nel 1999 e di seguito continuamente aggiornato ed integrato.

Partendo dalle elaborazioni svolte nel P.A.I. dell'Arno sono state realizzate le mappe ai sensi della direttiva “alluvioni” e del decreto di recepimento 49/2010.

Con la rappresentazione cartografica di tali aree e l'applicazione della misura di prevenzione “Disciplina di Piano del P.G.R.A.” è stata fornita una prima risposta in termini di azioni di adattamento.



In particolare ai fini del supporto al presente atto di pianificazione territoriale si segnalano:

a) Mappa della pericolosità da alluvione fluviale

Le aree con pericolosità da alluvione fluviale sono rappresentate su tre classi, secondo la seguente gradazione (vedi tav. T.IDRO 06 nei quadranti NW e SW):

- pericolosità da alluvione elevata (P3), corrispondenti ad aree inondabili da eventi con P.G.R.A. – U.O.M. Arno tempo di ritorno minore/uguale a 30 anni;
- pericolosità da alluvione media (P2), corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno maggiore di 30 anni e minore/uguale a 200 anni;
- pericolosità da alluvione bassa (P1) corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno superiore a 200 anni e comunque corrispondenti al fondovalle alluvionale.

b) Mappa delle aree di contesto fluviale

Le aree di contesto fluviale (vedi tav. T.IDROm 01) sono quelle di particolare interesse ai fini della gestione del rischio idraulico, della tutela del buon regime dei deflussi, della salvaguardia delle peculiarità ambientali culturali e paesaggistiche associate al reticolo idraulico. Definiscono quelle particolari porzioni del fondovalle che, sia per caratteristiche fisiche che per naturale o indotta disposizione, presentano aspetti fortemente legati al reticolo idraulico esistente. Anche per queste aree attraverso la misura di prevenzione Disciplina di piano sono stabiliti particolari indirizzi ai fini della loro destinazione d'uso.

c) Mappa delle aree destinate alla realizzazione delle misure di protezione

In tale mappa (i cui contenuti sono riportati in tav. T.IDRO 01) sono rappresentate le misure di protezione tramite elementi poligonali, lineari e puntuali.

### **Definizioni**

Ai fini del P.G.R.A. delle U.O.M. Arno, per una corretta fruizioni da parte dei privati e degli operatori, si dettagliano i significati relativi alla terminologia sotto riportata:

Aree alluvionali: porzioni di fondovalle caratterizzate da eventi alluvionali il cui perimetro, definito mediante criteri di tipo geomorfologico, rappresenta il limite teorico superiore delle alluvioni catastrofiche.

Aree inondabili: porzioni di territorio soggette ad essere allagate in seguito ad un evento di piena. Sono caratterizzate da una probabilità di inondazione in funzione del tempo di ritorno considerato; nel caso di aree allagabili su base storico-inventariale la definizione di territorio interessato viene attuata mediante ricostruzione stimata dell'evento di riferimento. Le aree inondabili definite nel P.G.R.A. delle U.O.M. Arno non tengono conto degli allagamenti dovuti a cedimenti del sistema arginale.

Aree di contesto fluviale: sono le aree che, a prescindere dalla loro natura fisiografica e geomorfologica, sono da considerare ancora passibili di una dinamica fluviale naturale; si tratta di aree golenali, o immediatamente prossime agli alvei principali in genere libere da insediamenti e delimitate da forme quali ad esempio orli di terrazzi, piccole scarpate, argini.

Azioni di difesa locale: sono interventi tesi a limitare la vulnerabilità alla scala della singolo elemento o insieme di elementi; si tratta di azioni quali ad esempio barriere impermeabili, sistemi di impermeabilizzazione, sistemi

di difesa delle reti e degli impianti, valvole di non ritorno, procedure di comportamento e più in generale azioni di proofing e retrofitting.

Battente h: altezza d'acqua stimabile nelle aree inondabili in conseguenza di un evento alluvionale; nel P.G.R.A. delle U.O.M. Arno il battente rappresenta l'altezza d'acqua presunta, ricavata da modellazione idraulica, con riferimento ad eventi di assegnata frequenza, e/o da informazioni basate su indagini storico-inventariali.

Funzionalità idraulica: indica la condizione del corso d'acqua sia in termini di capacità di deflusso che in termini di stato e assetto ambientale.

Gestione del rischio idraulico: per gestione del rischio idraulico si intendono le azioni volte a mitigare i danni conseguenti a fenomeni alluvionali. La gestione può essere attuata attraverso interventi tesi a ridurre la pericolosità e interventi tesi a ridurre la vulnerabilità degli elementi a rischio anche mediante azioni di difesa locale e piani di gestione dell'opera collegati alla pianificazione di protezione civile comunale e sovracomunale, rispettando le condizioni di funzionalità idraulica; in altri termini la gestione del rischio si attua attraverso azioni volte ad abbattere in maniera significativa gli effetti negativi - rispetto ad un evento di riferimento che può anche variare in funzione delle caratteristiche del corso d'acqua considerato – in particolare su vita umana, insediamenti ed attività, beni ambientali e culturali. Agli effetti del P.G.R.A. delle U.O.M. Arno, di norma, si considera come **evento di riferimento quello connesso con un tempo di ritorno uguale a 200 anni**. La gestione del rischio può essere perseguita, qualora ve ne siano i presupposti e le condizioni giuridiche, anche attraverso azioni tali da ripartire eventuali effetti negativi su aree in cui, a parità di pericolosità, si ha presenza di elementi a rischio di minor valore.

Misure di prevenzione: interventi ed azioni di regolamentazione e di governo del territorio tese a mitigare sia la pericolosità idraulica che le conseguenze negative per l'ambiente, i beni culturali, il sistema sociale e le attività economiche.

Misure di protezione: interventi carattere prevalentemente strutturale od in ogni caso connessi alla realizzazione di opere.

Misure di preparazione: interventi ed attività orientate a fronteggiare la fase di evento delle calamità alluvionali; comprendono sia le azioni di preannuncio che la predisposizione della pianificazione di emergenza che le azioni durante la fase di evento vero e proprio.

Misure di risposta e ripristino: sono gli interventi che si attuano in fase post-evento e comprendono sia la fase di ricostruzione che quella di rianalisi al fine di verificare il livello di efficacia delle misure intraprese.

Mitigazione del rischio idraulico: l'insieme di misure, azioni ed interventi tesi a diminuire le conseguenze negative di eventi alluvionali.

Pericolosità da alluvione P: è la probabilità di accadimento di un predefinito evento calamitoso nell'intervallo temporale t; nel P.G.R.A. delle U.O.M. Arno la pericolosità da alluvione viene suddivisa in tre classi riferite a differenti frequenze di accadimento dell'evento.

Rete infrastrutturale primaria: è il sistema di infrastrutture costituito da ferrovie, autostrade, strade di grande comunicazione, strade regionali, strade provinciali e le opere ad esse connesse.

Reticolo principale: è il reticolo individuato dettagliato nell'Allegato 4 della disciplina di piano del P.G.R.A. della U.O.M. Arno. Nel comune di chiusi della Verna il solo Fiume Arno risulta classificato come facente parte del reticolo principale.

Reticolo secondario: comprende la restante porzione del reticolo, classificato ai sensi delle leggi regionali della Toscana e dell'Umbria.

Servizi essenziali: sono i servizi connessi con la finalità di garantire la salute, l'igiene e l'assistenza ai cittadini (ospedali, scuole e servizi alle persone). Nella presente disciplina di P.G.R.A. delle U.O.M. Arno, Toscana Nord, tali servizi sono definiti ai fini della previsione e realizzazione di opere pubbliche e di interesse pubblico ad essi relativi.

Sicurezza idraulica: condizione legata all'assenza totale di fenomeni di allagamento associata ad una data pericolosità.

Tempo di ritorno Tr: è il tempo medio intercorrente tra il verificarsi di due eventi successivi di entità uguale o superiore ad un valore di assegnata intensità o, analogamente, è il tempo medio in cui un valore di intensità assegnata viene uguagliato o superato almeno una volta.

## **9.2 CARTA DELLE ESONDAZIONI STORICHE E PERICOLOSITA' IDRAULICA DA P.G.R.A. (RETICOLO IDROGRAFICO CENSITO nel PIT)**

La deliberazione Consiglio regionale 27 marzo 2015, n. 37 (di approvazione del PIT con valenza di piano paesaggistico) fissa, in materia di “disciplina del sistema idrografico”, all'articolo n. 16, comma 4 (allegato L – e elaborato 7B) le modalità relative alla “ricognizione, delimitazione e rappresentazione in scala idonea alla identificazione delle aree tutelate per legge ai sensi dell'art. 142 del Codice”.

In tale elenco sono segnalati i seguenti “fiumi e torrenti”:

- FIUME ARNO	3
- TORRENTE CHIESIMONE	162
- TORRENTE MARNIA	400
- TORRENTE RESCO CASCESE E BORRO S.ANTONIO	497
- TORRENTE VICANO DI SANT'ELLERO E FOSSO DEL BIFOLCO	671
- TORRENTE VICANO DI PELAGO	670

Risultano, inoltre, censiti nel PIT (allegato E) gli ulteriori seguenti “corsi d'acqua”:

- FOSSO DELL'ABBATE	2946
- FOSSO del BIFOLCO	2947
- FOSSO DI CILIANA o CELANA	2950
- FOSSO LAGACCILO	2948
- FOSSO VICANO DI VALLOMBRSA	2949
- FOSSO DI TRANA	2952
- FOSSO DELLA ROMOLA	2953
- FOSSO DI LECCIO O CONIORSI	2954
- FOSSO DELLA TORNIA E TOFANAIA	2955
- RIO DI LUCO OBORRO DI REDILUCO	2957
- BORRO DI PITANO	2960
- BORRO DEL PESCO O DI PRATOMOLLE	2959

Per tali corsi d'acqua, al di là dell'individuazione dei contesti fluviali di cui al comma 3, lettera a) del PIT, e per tutti i segmenti di asta fluviale facenti parte del reticolo idrografico come disposta dagli allegati alla L.R. n. 79/2012 aggiornato con D.C.R.T. n. 9/2015 si prevede che all'interno della fascia di larghezza 10 ml fra i due ciglio di sponda e/o limite esterno d'argine i nuovi strumenti urbanistici non dovranno prevedere nuove edificazioni, manufatti di qualsiasi natura o trasformazioni morfologiche di aree pubbliche ad eccezione delle opere idrauliche, di attraversamento del corso d'acqua, degli interventi trasversali di captazione e restituzione delle acque, nonché degli adeguamenti delle infrastrutture esistenti senza avanzamento verso il corso d'acqua, a condizione che si attuino le precauzioni necessarie per la riduzione del rischio idraulico”.

Il citato ambito corrisponde e coincide, generalmente, a quello di applicazione del R.D. 523/1904 (la cui applicazione si estende a tutte le “acque pubbliche”), dove, in particolare, sono vietati il tombamento, la realizzazione di nuove costruzioni, le modifiche morfologiche che possano alterare le condizioni di rischio idraulico e le modifiche del corso d'acqua stesso, salvo gli attraversamenti di infrastrutture pubbliche.

Con l'emanazione del superato Regolamento Regionale n. 53/R sono, comunque, decadute le efficaci relative alle norme di salvaguardia degli ambiti idraulici A1, A2 e B di cui agli artt. 75 – 80 della Del. C.R. n. 12/2000.

Le indicazioni inerenti alle esondazioni trascorse (tav. T.IDR 01) sono state riportate per le aree di fondovalle attraverso l'analisi storico-inventariale delle informazioni sugli eventi alluvionali verificatisi in passato.

Questa metodologia, anche se priva del supporto analitico e matematico di una verifica idraulica, risulta utile per operare scelte di indirizzo generale relative alla pianificazione territoriale.

In tale ottica si è proceduto alla compilazione delle informazioni inerenti ai trascorsi fenomeni di esondazione attenendosi alle seguenti fonti di reperimento dei dati:

- raccolta diretta, tramite testimonianze ed interviste degli abitanti, dei dati inerenti l'evento del 1966 e delle cause dei locali fenomeni verificatisi nel periodo 1991-1993;
- integrazione con i dati relativi al censimento aree inondate, ai sensi della D.G.R. 11540 del 13.12.1993;
- confronto con la “Carta della stabilità dei versanti e pericolosità di esondazione” allegata al Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.) della Provincia di Firenze (scala 1:25.000);
- confronto con la cartografia redatta in scala 1:25.000 dal Dipartimento Difesa del Suolo della Regione Toscana
- Carta delle Aree Inondabili nell'edizione 1995 (“Aggiornamento degli eventi alluvionali '91-'92-'93”);
- confronto con la “Carta Guida delle Aree Allagate” allegata al Piano di Bacino del Fiume Arno – Piano stralcio Rischio Idraulico (“per eventi alluvionali che si sono succeduti dal 1966 ad oggi” – editata nell'agosto 1997) in scala 1:25.000.

In funzione di questi dati “storici” sono state ritenute “aree soggette ad episodi di alluvionamento” tutte le zone in cui si riporta a memoria d'uomo anche soltanto un episodio di allagamento.

I fenomeni di esondazione e di alluvionamento descritti possono essere stati causati sia da una diretta fuoriuscita del corso d'acqua principale, che da fuoriuscite di reti di drenaggio secondarie naturali o artificiali.

Per correttezza procedurale occorre segnalare che, in fase di analisi e sintesi delle sopra citate fonti di reperimento dei dati, innumerevoli risultano le indicazioni fra loro in discrasia nelle delimitazioni delle aree

inondate nel corso dei vari eventi succedutisi, così come sono definite nei vari lavori, censimenti o mappature, sopra citati. Si ritiene che tale discrasia sia principalmente dovuta al grado di approssimazione insito nel riporto su basi cartografiche in piccola scala (1:25.000).

Nei casi dubbi si sono generalmente mantenuti i limiti maggiormente cautelativi (se confortati dalle testimonianze direttamente reperite in loco), a favore della sicurezza.

Nella Carta dell'azonamento della Pericolosità Idraulica da P.G.R.A. - U.O.M. Arno (vedi tav. T.IDRO 06 nei quadranti NW e SW) vengono riportate le aree interessate da pericolosità da alluvione fluviale per il fondovalle del Fiume Arno così come definite dalla Mappa della pericolosità idraulica definita dal P.G.R.A. - U.O.M. Arno.

### **9.3 CARTA DEL CONTESTO IDRAULICO E DEGLI INTERVENTI PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO**

Sulla carta del contesto idraulico e degli interventi (tav. T.IDR 01) sono state riportate:

- Indicazioni ed ubicazioni delle opere per la riduzione del rischio idraulico desunte dalla “Carta degli interventi strutturali per la riduzione del rischio idraulico” nel bacino del Fiume Arno, con riferimento alla norma n. 2 di cui al D.P.C.M. n. 226/1999 di approvazione del Piano stralcio relativo alla riduzione del “Rischio Idraulico” del bacino del Fiume Arno. Sono state rappresentate le aree soggette all'applicazione della suddetta norma n. 2 “Norma di attuazione del piano stralcio per la riduzione del rischio idraulico nel bacino dell’Arno: vincoli di inedificabilità (per interventi strutturali di tipo A)” destinate alla realizzazione degli interventi di piano per la mitigazione del rischio idraulico, sulle quali si può procedere alla progettazione e/o realizzazione degli interventi stessi di mitigazione, e che risultano soggette a vincolo di inedificabilità assoluta.

Nel territorio comunale di Reggello si ha la presenza di interventi strutturali di tipo A nell’area frontistante la frazione di Leccio e nella zona di Prulli di Sotto.

### **9.4 CARTA DEI VINCOLI SOVRACCOMUNALI – Norma 6 D.P.C.M. n. 226/1999**

Con riferimento alla Norma n. 6 del P.A.I., di cui al D.P.C.M. n. 226/1999 (carta guida delle aree allagate redatta sulla base degli episodi alluvionali significativi 1966-1999) gli azzonamenti sono consultabili sugli stralci cartografici n. 54, 55, 69, 71, 84 e 85 della Autorità di Bacino dell’Arno (scala 1:25.000) che mostrano le aree soggette a suddetta norma.

Tale cartografia è stata elaborata sulla base degli eventi alluvionali significativi, posteriori e comprendenti quello del novembre 1966; rappresenta, con la indeterminazione legata alla scala di riporto, una carta che fornisce indicazioni propedeutiche alla pericolosità idraulica.

In tali aree, le eventuali opere o trasformazioni edilizie ed urbanistiche potranno essere realizzate a condizione che venga comprovato il superamento delle condizioni di rischio legate a fenomeni di esondazione o ristagno, o che siano individuati gli interventi necessari alla mitigazione di tale rischio da realizzarsi contestualmente alla esecuzione delle opere richieste”.

## **10. CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA ai sensi del R.R. n. 53/R**

Il Regolamento Regionale n. 53/R (vedi allegato A, paragrafo 2, comma C.2) precisa i criteri di attribuzione delle classi di pericolosità idraulica in funzione del rischio esistente.

I criteri regionali di attribuzione di classe di pericolosità idraulica nelle zone di fondovalle si basano, pertanto, essenzialmente su:

- criterio morfologico con discriminazione in corrispondenza dell'altimetria (dislivello) di 2,0 metri dalla quota del piede esterno dell'argine o dal ciglio di sponda;
- criterio connesso all'esistenza o meno di opere idrauliche a protezione e loro stato di manutenzione ed efficienza;
- criterio storico inventariale legato ai trascorsi episodi di inondazione e allagamento;
- criterio basato su valutazioni quantitative tramite modellazioni idrauliche per prefissati tempi di ritorno.

Pertanto il tema pericolosità idraulica è stato sviluppato mediante:

- studi di modellazione idraulica (Autorità di Bacino Fiume Arno) per i tratti in corrispondenza del Fiume Arno;
- studi di modellazione sui tributari d'Arno in destra idraulica redatti per il presente supporto al nuovo Piano Strutturale da West Systems srl\_divisione Physis (Ing. D. Settesoldi, settembre 2016);
- mediante considerazioni di carattere qualitativo (**criterio morfologico e esondazioni storico inventariali**) per le **rimanenti porzioni delle aste fluviali con particolare riferimento a quelli presenti nell'elenco allegato al PIT.**

Sulla base delle considerazioni generali sopra indicate e dei dati sul contesto idraulico raccolti bibliograficamente ed in fase di ricerca e verifica sui luoghi è stata articolata la seguente classificazione per l'attribuzione della pericolosità idraulica (vedi tavv. T.IDRO 06 nei quadranti NW e SW):

### **Pericolosità idraulica molto elevata (I.4):**

- aree censite in P3 (pericolosità elevata) del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.) dell'Appennino Settentrionale.
- aree interessate da allagamenti per eventi con Tr minore/uguale 30 anni.

Fuori dalle UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici e idraulici, rientrano in classe di pericolosità molto elevata le aree di fondovalle non protette da opere idrauliche per le quali ricorrano contestualmente le seguenti condizioni:

- a) vi siano notizie storiche di inondazioni;
- b) sono morfologicamente in situazione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.

Sono inoltre state inserite in classe di pericolosità I.4 le aree collinari o montane con presenza di corpi d'acqua (laghi o invasi).

### **Pericolosità idraulica elevata (I.3):**

- aree censite in P2 (pericolosità media) del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.) dell'Appennino Settentrionale.
- aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra  $30 < TR < 200$  anni.

Fuori dalle UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici e idraulici, rientrano in classe di pericolosità elevata le aree di fondovalle per le quali ricorra almeno una delle seguenti condizioni:

- a) vi siano notizie storiche di inondazioni;
- b) sono morfologicamente in condizione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.

Sono inoltre state inserite in classe di pericolosità I.3:

- aree interessate da allagamenti per eventi con tempi di ritorno  $TR > 200$  (es. zone che ricadono in classe P1 di Piano Gestione Rischio Alluvioni) anni ma storicamente interessate da inondazioni, anche se in condizioni di alto morfologico;
- aree collinari e/o montane nella zona di svaso di laghi e invasi in cui il rischio idraulico dipende dalla tenuta del paramento di valle e dal suo stato di manutenzione.

### **Pericolosità idraulica media (I.2):**

- aree censite in P1 (pericolosità bassa) del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.) dell'Appennino Settentrionale.
- aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra  $200 < TR < 500$  anni.

Fuori dalle UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici e idraulici rientrano in classe di pericolosità media le aree di fondovalle per le quali ricorrano entrambe le seguenti condizioni:

- a) non vi sono notizie storiche di inondazioni;
- b) sono in situazione di alto morfologico rispetto alla piana alluvionale adiacente, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

### **Pericolosità idraulica bassa (I.1):**

- aree collinari o montane prossime ai corsi d'acqua per le quali ricorrono le seguenti condizioni:
- a) non vi sono notizie storiche di inondazioni;
  - b) sono in situazioni favorevoli di alto morfologico, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

Nella cartografia di pericolosità idraulica (Tav. G.06) è stato anche riportato il reticolo idrografico di cui alla L.R. n. 79 del 27.12.2012 che comprende anche i corsi d'acqua di cui all'elenco del P.I.T. di recente

approvazione. Per tali corsi d'acqua non potranno prevedersi nuove edificazioni, manufatti di qualsiasi natura o trasformazioni morfologiche negli alvei, nelle golene, sugli argini o nelle aree comprendenti le due fasce di larghezza di 10,0 ml dal piede esterno dell'argine o, in mancanza di questo, dal ciglio di sponda.



## 11. SISMICITA' DELL'AREA e VALUTAZIONI PRELIMINARI SUL 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 Reggello è inserito in Zona 2 con i seguenti parametri:

Zona	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) (ag/g)
2	<b>0,25</b>

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:

1) 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.

2) 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 *ag* 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 *ag*.

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 Reggello è stato inserito in zona sismica 3S, mantenendo lo stesso livello di protezione della zona 2.

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 Reggello passa da zona 3S a zona 3 nella più recente classificazione.

### **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 2008**

Con l'entrata in vigore del **D.M. 14 gennaio 2008 – 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 **ag**, 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.

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 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 **ag** (espresso in g/10), **F0** (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 (**ag475**), 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.

#### **Metodologia di lavoro e obiettivi**

Gli studi di Microzonazione Sismica Comunale (di seguito MS) svolti per il Comune di Reggello nell'ambito del supporto geologico alla Variante al Regolamento Urbanistico 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) nella ultima versione dell'ottobre 2015 (versione 4.0b) e delle specifiche tecniche regionali per la microzonazione sismica approvate con Deliberazione di G.R.T. n. 261/2011.

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 degli standard di rappresentazione ICMS (versione 4.0b dell'ottobre 2015).

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 l’attuale supporto al Piano Strutturale di Reggello sono stati eseguiti pertanto studi di livello 1.**

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.

<b>INDAGINI MINIME</b>	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.
<b>ANALISI ED ELABORAZIONI</b>	Sintesi dei dati e delle cartografie disponibili; Rilettura, sintesi dei dati ed eventuali nuovi rilievi geologici.
<b>PRODOTTI FINALI</b>	Carta delle indagini (sia esistenti che di nuova realizzazione); Carta geologico-tecnica 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*

Questo livello 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, 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 in cui vengono presentate le procedure di riferimento per la realizzazione delle suddette carte.

### **11.1 INDIVIDUAZIONE DELLE AREE DI INDAGINE**

Gli studi di MS devono essere concentrati in corrispondenza dei centri urbani maggiormente significativi che l'Amministrazione Comunale ha individuato di concerto con la Struttura Regionale deputata.

Tali aree coincidono 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 geologico tecnica per la microzonazione sismica, Carta delle frequenze, Carta delle MOPS, Carta della pericolosità sismica) previste per gli studi di microzonazione sismica di 1° Livello.

Tali zone prescelte e selezionate in base ai criteri VEL corrispondono alle estensioni territoriali di sei principali frazioni di seguito elencate:

- 1 – capoluogo di Reggello (comprendente l'areale di Cascia)
- 2 - Tosi
- 3 - Donnini
- 4 – San Clemente
- 5 – Leccio
- 6 - Ciliegi
- 7 - Vaggio
- 8 – Matassino

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.






### **11.2. CARTA GEOLOGICO TECNICA PER LA MICROZONAZIONE SISMICA**

Le carte geologico tecniche sono state redatte per ogni singola frazione indagata in scala 1:5.000 (tavv. T.GEO 09A e T.GEO 09B) e rappresentano, secondo quanto previsto dalle norme ICMS (versione 4.0b dell'ottobre 2015), 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).

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:

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 media-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

*Legenda della Carta Geologico Tecnica: terreni di copertura*

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

<b>Ambiente vulcanico</b>	
Colate/spandimenti/cupole/domi/dicchi/coni lavici	la
Coni scorie/ceneri	sc
Coltri ignimbritiche	ig
Lahar (colate di fango)	lh
<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
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>	<b>zz</b>

*Legenda della Carta Geologico 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		
LP	LP	Lapideo
GR	GR	Granulare cementato
CO	CO	Coesivo sovraconsolidato
AL	AL	Alternanza di litotipi
LPS	LPS	Lapideo, stratificato
GRS	GRS	Granulare cementato, stratificato
COS	COS	Coesivo sovraconsolidato, stratificato
ALS	ALS	Alternanza di litotipi, stratificato
SFLP	SFLP	Lapideo fratturato / alterato
SFGR	SFGR	Granulare cementato fratturato / alterato
SFCO	SFCO	Coesivo sovraconsolidato fratturato / alterato
SFAL	SFAL	Alternanza di litotipi 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 geologico raggiunto da sondaggio o pozzo, profondità di sondaggio o pozzo che non ha raggiunto il substrato geologico, 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**: corrisponde ai terreni di riporto contenenti resti di attività antropica (h5).

- **Unità geologico-tecnica GMfd**: si tratta di terreni costituiti da ghiaie limose, miscela di ghiaie, sabbia e limo di ambiente genetico di versante (falda detritica). A questi corrispondono i corpi detriti appartenenti ai detriti di falda (a3a), ai depositi di versante (aa) e ad alcuni accumuli gravitativi di materiale eterogeneo (a1a, q, s).
- **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 alcuni accumuli gravitativi di materiale eterogeneo (a1a, q, s).
- **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 depositi alluvionali in terrazzati (bna).
- **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 in terrazzati (bna).
- **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) sovrapposti a un substrato litoide arenaceo/calcareo.
- **Unità geologico-tecnica MLec**: si tratta di terreni costituiti da limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità di ambiente genetico di versante (eluvi/colluvi). A questi corrispondono i depositi eluvio-colluviali (b2a) sovrapposti a un substrato litoide prevalentemente pelitico.
- **Unità geologico-tecnica SMtf**: si tratta di terreni costituiti da sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente genetico fluvio lacustre (terrazzo fluviale). A questi corrispondono i depositi dei Limi di Latereto e di Pian di Tegna (LAT) e le Sabbie di Borro Cave (SBC).
- **Unità geologico-tecnica SWtf**: si tratta di terreni costituiti da sabbie pulite e ben assortite, sabbie ghiaiose di ambiente genetico fluvio lacustre (terrazzo fluviale). A questi corrispondono i depositi delle Sabbie del Tasso (STA), delle Sabbie di La Loccaia (LOC) e delle Sabbie di Levane (SLE).
- **Unità geologico-tecnica GMtf**: si tratta di terreni costituiti da ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo di ambiente genetico fluvio lacustre (terrazzo fluviale). A questi corrispondono i depositi dei Ciottolami di Loro Ciuffenna (CLO), Ciottolami della Penna (CPE), Ciottolami e Sabbie di Casa la Querce (CCQ), Ciottolami di leccio (CL, CLa, CLb).
- **Unità geologico-tecnica MLtf**: si tratta di terreni costituiti da limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità di ambiente genetico fluvio lacustre (terrazzo fluviale). A questi corrispondono i depositi dei Limi del Torrente Oreno (LSO) e dei Limi di Terranuova (TER).
- **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 i depositi delle Argille del Torrente Ascione (ASC).

Per quanto riguarda i corpi di frana, questi sono stati riportati nelle cartografia secondo quanto previsto alla figure 1.1.2-5 delle norme ICMS (versione 4.0b dell'ottobre 2015), evidenziando per ciascun corpo la sua natura (qualora riscontrabile) e lo stato di attività.

#### **Substrato geologico**

- **Unità geologico-tecnica LP**: corrisponde al substrato geologico costituito da formazioni lapidee. A questa unità appartengono i depositi travertinosi (f1b).

- **Unità geologico-tecnica LPS:** corrisponde al substrato geologico costituito da formazioni lapidee, stratificate. A questa unità appartengono i depositi appartenenti alla Formazione di Monte Morello (MLL), alla Pietraforte (PTF), alle Arenarie del M. Falterona – Membro di Montefalco (FAL1), alle Arenarie del M. Falterona – Camaldoli (FAL2), alle Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto (FAL3 e FAL3c), alle Arenarie di Monte Senario (SEN), alle Brecciole di Monte Senario (SNE) e al Macigno (MAC).
- **Unità geologico-tecnica ALS:** corrisponde al substrato geologico costituito da un'alternanza di litotipi stratificati. A questa unità appartengono i depositi appartenenti alla Formazione di Sillano (SIL), alle Arenarie del M. Falterona – Membro di Lonnano (FAL4), alle Argille e Calcari di Canetolo (ACC, ACCa) e alle Marne di San Polo (MACc).
- **Unità geologico-tecnica SFAL:** corrisponde al substrato geologico costituito dall'alternanza di litotipi molto fratturati e/o alterati. A questa unità appartengono i depositi appartenenti ai depositi olistostromici della formazione del Macigno (MACa) e delle Arenarie del M. Falterona (FALa).

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 4.0b dell'ottobre 2015.

<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>
h5	Depositi antropici di riporto	h	RI
a1a, q, s	Corpi di frana (su substrato litoide)	E	GMfd
	Corpi di frana (su terreni pleistocenici)	E	SMfd
a3a	Detrito di falda	E	GMfd
aa	Depositi di versante	E	GMfd
b	Depositi alluvionali in evoluzione	E2	GMes
bna	Depositi alluvionali terrazzati	E3	SMes
b2a	Depositi eluvio-colluviali (su substrato arenaceo/calcareo)	E3	SMec
	Depositi eluvio-colluviali (su substrato pelitico)	F	MLec
f1b	Travertini	B3	LP
LAT	Limi di Latereto e di Pian di Tegna	E3	SMtf
STA	Sabbie del Tasso	E3	SWtf
LOC	Sabbie di La Loccaia	E3	SWtf
SLE	Sabbie di Levane	E3	SWtf
CLO	Ciottolami di Loro Ciuffenna	E2	GMtf
CPE	Ciottolami della Penna	E2	GMtf
CCQ	Ciottolami e Sabbie di Casa la Querce	E2	GMtf
SBC	Sabbie di Borro Cave	E3	SMtf
CL	Ciottolami di Leccio	E2	GMtf
LSO	Limi del Torrente Oreno	F1	MLtf

ASC	Argille del Torrente Ascione	F2	CLtf
TER	Limi di Terranuova	F1	MLtf
MLL	Formazione di Monte Morello	B4	LPS
SIL	Formazione di Sillano	B5	ALS
PTF	Pietraforte	B3	LPS
FAL1	Arenarie del M. Falterona – Membro di Montefalco	B2	LPS
FAL2	Arenarie del M. Falterona – Membro di Camaldoli	B3	LPS
FAL3	Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto	B4	LPS
FAL3c	Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto – litofacies siltoso-arenacea	B4	LPS
FAL4	Arenarie del M. Falterona – Membro di Lonnano	B5	ALS
FALa	Arenarie del M. Falterona – litofacies olistostromica	Bc	SFAL
SEN	Arenarie di Monte Senario	B4	LPS
BMS	Brecciole di Monte Senario	B4	LPS
ACC	Argille e Calcari di Canetolo	B5	ALS
MAC	Macigno	B2	LPS
MACc	Marne di San Polo	B4	ALS
MACa	Macigno – litofacies olistostromica	Bc	SFAL

### **11.3. INDAGINI GEOFISICHE APPOSITAMENTE ESEGUITE, DATI DI BASE E CARTA DELLE FREQUENZE**

Per effettuare gli studi di MS si è provveduto alla raccolta e all'archiviazione organizzata di dati pregressi (vedi (tavv. T.GEO 07A e T.GEO 07B in scala 1:5.000 e cfr. Allegati A.GEO 01, A.GEO 02 e A.GEO03, presentati in allegato alla presente su solo supporto informatico). e alla realizzazione di una specifica e inedita campagna di indagini (vedi fascicolo di indagini eseguite da ENKI s.r.l., aprile 2016).

Le Carte delle indagini mostra, 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 1° Livello (vedi certificazioni ed allegati forniti dalla ditta ENKI s.r.l., aprile 2016).

La raccolta dei dati esistenti si è basata sull'acquisizione di stratigrafie relative a pozzi e sondaggi, di certificati di prove penetrometriche dinamiche e statiche, di saggi geognostici significativamente profondi, 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 negli allegati A.GEO 01, A.GEO 02 e A.GEO03 (dati di base da bibliografia):

- Carta dei dati di base di supporto al Piano Strutturale del Comune di Reggello (1997 e 2013);
- 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 della Provincia di Firenze – Mappa dei Pozzi e delle Derivazioni relativamente a informazioni dei pozzi idrici;
- Data base ISPRA relativamente a stratigrafie di pozzi idrici profondi;
- Archivi comunali in merito alle pratiche urbanistiche, edilizie e lavori pubblici.

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”.

Per la predisposizione del presente di *studio di Microzonazione Sismica dei centri urbani* è stato necessario realizzare una specifica campagna di indagini geofisiche 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:

- n. 6 prove sismiche 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. 6 indagini di sismica a rifrazione di tipo Masw per la valutazione della velocità Vs nel sottosuolo;
- n. 52 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.

Si fornisce il dettaglio delle indagini appositamente eseguite nei mesi di marzo/aprile 2016 (ditta ENKI s.r.l. di Firenze), con la loro suddivisione nelle varie frazioni, a corredo del presente studio. La distribuzione ed 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 forniti dalla ENKI s.r.l. (aprile 2016).

<b>Id indagine</b>	<b>Località</b>	<b>Rifrazione P+Sh</b>	<b>HVSR</b>	<b>MASW</b>
1_HVSR	REGGELLO e CASCIA		X	
2_HVSR	REGGELLO e CASCIA		X	
3_HVSR	REGGELLO e CASCIA		X	
4_HVSR	REGGELLO e CASCIA		X	
5_HVSR	REGGELLO e CASCIA		X	
6_HVSR	REGGELLO e CASCIA		X	
7_HVSR	REGGELLO e CASCIA		X	
8_HVSR	REGGELLO e CASCIA		X	
9_HVSR	REGGELLO e CASCIA		X	
10_HVSR	REGGELLO e CASCIA		X	
11_SR	REGGELLO e CASCIA	X		
12_SR	REGGELLO e CASCIA	X		

<b>Id indagine</b>	<b>Località</b>	<b>Rifrazione P+Sh</b>	<b>HVSR</b>	<b>MASW</b>
13_HVSR	TOSI e PIAN DI MELOSA		X	
14_HVSR	TOSI e PIAN DI MELOSA		X	
15_HVSR	TOSI e PIAN DI MELOSA		X	
16_HVSR	TOSI e PIAN DI MELOSA		X	
17_HVSR	TOSI e PIAN DI MELOSA		X	
18_HVSR	DONNINI		X	
19_HVSR	DONNINI		X	
20_HVSR	DONNINI		X	
21_HVSR	DONNINI		X	
22_HVSR	DONNINI		X	
23_HVSR	SAN CLEMENTE		X	
24_HVSR	SAN CLEMENTE		X	
25_HVSR	SAN CLEMENTE		X	
26_HVSR	SAN CLEMENTE		X	
27_HVSR	SAN CLEMENTE		X	
28_SR	SAN CLEMENTE	X		
29_HVSR	LECCIO		X	
30_HVSR	LECCIO		X	
31_HVSR	LECCIO		X	
32_HVSR	LECCIO		X	
33_HVSR	LECCIO		X	
34_HVSR	LECCIO		X	
35_HVSR	LECCIO		X	
36_SR	LECCIO	X		
37_HVSR	CILIEGI		X	
37BIS_HVSR	CILIEGI		X	
38_HVSR	CILIEGI		X	
39_HVSR	CILIEGI		X	
40_HVSR	CILIEGI		X	
41_HVSR	CILIEGI		X	
42_HVSR	VAGGIO		X	
43_HVSR	VAGGIO		X	
44_HVSR	VAGGIO		X	
45_HVSR	VAGGIO		X	
46_HVSR	VAGGIO		X	
47_HVSR	VAGGIO		X	
48_HVSR	VAGGIO		X	
49_HVSR	VAGGIO		X	
50_SR	VAGGIO	X		
51_HVSR	MATASSINO		X	
52_HVSR	MATASSINO		X	
53_HVSR	MATASSINO		X	
54_HVSR	MATASSINO		X	
55_HVSR	MATASSINO		X	
56_HVSR	MATASSINO		X	
57_SR	MATASSINO	X		
58_MASW	REGGELLO e CASCIA			X



<b>Id indagine</b>	<b>Località</b>	<b>Rifrazione P+Sh</b>	<b>HVSR</b>	<b>MASW</b>
59_MASW	REGGELLO e CASCIA			X
60_MASW	SAN CLEMENTE			X
61_MASW	LECCIO			X
62_MASW	VAGGIO			X
63_MASW	MATASSINO			X

Per ogni misura HVSR, è stata attribuita una delle seguenti 3 classi di appartenenza (vedi allegata relazione della ditta ENKI s.r.l.):

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.

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

**Tabella 1 – Quadro riassuntivo dei parametri e dei relativi indicatori con l'attribuzione dei pesi e dei punteggi**

Parametro (peso parametro)	Peso Indicatore	Indicatore	Valutazione indicatore (punteggio)			
			Nulla (0)	Bassa (0,33)	Media (0,66)	Alta (1)
Carta geologico-tecnica (1)	0,33	Anno rilevamento	No data	< 2000		> 2000
	0,33	Progetto	No data	Altro	Allegato piano urbanistico	Ad hoc
	0,33	Scala rilevamento	No data	50.000-26.000	25.000-11.000	10.000-2.000
Sondaggi a distruzione (0,50)	0,33	Numero di sondaggi a distruzione	No data	1-5	6-10	>10
	0,33	Percentuale di celle occupate da sondaggi a distruzione	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0,33	Numero sondaggi che arrivano al substrato rigido	No data	1-5	6-10	>10
Sondaggi a carotaggio continuo (1)	0,33	Numero di sondaggi a carotaggio	No data	1-5	6-10	>10
	0,33	Percentuale di celle occupate da sondaggi a carotaggio	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0,33	Numero sondaggi che arrivano al substrato rigido	No data	1-5	6-10	>10
Indagini geofisiche (0,50)	0,33	Numero di misure	No data	1-5	6-10	>10
	0,33	Percentuale di celle occupate da indagini	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0,33	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)	0,33	Numero di prove	No data	1-5	6-10	>10
	0,33	Percentuale di celle occupate da prove	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0,33	Percentuale prove che arrivano al substrato rigido	No data	1-33%	34-66%	>66%
Misure delle frequenze del sito (0,75)	0,33	Numero di misure	No data	1-5	6-10	>10
	0,33	Percentuale di celle occupate da misure	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0,33	Classe di affidabilità misure (Albarelo et alii)*	No data	Classe A < 33%	Classe A 34-66%	Classe A >66%

\* D. Albarello, C. Cesì, V. Enilili, F. Guerni, E. Lunedi, E. Paoletti, D. Piteggi, L.M. Puzilli - Il contributo della sismica passiva nella microzonazione di due macroaree abruzzesi. In stampa su Boll Geofis Teor Appl.

Nelle Carte delle frequenze (tavv. T.GEO 08A e T.GEO 08B in scala 1:5.000) vengono fornite le informazioni ottenute (frequenza e ampiezza del picco di risonanza, classe di appartenenza) dall'interpretazione delle misure di rumore sismico eseguite nei diversi centri urbani del comune di Reggello assoggettati 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 0,1-20Hz);
- aree caratterizzate da presenza di fenomeni di risonanza, distinguendo fra:
  - spessori attesi > di 100 m (indicativamente con  $f_0 < 1$ ),
  - spessori compresi fra 100 e 50 m (indicativamente con  $1\text{ Hz} < f_0 < 2\text{ Hz}$ ),
  - spessori compresi fra 50 e 30 m (indicativamente con  $2\text{ Hz} < f_0 < 3\text{ Hz}$ ),
  - spessori compresi fra 30 e 20 m (indicativamente con  $3\text{ Hz} < f_0 < 5\text{ Hz}$ ),
  - spessori compresi fra 20 e 10 m (indicativamente con  $5\text{ Hz} < f_0 < 8\text{ Hz}$ ),
  - spessori compresi fra 10 e 5 m (indicativamente con  $8\text{ Hz} < f_0 < 20\text{ Hz}$ ),
  - spessori minori di 5 m (indicativamente con  $f_0 > 20\text{ Hz}$ ).

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 (vedi allegata relazione della ditta ENKI s.r.l. – aprile 2016).

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 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, ma anche offrire una indicazione delle profondità di investigazione per i successivi livelli superiori di MS. L'utilizzo della tabella di confronto tra lo spessore di

copertura stimato e la frequenza fondamentale del terreno, riportata nel lavoro di *Albarelli 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 i principali centri urbani del territorio comunale di Reggello è riportata nel seguito del presente rapporto in cui si descrivono le caratteristiche rilevate per ogni frazione studiata.

#### **11.4. 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 2.3 degli ICMS.) 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 verifichino 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°, 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.

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 ITACA 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.

Lo studio di microzonazione sismica di livello 1 dei principali centri urbani del territorio comunale di Reggello ha evidenziato che potenzialmente non sono individuabili zone stabili, laddove sia presente un substrato affiorante senza la presenza di ulteriori fattori che potessero comportare una qualche suscettibilità nei confronti dell'amplificazione sismica (fattore strutturale e/o fattore topografico).

Nel proseguo sono descritte le risultanze relative alla elaborazione dei vari tematismi cartografici e della carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica per ciascun centro urbano analizzato.

Per ogni singola frazione sono state identificate e definite, secondo lo schema riassuntivo di seguito riportato, le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali e le zone di instabilità presenti nel territorio comunale (come presentate negli elaborati G.04, G.08, G.12 e G.16 in scala 1:5.000).

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

#### **ID Descrizione Zona**

<b>ID</b>	<b>Descrizione Zona</b>
<b>Z1</b>	Substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, coltre di alterazione < 10,0 m; pendenza (i) < 15°, basso contrasto d'impedenza (c.i.).
<b>Z2</b>	Substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, coltre di alterazione < 10,0 m; i > 15°, basso c.i..
<b>Z3</b>	Substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, coltre di alterazione < 15,0 m; i < 15°, alto c.i..
<b>Z4</b>	Substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, coltre di alterazione < 15,0 m; i > 15°, alto c.i..
<b>Z5</b>	Substrato stratificato con alternanza di litotipi (ALS), fratturato, coltre di alterazione < 10,0 m; i < 15°, alto c.i..
<b>Z6</b>	Substrato stratificato con alternanza di litotipi (ALS), fratturato, coltre di alterazione < 10,0 m; i > 15°, alto c.i..
<b>Z7</b>	Copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 15,0 m, sovrastante substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, coltre di alterazione < 10,0 m; i < 15°, basso c.i..
<b>Z8</b>	Copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 15,0 m, lapideo stratificato (LPS), fratturato, coltre di alterazione < 10,0 m; i > 15°, basso c.i..
<b>Z9</b>	Copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 15,0 m, sovrastante substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, coltre di alterazione < 10,0 m; i < 15°, alto c.i..
<b>Z10</b>	Copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 15,0 m, lapideo stratificato (LPS), fratturato, coltre di alterazione < 10,0 m; i > 15°, alto c.i..
<b>Z11</b>	Copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, sovrastante substrato stratificato con alternanza di litotipi (ALS), fratturato, coltre di alterazione < 10,0 m; i < 15°, alto c.i..
<b>Z12</b>	Copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, sovrastante substrato stratificato con alternanza di litotipi (ALS), fratturato, coltre di alterazione < 10,0 m; i > 15°, alto c.i..
<b>Z13</b>	Copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 2,0 e 10,0 m, sovrastante substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, coltre di alterazione < 10,0 m; i < 15°, basso c.i..
<b>Z14</b>	Copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, sovrastante substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, coltre di alterazione < 10,0 m; i > 15°, basso c.i..
<b>Z15</b>	Copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, sovrastante substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, coltre di alterazione < 10,0 m; i < 15°, alto c.i..
<b>Z16</b>	Copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, sovrastante substrato stratificato con alternanza di litotipi (ALS), fratturato, coltre di alterazione < 10,0 m; i > 15°, alto c.i..













- fluviale (tf) con spessore compreso tra 20,0 e 60,0 m, sovrastante substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, coltre di alterazione < 10,0 m; i < 15°, alto c.i..
- Z78** Terreni antropici di riporto (Ri) di spessore compreso tra 2,0 e 5,0 m su copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 2,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) di terrazzo fluviale (tf) con spessore compreso tra 20,0 e 60,0 m, sovrastante substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, coltre di alterazione < 10,0 m; i < 15°, alto c.i..
- Z79** Terreni antropici di riporto (Ri) di spessore compreso tra 2,0 e 5,0 m su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 20,0 m, su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, poggianti su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m; i < 15°, basso c.i..
- Z80** Terreni antropici di riporto (Ri) di spessore compreso tra 2,0 e 5,0 m su copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 20,0 m, su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, poggianti su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m; i < 15°, basso c.i..
- Z81** Terreni antropici di riporto (Ri) di spessore compreso tra 2,0 e 5,0 m su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 2,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” su litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 50,0 m, sovrastante substrato lapideo stratificato (LPS), mediamente fratturato, coltre di alterazione < 10,0 m; i < 15°, basso c.i..
- Z82** Terreni antropici di riporto (Ri) di spessore compreso tra 2,0 e 5,0 m su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 50,0 m, sovrastante substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, coltre di alterazione < 10,0 m; i < 15°, basso c.i..
- Z83** Terreni antropici di riporto (Ri) di spessore compreso tra 2,0 e 5,0 m su substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, coltre di alterazione < 10,0 m; i > 15°, basso c.i..
- Z84** Terreni antropici di riporto (Ri) di spessore compreso tra 2,0 e 5,0 m su copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 15,0 m, lapideo stratificato (LPS), fratturato, coltre di alterazione < 10,0 m; i > 15°, basso c.i..
- Z85** Terreni antropici di riporto (Ri) di spessore compreso tra 2,0 e 5,0 m su copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, poggianti su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m; i < 15°, basso c.i..

#### **Zone di attenzione per le instabilita'**

<b>ID</b>	<b>Descrizione Zona</b>
<b>ZAFR1....n</b>	Instabilità di versante per frana (con indicato il numero della zona stabile suscettibile di amplificazione locale a cui il corpo franoso è sovrastante).
<b>ZALQ</b>	Liquefazioni (potenziale da verificare in corso di successivi studi di Microzonazione Sismica).
<b>ZACD</b>	Cedimenti differenziali / crollo di cavità sotterranee / sinkhole.
<b>ZAIID</b>	Sovrapposizione di instabilità differenti.

### **11.5. CONSIDERAZIONI RELATIVE AGLI APPROFONDIMENTI CONDOTTI SULLE VARIE FRAZIONI**

Si raccolgono nel presente capitolo considerazioni riassuntive in merito agli aspetti relativi alle indagini eseguite e alla definizione delle MOPS per ciascuna area oggetto di approfondimento, unitamente a considerazioni in merito alla possibilità di esclusione del fenomeno di liquefazione.

› **REGGELLO – CAPOLUOGO**

(vedi tavv. T.GEO 07B, T.GEO 08B, T.GEO 09B e T.GEO 10B in scala 1:5.000)

***Inquadramento geologico e geomorfologico***

L'area su cui sorge l'abitato del Capoluogo e le località di Cascia, Borgo a Cascia e Bigazzi è caratterizzata dalla presenza di terreni riconducibili ai depositi del Sintema del Valdarno – Sub-sintema del Torrente Ciuffenna e in particolare alle formazioni dei Limi di Latereto e di Pian di Tegna (LAT) e dei Ciottolami di Loro Ciuffenna (CLO).

Questi poggiano, a profondità variabili in funzione degli spessori dei depositi fluvio-lacustri e dell'assetto strutturale dei vari settori, sulle formazioni dell'Unità di Monte Cervarola – Falterona (Dominio Toscano), in particolare sulle Arenarie del M. Falterona - Membro di Montalto (FAL3), nella sua facies principale costituita da un'alternanza di livelli arenacei, marnosi, argillitici e siltitici, e sulle Arenarie del M. Falterona - Membro di Camaldoli (FA2), costituito da arenarie con livelli pelitici subordinati.

Le formazioni litoidi caratterizzano i rilievi collinari e montuosi presenti attorno (in particolare verso i quadranti orientali) all'abitato di Reggello, con assetto giaciturale generalmente a franapoggio più o meno inclinato del pendio con immersione verso i quadranti occidentali e inclinazioni variabili tra 10° e 50° (principalmente tra 10° e 30°).

Le varie formazioni riconosciute sono soventemente sormontate da coltri eluvio-colluviali (b2a) e falde detritiche /a3a) nei settori di raccordo tra i settori di terrazzo a morfologia semi-pianeggiante e i settori collinari e montuosi a maggior acclività. Su questi depositi si colloca ad esempio l'abitato di Poggio Giubbiani.

Nei settori pianeggianti e in corrispondenza dei corsi fluviali, in particolare in corrispondenza del corso del Torrente Resco, si ha la presenza di depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati (bna) su cui ad esempio sorge l'abitato di San Giovenale.

Il quadro geomorfologico è contraddistinto in alcuni areali da fenomenologie gravitative con i relativi coronamenti il cui stato di attività è da attiva a quiescente. Tra quest'ultime si ricorda l'importante dissesto gravitativo che interessò nel Novembre del 1966 il settore montuoso ad est del centro storico di Reggello presso la località Le Lastre. Sono presenti, inoltre, areali con fenomeni di soliflusso generalizzato, di erosione superficiale e a franosità diffusa. Il contesto geomorfologico completato dalla presenza di scarpate di erosione sia attive che non e di orli rimodellati di scarpata o deboli rotture di pendio, orli di scarpate antropiche, terrazzamenti antropici, nonché, in corrispondenza dei corsi d'acqua di fenomeni di erosione lineare o incanalata. Dal punto di vista morfologico si evidenzia una prevalente acclività con pendenze comprese tra 5% e 25% nei settori dove si collocano i settori urbanizzati, con settori, in corrispondenza delle porzioni orientali dell'areale di studio, con acclività maggiori, comprese tra 25% e 45% e talora > 45%.

Di detti elementi, nel complesso, si deve tenere conto nella definizione delle MOPS prodromiche alla classificazione di pericolosità sismica del sito.

***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. 14 sondaggi geognostici a carotaggio continuo di cui n. 5 strumentati con tubo piezometrico e n. 1 strumentato con canna inclinometrica, con le relative risultanze stratigrafiche e talora geotecniche di laboratorio;
- n. 22 stratigrafie risultanti da terebrazioni di pozzi profondi;
- n. 21 prove penetrometriche di cui n. 7 prove penetrometriche statiche e n. 14 prove penetrometriche dinamiche;
- n. 7 indagini di sismica a rifrazione con onde P e Sh;
- n. 3 indagini di sismica tipo MASW;
- n. 4 prove di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola (HVSr)

In corrispondenza dell'abitato del Capoluogo sono inoltre stata effettuate ulteriori indagini sismiche finalizzate alla definizione dell'analisi e della risposta sismica dei terreni.

In particolare è stata svolta specificatamente una inedita campagna di indagini geofisiche consistente in n. 2 indagini di sismica a rifrazione con onde P e Sh, n. 2 indagini di sismica tipo MASW e n. 10 prove di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola sulle vibrazioni ambientali (HVSr).

### ***Modello geologico del sottosuolo***

Il substrato geologico su cui sorge l'abitato di Reggello risulta costituito da terreni appartenenti ai depositi del Sintema del Valdarno – Sub-sintema del Torrente Ciuffenna e in particolare alle formazioni dei Limi di Latereto e di Pian di Tegna (LAT) e dei Ciottolami di Loro Ciuffenna (CLO); i primi principalmente affioranti in corrispondenza della porzione occidentale dell'abitato di Reggello (i.e. presso il Campo Sportivo), e in corrispondenza degli abitati di Cascia, Borgo a Cascia e Bigazzi; i secondi in corrispondenza del nucleo storico del Capoluogo.

Questi poggiano sulle formazioni dell'Unità di Monte Cervarola – Falterona (Dominio Toscano), in particolare sulle Arenarie del M. Falterona - Membro di Montalto (FAL3), nella sua facies principale costituita da un'alternanza di livelli arenacei, marnosi, argillitici e siltitici, e, secondariamente sulle Arenarie del M. Falterona - Membro di Camaldoli (FA2), costituito da arenarie con livelli pelitici subordinati.

Il passaggio in profondità tra i depositi fluvio-lacustri di età Pleistocenica e il sottostante substrato litoide varia notevolmente da settore a settore, principalmente spostandosi da est verso ovest, in funzione degli spessori dei depositi fluvio-lacustri e dell'assetto strutturale che interessa l'areale in esame. Infatti spostandosi da est verso ovest gli spessori di suddetti depositi aumentano notevolmente anche per la presenza di lineamenti tettonici (faglie dirette con settore di tetto verso i quadranti occidentali) che ribassando i settori occidentali hanno favorito in tali aree la presenza di spessori sempre più importanti di depositi fluvio-lacustri. Ad esempio nel settore dove è collocato il nucleo storico di Reggello il substrato è sub-affiorante o presente a profondità minori di dieci metri, mentre nel settore di Cascia tale contatto si colloca tra 10,0 e 50,0 m dal p.c., per poi collocarsi a profondità molto maggiori di 50,0 m nei settori occidentali dell'areale di studio, come ad esempio presso Borgo a Cascia.

Suddette litologie sono sormontate da uno spessore di coperture detritiche, di coltre eluvio-colluviale e/o alteritica con spessori rilevati circa compresi tra 2,0 e 10,0 m dal p.c..

Su uno di questi settori di copertura detritica si colloca l'abitato di Poggio Giubbiani.

In corrispondenza del corso del Torrente Resco, si ha la presenza di depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati (bna) su cui ad esempio sorge l'abitato di San Giovenale.

Infine in alcuni areali vengono riconosciuti spessori metrici di depositi riferibili a coltri di frana o a spessori di entità variabile di terreni di riporto antropico.

### ***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 recente sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica GMfd (ghiaie limose, miscela di ghiaie, sabbia e limo di ambiente genetico di versante - falda detritica) i corpi detriti appartenenti ai detriti di falda (a3a) e ai depositi di versante (aa), all'unità geologico-tecnica SMec (Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente di versante – eluvi/colluvi) i depositi appartenenti alle coltri eluvio-colluviali a composizione prevalentemente sabbiosa, mentre all'unità geologico-tecnica SMes (Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente fluvio lacustre - argine/barre/canali) i depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati (bna). Inoltre vengono riportati i terreni contenenti resti di attività antropica (RI).

Per quanto riguarda i terreni di copertura di età plio-pleistocenica sono state eseguite le seguenti attribuzioni:

- all'unità geologico-tecnica SMtf (sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente genetico fluvio lacustre - terrazzo fluviale) i depositi dei Limi di Latereto e di Pian di Tegna (LAT);
- all'unità geologico-tecnica GMtf (ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo di ambiente genetico fluvio lacustre - terrazzo fluviale) i depositi dei Ciottolami di Loro Ciuffenna (CLO).

I terreni di natura litoide appartenenti alla formazione delle Arenarie del Monte Cervarola – Membro di Montalto (FAL3) e delle Arenarie del Monte Cervarola – Membro di Camaldoli (FAL2) sono stati inseriti nella classe geologico-tecnica LPS (Lapideo, stratificato).

Infine sono stati rappresentati i fenomeni gravitativi attivi, quiescenti e i movimenti non definiti attivi, nonché gli orli di scarpata morfologica e le creste morfologiche.

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 del substrato rigido raggiunto o della profondità di indagine che non ha raggiunto il substrato geologico.

Relativamente alle strutture tettoniche che interessano l'areale del Capoluogo, è stata individuata, sulla scorta dei dati geologici di supporto (dati CARG Regione Toscana), e cautelativamente considerata senza l'apposizione di codifica di zona di attenzione per faglie attive e capaci in quanto non censita nella banca dati Ispra-Ithaca, una faglia potenzialmente attiva e capace corrispondente alla struttura tettonica presente nella porzione orientale dell'area in esame e che interessa il nucleo storico dell'abitato di Reggello.

Questa rappresenta una faglia bordiera orientale del Bacino del Valdarno e con componente normale ribassa il settore occidentale, di tetto, definendo il margine occidentale dell'affioramento del substrato litoide contraddistinto dalle Arenarie del M. Falterona nei suoi vari membri.

Nel database Ithaca (Ispra) relativo al catalogo delle faglie si rinviene, inoltre, la presenza di una faglia a componente normale, censita con il Codice 62300 e denominata “Sistema del Valdarno”, che corre con andamento circa nord-ovest/sud-est parallelamente alla struttura precedentemente descritta, con probabile abbassamento, nel settore di tetto, del contatto tra depositi fluvio-lacustri e substrato pre-plio-pleistocenico. Data l'incertezza della sua posizione e della caratterizzazione di dettaglio del dato (il dettaglio è funzione della qualità delle indagini a supporto e della scala di riferimento del dato), così come anche confermato dal grado preliminare di qualità dello studio che ha portato alla sua definizione (vd scheda faglia nel portale Ispra\_Ithaca), e sulla scorta dei dati geognostici e di campagna a supporto che non enfatizzerebbero la presenza di suddetta faglia, a questa seconda struttura è stata attribuita una codifica di faglia potenzialmente attiva e capace, senza l'apposizione di codifica di zona di attenzione per faglie attive e capaci.

Per entrambe le suddette strutture, data l'incertezza del dato e della posizione si ritengono necessari approfondimenti in sede di specifici interventi nelle aree di interesse e/o in fase di studi di microzonazione sismica di livello superiore.

***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. 14 misure HVSR di cui n. 12 classificata in A2 e n. 2 classificate in B2 si ricava una valutazione di qualità pari a 69,3 che la colloca in classe di accettabilità B.

***Misure di frequenza naturale e indagini di sismica a rifrazione***

In corrispondenza dell'abitato del Capoluogo sono state eseguite n. 6 misure di sismica passiva con metodo HVSR (1\_HVSR, 2\_HVSR, 3\_HVSR, 4\_HVSR, 5\_HVSR e 7\_HVSR) nell'ambito dello studio in oggetto. La totalità delle registrazioni hanno presentato picchi non significativi (2\_HVSR, 5\_HVSR e 7\_HVSR) o bassi contrasti di impedenza sismica (3\_HVSR e 4\_HVSR)

In corrispondenza della prova 4\_HVSR sono state eseguiti n. 5 stendimenti di sismica a rifrazione (92\_SR, 105\_SR, 106\_SR, 109\_SR e 110\_SR). In particolare lo stendimento di sismica a rifrazione 105\_SR ha mostrato la presenza di n. 4 sismostrati: un primo di spessore di 2,0 m con  $V_s = 146$  m/s, un secondo dello spessore di 6,0 m con  $V_s = 209$  m/s, un terzo dello spessore di 18,0 m con  $V_s = 301$  m/s e un quarto e ultimo sismostrato con  $V_s$  comprese tra 424 e 435 m/s.

Presso Via Bigazzi sono state eseguite l'indagine Masw 58\_MASW e lo stendimento di sismica a rifrazione 11\_SR.

Lo stendimento di sismica a rifrazione (11\_SR) ha mostrato la presenza di n. 3 sismostrati: un primo di spessore di circa un metro con  $V_s$  compresa tra 480 e 520 m/s, un secondo, che raggiunge la profondità di 10,0-20,0 m dal p.c. con  $V_s$  comprese tra 565 e 624 m/s e un terzo, con  $V_s$  comprese tra 809 e 1452 m/s.

L'indagine Masw associata (58\_MASW) presenta un primo sismostrato dello spessore compreso di circa 2,0 m avente  $V_s = 317$  m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore 4,5 m con  $V_s = 366$  m/s, un terzo sismostrato di spessore 2,0 m con  $V_s = 485$  m/s, un quarto sismostrato di spessore 7,0 m con  $V_s = 504$  m/s, un quinto sismostrato di spessore 14,5 m con  $V_s = 806$  m/s, e un sesto e ultimo sismostrato, investigato per uno spessore di 5,0 m con  $V_s = 971$  m/s. Da cui è stato possibile ricavare un valore di  $V_{s30} = 549$  m/s (categoria di sottosuolo C).

Presso il Campo Sportivo Comunale sono state eseguite l'indagine Masw 59\_MASW e lo stendimento di sismica a rifrazione 12\_SR.

Lo stendimento di sismica a rifrazione (12\_SR) ha mostrato la presenza di n. 3 sismostrati: un primo di spessore di circa tre metri con  $V_s$  compresa tra 290 e 302 m/s, un secondo, con spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m con  $V_s$  comprese tra 670 e 698 m/s e un terzo, con  $V_s$  comprese tra 863 e 906 m/s.

L'indagine Masw associata (59\_MASW) presenta un primo sismostrato dello spessore compreso di circa 3,0 m avente  $V_s = 398$  m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore 3,5 m con  $V_s = 544$  m/s, un terzo sismostrato di spessore 3,5 m con  $V_s = 572$  m/s, un quarto sismostrato di spessore 17,0 m con  $V_s = 888$  m/s, e un quinto e ultimo sismostrato, investigato per uno spessore di 8,0 m con  $V_s = 1119$  m/s. Da cui è stato possibile ricavare un valore di  $V_{s30} = 709$  m/s (categoria di sottosuolo B).



Tutte le suddette indagini ben mostrano il passaggio tra i depositi di copertura recenti e pleistocenici ed il sottostante substrato litoide a litologia prevalentemente arenacea.

Anche le registrazioni 6\_HVSR e 10\_HVSR eseguite rispettivamente presso il settore apicale della loc. Caprenna, a sud del Capoluogo, e presso l'abitato di Tallini, non hanno manifestato la presenza di picchi significativi.

Nel settore basale della loc. Caprenna è stata eseguita una prova di sismica a rifrazione (121\_SR) che ha mostrato la presenza di n. 2 sismostrati: un primo di spessore variabile tra 3,0 e 10,0 m con  $V_s$  compresa tra 534 e 604 m/s e un secondo con  $V_s$  comprese tra 914 e 1275 m/s.

Le registrazioni 102\_HVSR, 103\_HVSR, 104\_HVSR e 134\_HVSR eseguite presso l'abitato di Cascia, hanno evidenziato, sebbene con registrazioni non validate dal Servizio Sismico della Regione Toscana, contrasti di impedenza a profondità comprese tra 5,0 e 10,0 m dal p.c. con ampiezze ( $A_0$ ) rispettivamente di 2,2, 4,15, 4,0 e 2,0.

Presso l'abitato di Cascia sono state eseguite le indagini Masw 103\_MASW, 123\_MASW, 127\_MASW.

L'indagine 103\_MASW presenta un primo sismostrato dello spessore compreso di 2,0 m avente  $V_s = 180$  m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore 1,0 m con  $V_s = 330$  m/s, un terzo sismostrato di spessore 3,0 m con  $V_s = 380$  m/s, un quarto sismostrato di spessore 3,0 m con  $V_s = 470$  m/s, un quinto sismostrato di spessore 5,0 m con  $V_s = 595$  m/s, e un sesto e ultimo sismostrato, investigato per uno spessore di 16,0 m con  $V_s = 650$  m/s.

L'indagine 123\_MASW presenta un primo sismostrato dello spessore compreso di 2,0 m avente  $V_s = 380$  m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore 3,0 m con  $V_s = 400$  m/s, un terzo sismostrato di spessore 3,0 m con  $V_s = 480$  m/s, un quarto sismostrato di spessore 5,0 m con  $V_s = 600$  m/s, un quinto sismostrato di spessore 14,0 m con  $V_s = 570$  m/s, e un sesto e ultimo sismostrato, investigato per uno spessore di 13,0 m con  $V_s = 610$  m/s.

L'indagine 127\_MASW presenta un primo sismostrato dello spessore compreso di 2,0 m avente  $V_s = 380$  m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore 3,0 m con  $V_s = 400$  m/s, un terzo sismostrato di spessore 3,0 m con  $V_s = 480$  m/s, un quarto sismostrato di spessore 5,0 m con  $V_s = 600$  m/s, un quinto sismostrato di spessore 14,0 m con  $V_s = 570$  m/s, e un sesto e ultimo sismostrato, investigato per uno spessore di 13,0 m con  $V_s = 610$  m/s.

L'indagine 133\_MASW presenta un primo sismostrato dello spessore compreso di 1,0 m avente  $V_s = 150$  m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore 2,0 m con  $V_s = 200$  m/s, un terzo sismostrato di spessore 4,0 m con  $V_s = 450$  m/s, un quarto sismostrato di spessore 5,0 m con  $V_s = 590$  m/s, un quinto e ultimo sismostrato, investigato per uno spessore di 18,0 m con  $V_s = 650$  m/s. Da cui è stato possibile ricavare un valore di  $V_{s30} = 498$  m/s (categoria di sottosuolo B).

La prova 9\_HVSR, eseguita a sud-est della loc. Piano, non ha manifestato la presenza di picchi significativi.

Infine la prova eseguita in loc. Bigazzi (8\_HVSR) ha mostrato un contrasto di impedenza molto superficiale (profondità minore di 5,0 m) con  $A_0 = 3,62$ .

### ***Illustrazione della carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)***

#### **Zone stabili suscettibili di amplificazione sismica locale**

- **zona 1**: questa zona comprende le aree nelle quali affiora o è sub-affiorante un substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, con  $i < 15^\circ$  e basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza delle formazioni delle Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto (FAL3) e delle Arenarie del M. Falterona – Membro di Camaldoli (FAL2). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e data la successione stratigrafica rilevata si ritiene verificata la non possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona viene individuata nei settori a minor acclività presso la località Caselli e lungo la S.P. n. 68 tper Donnini – Tosi.

- **zona 2:** questa zona comprende le aree nelle quali affiora o è sub-affiorante un substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, con  $i > 15^\circ$  e basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza delle formazioni delle Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto (FAL3) e delle Arenarie del M. Falterona – Membro di Camaldoli (FAL2). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e in particolare dalla prova 6\_HVSR e data la successione stratigrafica rilevata si ritiene verificata la non possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche con dislivelli compresi tra 10,0 e 20,0 m e maggiori di 20,0 m.

La zona rappresenta la maggior parte dei rilievi che costituiscono i settori orientali dell'areale presso il Capoluogo di Reggello.

- **zona 7:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), con spessore compreso tra 3,0 e 15,0 m, sovrastante un substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, con  $i < 15^\circ$  e basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della formazione delle Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto (FAL3). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e data la successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche con dislivelli compresi tra 10,0 e 20,0 m.

La zona viene individuata in un ampio settore su cui sorge la località Camprenna.

- **zona 8:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), con spessore compreso tra 3,0 e 15,0 m, sovrastante un substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, con  $i > 15^\circ$  e basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza delle formazioni delle Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto (FAL3) e della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e data la successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche con dislivelli compresi tra 10,0 e 20,0 m e maggiori di 20,0 m.

La zona viene individuata in alcuni settori presso la località Il Ponte e presso la località Camprenna.

- **zona 14:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), con spessore compreso tra 2,0 e 10,0 m, sovrastante un substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, con  $i > 15^\circ$  e basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della formazione delle Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto (FAL3). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e data la successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche con dislivelli compresi tra 10,0 e 20,0 m e maggiori di 20,0 m.

La zona viene individuata lungo il versante presente tra gli abitati di Caprenna e Tallini – Fattoria di Mandri.

- **zona 60**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 2,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” su litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 50,0 m, sovrastante un substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, con  $i < 15^\circ$  e basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della formazione delle Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto (FAL3). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e in particolare dalle prove 1\_HVSR, 2\_HVSR e 7\_HVSR e data la successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona caratterizza la maggior parte dei terreni dove sono ubicati gli abitati di Reggello (a ovest di Piazza Matteotti) e di Cascia.

- **zona 61**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 2,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” su litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore  $> 50,0$  m, con  $i < 15^\circ$  e basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e in particolare dalle prove 9\_HVSR, 102\_HVSR, 103\_HVSR e 104\_HVSR e data la successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona caratterizza la maggior parte dei terreni a ovest di Cascia su cui sorgono tra gli altri gli abitati delle località Bigazzi e Borgo a Cascia.

- **zona 62**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 50,0 m, sovrastante un substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, con  $i < 15^\circ$  e basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della formazione delle Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto (FAL3) e delle Arenarie del M. Falterona – Membro di Camaldoli (FAL2). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e in particolare dalla prova 3\_HVSR e data la successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Questa zona presenta elementi morfologici quali creste e scarpate morfologiche con dislivelli maggiori di 20,0 m.

La zona caratterizza alcuni settori presso la località Fognano, presso l'area cimiteriale e una fascia ad est dell'abitato di Cascia.

- **zona 63**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 50,0 m,

sovrastante un substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, con  $i > 15^\circ$  e basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della formazione delle Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto (FAL3) e delle Arenarie del M. Falterona – Membro di Camaldoli (FAL2). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e in particolare dalla prova 4\_HVSR e data la successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche con dislivelli maggiori di 20,0 m.

La zona caratterizza alcuni settori a nord della località Fognano, lungo il Borro Socini e in ampie zone tra le località Camprenna, Borroncino, Tallini e San Giovenale.

- **zona 64:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore  $> 50,0$  m, con  $i < 15^\circ$  e basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e data la successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Questa zona presenta elementi morfologici quali creste.

La zona caratterizza alcuni areali tra le località Fognano e Montecuccoli, a sud-ovest di Borgo a Cascia e alcuni limitati settori presso le località di San Siro, Cipressi, Il Prato della Signora e La Pozza.

- **zona 65:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore  $> 50,0$  m, con  $i > 15^\circ$  e basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e data la successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche con dislivelli maggiori di 20,0 m.

La zona caratterizza alcuni areali presso il Borro Socini, il Borro di Mangino e lungo il Torrente Resco.

- **zona 66:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 50,0 m, sovrastante un substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, con  $i < 15^\circ$  e basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della formazione delle Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto (FAL3). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e data la successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Questa zona presenta elementi morfologici quali creste e scarpate morfologiche con dislivelli compresi tra 10,0 e 20,0 m e maggiori di 20,0 m.

La zona caratterizza alcuni settori tra le località di Cascia e Tallini.

- **zona 67:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 50,0 m, sovrastante un substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, con  $i > 15^\circ$  e basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della formazione delle Arenarie del M. Falterona – Membro

di Montalto (FAL3). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e in particolare dalla prova 5\_HVSR e data la successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche con dislivelli maggiori di 20,0 m.

La zona caratterizza alcuni limitati settori tra le località di Cascia e Tallini e ad est di Via Gramsci.

- **zona 68**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 2,0 e 10,0 m, su una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 50,0 m sovrastante un substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, con  $i < 15^\circ$  e basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della formazione delle Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto (FAL3). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e data la successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Questa zona presenta elementi morfologici quali creste.

La zona caratterizza alcuni settori a minor acclività della fascia pedemontana su cui sorge l'abitato di Reggello e presso la località Fornacina.

- **zona 69**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 2,0 e 10,0 m, su una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 50,0 m, sovrastante un substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, con  $i > 15^\circ$  e basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della formazione delle Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto (FAL3). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e in particolare dalla prova 10\_HVSR e data la successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Questa zona presenta elementi morfologici quali creste e scarpate morfologiche con dislivelli maggiori di 20,0 m.

La zona caratterizza alcuni settori a minor acclività della fascia pedemontana su cui sorge l'abitato di Reggello, presso la località Fornacina e la località Bellavista.

- **zona 70**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore  $> 50,0$  m;  $i < 15^\circ$ , basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e data la successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Questa zona presenta elementi morfologici quali creste e scarpate morfologiche con dislivelli compresi tra 10,0 e 20,0 m e maggiori di 20,0 m.

La zona caratterizza alcuni areali a maggior acclività tra le località Bronzone e San Giovenale.

- **zona 71:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore > 50,0 m;  $i > 15^\circ$ , basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e data la successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche con dislivelli maggiori di 20,0 m.

La zona caratterizza alcuni areali a maggior acclività tra le località Bronzone e San Giovenale.

- **zona 72:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 2,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore > 50,0 m;  $i < 15^\circ$ , basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e data la successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Questa zona presenta elementi morfologici quali creste.

La zona caratterizza alcuni areali a maggior acclività tra le località Fornacina e Montecuccoli.

- **zona 73:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 2,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore > 50,0 m;  $i < 15^\circ$ , basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e data la successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Questa zona presenta elementi morfologici quali creste.

La zona caratterizza alcuni areali a maggior acclività tra le località Fornacina e Montecuccoli.

- **zona 81:** questa zona comprende le aree nelle quali si hanno terreni antropici di riporto (Ri) di spessore compreso tra 2,0 e 5,0 m su una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 2,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” su litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 50,0 m, sovrastante un substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, con  $i < 15^\circ$  e basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della formazione delle Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto (FAL3). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e data la successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona caratterizza la maggior parte dei terreni dove sono ubicati gli abitati di Reggello (a ovest di Piazza Matteotti) e di Cascia.

- **zona 82:** questa zona comprende le aree nelle quali si hanno terreni antropici di riporto (Ri) di spessore compreso tra 2,0 e 5,0 m su una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 50,0 m, sovrastante un substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, con  $i < 15^\circ$  e basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della formazione

delle Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto (FAL3). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e data la successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona caratterizza alcuni settori presso la località Fognano, presso l'area cimiteriale e una fascia ad est dell'abitato di Cascia.

#### **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 e mantenendo le informazioni sulla litostratigrafia delle zone stabili suscettibili di amplificazione locale a cui sono associate.

In corrispondenza del limite stratigrafico individuato tra i depositi di copertura (coperture alluvionali, coperture eluvio-colluviali, coltri detritiche e di frana) e il substrato lapideo stratificato (Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto – FAL3 e Arenarie del M. Falterona – Membro di Camaldoli – FAL2) sono state delineate le zone potenzialmente interessate da **cedimenti differenziali (ZACD)**. Le zone sono state individuate tracciando un areale (“buffer”) di circa 20 m di ampiezza, a partire dal limite stratigrafico. Il buffer rappresenta in questo caso, pertanto, una zona di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse. In questo caso, in accordo con gli indirizzi e criteri, non è stata utilizzata alcuna nomenclatura.

In aggiunta, come desumibile dalle verifiche, riportate nel seguente paragrafo 12.6, effettuate sulla scorta dei risultati delle specifiche indagini geognostiche (prove penetrometriche Cpt) realizzate in corrispondenza di areali con presenza nel sottosuolo di litotipi potenzialmente suscettibili alla liquefazione, nell'areale di Reggello capoluogo non si riconoscono zone con terreni liquefacibili e pertanto non sono state definite **zone suscettibili di attenzione per liquefazioni (ZALQ)**.

Infine sono state evidenziate le aree dove si ha la **sovrapposizione di zone di attenzione di instabilità differenti (ZAID)**.

#### **> TOSI**

(vedi tavv. T.GEO 07A, T.GEO 08A, T.GEO 09A e T.GEO 10A in scala 1:5.000)

#### ***Inquadramento geologico e geomorfologico***

L'area su cui sorge l'abitato di Tosi e di Pian di Melosa è caratterizzata dalla presenza di terreni riconducibili alle formazioni del Unità di Monte Cervarola – Falterona (Dominio Toscano).

In particolare l'Unità di Monte Cervarola - Falterona è rappresentata dalle Arenarie del M. Falterona - Membro di Montalto (FAL3), nella sua facies principale costituita da un'alternanza di livelli arenacei, marnosi, argillitici e siltitici, e dalle Arenarie del M. Falterona - Membro di Camaldoli (FAL2), costituito da arenarie con livelli pelitici subordinati.

Le formazioni litoidi hanno un assetto giaciturale generalmente a franapoggio più o meno inclinato del pendio con immersione verso i quadranti settentrionali e occidentali e inclinazioni variabili tra 10° e 50° (principalmente tra 20° e 40°).

Le varie formazioni riconosciute sono soventemente sormontate da depositi di frana (F, Fq e Fs), coltri eluvio-colluviali (b2a) e falde detritiche (a3a).

Il quadro geomorfologico è contraddistinto da fenomenologie gravitative con i relativi coronamenti il cui stato di attività è da attiva a quiescente. In particolare i depositi riferibili a dette tipologie si rinvencono lungo il

versante che scende dalla porzione sud-occidentale dell'abitato di Tosi verso il Torrente Vicano di Sant'Ellero, ad est dell'abitato di Pian di Melosa e presso la località Taborra. Sono presenti, inoltre, areali con fenomeni di soliflusso generalizzato e di erosione superficiale. Il contesto geomorfologico completato dalla presenza di frane di scarpate di erosione sia attive che non e di orli rimodellati di scarpata o deboli rotture di pendio, nonché, in corrispondenza dei corsi d'acqua di fenomeni di erosione lineare o incanalata.

Dal punto di vista morfologico si evidenzia una prevalente acclività con pendenze superiori al 15%.

Di detti elementi, nel complesso, si deve tenere conto nella definizione delle MOPS prodromiche alla classificazione di pericolosità sismica del sito.

### ***Indagini geognostiche realizzate e/o pregresse***

Per la frazione di Tosi (e Pian di Melosa) 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. 12 sondaggi geognostici a carotaggio continuo di cui n. 3 strumentati con tubo piezometrico e n. 8 strumentati con canna inclinometrica, con le relative risultanze stratigrafiche e talora geotecniche di laboratorio;
- n. 12 indagini di sismica a rifrazione con onde P e Sh;
- n. 3 indagini di sismica in foro tipo down-hole;
- n. 1 indagine di sismica a riflessione;
- n. 3 prove di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola (HVSR).

In corrispondenza dell'abitato di Tosi sono inoltre stata effettuata ulteriori indagini sismiche finalizzate alla definizione dell'analisi e della risposta sismica dei terreni.

In particolare è stata svolta specificatamente una inedita campagna di indagini geofisiche consistente in n. 5 prove di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola sulle vibrazioni ambientali (HVSR).

### ***Modello geologico del sottosuolo***

Il substrato geologico su cui sorge l'abitato di Tosi risulta costituito da terreni riconducibili alle formazioni dell'Unità di Monte Cervarola – Falterona (Arenarie del M. Falterona - Membro di Montalto - FAL3 e Arenarie del M. Falterona – Membro di Camaldoli – FAL2).

In particolare il settore a quote altimetriche maggiori dell'abitato stesso presenta come substrato il Membro di Montalto (FAL3), mentre il settore prossimo al corso del Torrente Vicano di Sant'Ellero poggia sul Membro di Camaldoli (FAL2). Suddette litologie sono sormontate da uno spessore di coltre eluvio-colluviale e/o alteritica con spessori rilevati generalmente inferiori ai 15,0 m dal p.c..

Infine in alcuni areali preso l'abitato di Taborra, di Pian di Melosa e nel settore sud-occidentale dell'abitato di Tosi vengono riconosciuti 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 recente sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica SMec (Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente di versante – eluvi/colluvi) i depositi appartenenti alle coltri eluvio-colluviali a composizione prevalentemente sabbiosa.



I terreni di natura litoide appartenenti alla formazione delle Arenarie del Monte Cervarola – Membro di Montalto (FAL3) e delle Arenarie del Monte Cervarola – Membro di Camaldoli (FAL2) sono stati inseriti nella classe geologico-tecnica LPS (Lapideo, stratificato).

Infine sono stati rappresentati i fenomeni gravitativi attivi, quiescenti, nonché gli orli di scarpata morfologica e le creste morfologiche.

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 del substrato rigido raggiunto o della profondità di indagine che non ha raggiunto il substrato geologico.

### ***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. 8 misure HVSR di cui n. 5 classificate in classe A1, n. 2 classificate in A2 e n. 1 classificate in B1 si ricava una valutazione di qualità pari a 68,0 che la colloca in classe di accettabilità B.

### ***Misure di frequenza naturale e indagini di sismica a rifrazione***

In corrispondenza dell'abitato di Tosi sono state appositamente eseguite n. 5 misure di sismica passiva con metodo HVSR (13\_HVSR, 14\_HVSR, 15\_HVSR, 16\_HVSR e 17\_HVSR) nell'ambito dello studio in oggetto.

La totalità delle indagini eseguite, ad eccezione della prova 17\_HVSR hanno mostrato fenomeni di impedenza sismica a profondità comprese tra 10,0 e 20,0 m dal p.c. e un alto contrasto di impedenza, da correlarsi con il passaggio tra i depositi superficiali eluvio-colluviali, detritici e/o di alterazione e fratturazione del substrato e il sottostante substrato inalterato. La sola prova 17\_HVSR ha mostrato un basso contrasto di impedenza ( $A_0 = 1,77$ ) a profondità di ca. 10,0 m dal p.c..

Altre misure eseguite nell'area in esame e ricavate dalla banca dati del Comune di Reggello hanno confermato i suddetti dati. Infatti le prove 70\_HVSR, 71\_HVSR e 72\_HVSR presentano alti contrasti di impedenza alle medesime profondità ricavate dalle precedenti misure.

Nella porzione centrale dell'abitato di Tosi sono state eseguite n. 9 stendimenti sismici a rifrazione in onde P ed Sh (72\_SR, 73\_SR, 74\_SR, 75\_SR, 76\_SR, 77\_SR, 78\_SR, 92\_SR e 117\_SR) e n. 1 stendimento di sismica a riflessione (79\_SL). In particolare la prova 72\_SR ha mostrato la presenza di un primo sismostrato dello spessore di 3,0 m avente  $V_s = 70/170$  m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore di 23,0 m con  $V_s = 527$  m/s, e un terzo sismostrato con  $V_s = 1043$  m/s. Mentre la prova 73\_SR ha mostrato la presenza di un primo sismostrato dello spessore di 2,0 m avente  $V_s = 200/214$  m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore di 6,0 m con  $V_s = 309/317$  m/s, e un terzo sismostrato con  $V_s = 761/842$  m/s.

Nel medesimo settore sono state eseguite anche n. 3 prove di sismica in foro tipo down-hole (6\_SI\_SDH, 7\_SI\_SDH e 8\_SI\_SDH). La prova 6\_SI\_SDH ha mostrato la presenza di un primo sismostrato dello spessore di 8,0 m avente  $V_s = 218/420$  m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore di 10,0 m con  $V_s = 1040/1258$  m/s, e un terzo sismostrato dello spessore investigato di 11,0 con  $V_s = 1484/1991$  m/s. La prova 7\_SI\_SDH ha mostrato la presenza di un primo sismostrato dello spessore di 5,0 m avente  $V_s = 101/280$  m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore di 3,0 m con  $V_s = 552/755$  m/s, e un terzo sismostrato dello spessore investigato di 17,0 con  $V_s = 1038/1840$  m/s. Infine la prova 8\_SI\_SDH ha mostrato la presenza di un primo sismostrato dello spessore di 7,0 m avente  $V_s = 285/512$  m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore di 10,0 m con  $V_s = 460/1063$  m/s, e un terzo sismostrato dello spessore investigato di 7,0 con  $V_s = 1565/2106$  m/s.

Presso la località Taborra sono state eseguite n. 2 stendimenti sismici a rifrazione in onde P ed Sh (93\_SR e 94\_SR). La prova 93\_SR ha mostrato la presenza di un primo sismostrato dello spessore di 1,0 m avente  $V_s = 470$  m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore di 7,0 m con  $V_s = 669$  m/s, e un terzo sismostrato con  $V_s = 1244/2098$  m/s. La prova 94\_SR ha mostrato la presenza di un primo sismostrato dello spessore di 1,0 m avente  $V_s = 248/296$  m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore di 7,0 m con  $V_s = 588/624$  m/s, e un terzo sismostrato con  $V_s = 1735$  m/s.

### ***Illustrazione della carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)***

#### **Zone stabili suscettibili di amplificazione sismica locale**

- **zona 3**: questa zona comprende le aree nelle quali affiora o è sub-affiorante un substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, con  $i < 15^\circ$  e alto c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza delle formazioni delle Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto (FAL3) e delle Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto (FAL3). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore compreso tra 5,0 e 15,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo al contatto tra coltre di alterazione / substrato presente in superficie e maggiormente fratturato e substrato inalterato.

La zona viene individuata in piccoli settori a minor acclività in corrispondenza dell'abotato di Tosi.

- **zona 4**: questa zona comprende le aree nelle quali affiora o è sub-affiorante un substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, con  $i > 15^\circ$  e alto c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza delle formazioni delle Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto (FAL3) e delle Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto (FAL3). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore compreso tra 5,0 e 15,0 m.

Sulla scorta delle indagini di sismica passiva in possesso (13\_HVSR, 14\_HVSR, 15\_HVSR, 16\_HVSR, 70\_HVSR, 71\_HVSR e 72\_HVSR) si prevede la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo, presumibilmente al contatto tra coltri di alterazione / substrato presente in superficie e maggiormente fratturato e substrato inalterato terreni di copertura e substrato litoide.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche con dislivelli compresi tra 10,0 e 20,0 m e maggiori di 20,0 m.

La zona rappresenta la maggior parte dei terreni su cui si collocano gli abitati di Tosi e di Pian di Melosa.

- **zona 10**: questa zona comprende le aree, con pendenze superiori ai  $15^\circ$  nelle quali si hanno coperture di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), a prevalenza granulometrica sabbioso limosa, poste su un substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato. Le coperture presentano uno spessore compreso tra 3,0 e 15,0 m.

Il substrato è riconducibile alla presenza delle formazioni delle Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto (FAL3) e delle Arenarie del M. Falterona – Membro di Camaldoli (FAL2). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore minore di 15,0 m.

Data la successione stratigrafica rilevata e sulla scorta degli studi sismici complessivi si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo, presumibilmente al contatto tra coltri di alterazione / substrato presente in superficie e maggiormente fratturato e substrato inalterato terreni di copertura e substrato litoide.

Interessa alcuni settori in corrispondenza del campo sportivo di pian di melosa, presso il Molino di Tosi e a sud-ovest della località I Macelli.

#### **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 e mantenendo le informazioni sulla litostratigrafia delle zone stabili suscettibili di amplificazione locale a cui sono associate.

In corrispondenza del limite stratigrafico individuato tra i depositi di copertura (coperture alluvionali, coperture eluvio-colluviali, coltri detritiche e di frana) e il substrato lapideo stratificato (Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto – FAL3 e Arenarie del M. Falterona – Membro di Camaldoli – FAL2) sono state delineate le zone potenzialmente interessate da **cedimenti differenziali (ZACD)**. Le zone sono state individuate tracciando un areale (“buffer”) di circa 20 m di ampiezza, a partire dal limite stratigrafico. Il buffer rappresenta in questo caso, pertanto, una zona di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse. In questo caso, in accordo con gli indirizzi e criteri, non è stata utilizzata alcuna nomenclatura.

Inoltre sono state evidenziate le aree dove si ha la **sovrapposizione di zone di attenzione di instabilità differenti (ZAID)**.

#### › **DONNINI**

(vedi tavv. T.GEO 07A, T.GEO 08A, T.GEO 09A e T.GEO 10A in scala 1:5.000)

#### ***Inquadramento geologico e geomorfologico***

L'area su cui sorge l'abitato di Donnini è caratterizzata dalla presenza di terreni riconducibili alle formazioni del Unità di Monte Cervarola – Falterona (Dominio Toscano) e dell'Unità di Monte Morello (Dominio Ligure Esterno).

In particolare l'Unità di Monte Cervarola - Falterona è rappresentata dalle Arenarie del M. Falterona - Membro di Montalto (FAL3), nella sua facies principale costituita da un'alternanza di livelli arenacei, marnosi, argillitici e siltitici, mentre l'Unità di Monte Morello è rappresentata dai calcari marnosi e marne argillitiche della Formazione di Monte Morello (MLL) e dalle argilliti marnose e marne argillitiche prevalente della Formazione di Sillano (SIL).

Le formazioni litoidi hanno un assetto giaciturale variabile a causa delle deformazioni tettoniche e delle giustapposizioni strutturali che interessano i litotipi.

Su queste, talora, si rinvencono terreni riconducibili ai depositi del Sintema del Valdarno – Sub-sintema del Torrente Ciuffenna e in particolare alla formazione dei Ciottolami di Loro Ciuffenna (CLO).

Le varie formazioni riconosciute sono sovente sormontate da depositi di frana (F, Fq), coltri eluvio-colluviali (b2a) e falde detritiche (a3a), presenti in particolare le prime lungo i versanti settentrionali che dall'abitato di Donnini scendono verso il Torrente Vicano di Sant'Ellero, e le altre in varie porzioni del territorio, in particolare in corrispondenza dei versanti lungo il Borro di Celiana.

Il quadro geomorfologico è contraddistinto da fenomenologie gravitative con i relativi coronamenti il cui stato di attività è da attiva a quiescente. In particolare i depositi riferibili a dette tipologie si rinvencono, come anticipato, lungo il versante che scende dalla porzione settentrionale dell'abitato di Donnini verso il Torrente Vicano di Sant'Ellero. Sono presenti, inoltre, areali con fenomeni di soliflusso generalizzato e/o localizzato e di erosione superficiale. Il contesto geomorfologico completato dalla presenza di scarpate di erosione sia attive che non e di orli rimodellati di scarpata o deboli rotture di pendio.

Dal punto di vista morfologico si evidenzia una prevalente acclività con pendenze comprese tra il 10% e il 25%.

Di detti elementi, nel complesso, si deve tenere conto nella definizione delle MOPS prodromiche alla classificazione di pericolosità sismica del sito.

### ***Indagini geognostiche realizzate e/o pregresse***

Per la frazione di Donnini 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. 5 sondaggi geognostici a carotaggio continuo di cui n. 2 strumentati con tubo piezometrico, con le relative risultanze stratigrafiche e talora geotecniche di laboratorio;
- n. 9 prove penetrometriche di cui n. 2 prove penetrometriche statiche e n. 7 prove penetrometriche dinamiche;
- n. 3 indagini di sismica a rifrazione con onde P e Sh.

In corrispondenza dell'abitato di Donnini sono inoltre stata effettuate ulteriori indagini sismiche finalizzate alla definizione dell'analisi e della risposta sismica dei terreni.

In particolare è stata svolta specificatamente una inedita campagna di indagini geofisiche consistente in n. 5 prove di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola sulle vibrazioni ambientali (HVSR).

### ***Modello geologico del sottosuolo***

Il substrato geologico su cui sorge l'abitato di Donnini risulta costituito da terreni riconducibili alle formazioni dell'Unità di Monte Cervarola – Falterona (Dominio Toscano) e dell'Unità di Monte Morello (Dominio Ligure Esterno).

In particolare l'Unità di Monte Cervarola - Falterona è rappresentata dalle Arenarie del M. Falterona - Membro di Montalto (FAL3), nella sua facies principale costituita da un'alternanza di livelli arenacei, marnosi, argillitici e siltitici, affiora nel settore occidentale dell'area in esame, presso la località Ripa di Sopra; l'Unità di Monte Morello è, invece, rappresentata dalla Formazione di Monte Morello (MLL) su cui sorge la porzione centro orientale dell'abitato di Donnini, e dalla Formazione di Sillano (SIL), che rappresenta il substrato geologico dell'estrema porzione orientale dell'abitato di Donnini.

Sudette litologie sono talora sormontate da uno spessore di coltre eluvio-colluviale e/o alteritica con spessori rilevati generalmente inferiori ai 10,0 m dal p.c..

Nella porzione centrale dell'abitato di Donnini e presso la località Petroia, sul substrato liotide si hanno spessori da metrici a decimetrici di terreni riconducibili ai depositi del Sintema del Valdarno – Sub-sintema del Torrente Ciuffenna e in particolare alla formazione dei Ciottolami di Loro Ciuffenna (CLO).

Le varie formazioni riconosciute sono soventemente sormontate da depositi di frana (F, Fq), coltri eluvio-colluviali (b2a) e falde detritiche (a3a), presenti in particolare le prime lungo i versanti settentrionali che dall'abitato di Donnini scendono verso il Torrente Vicano di Sant'Ellero, e le altre in varie porzioni del territorio, in particolare in corrispondenza dei versanti lungo il Borro di Celiana.

### ***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 recente sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica GMfd (ghiaie limose, miscela di ghiaie, sabbia e limo di ambiente genetico di versante - falda detritica) i corpi detriti appartenenti ai detriti di falda (a3a) e ai depositi di versante (aa), all'unità geologico-tecnica SMec (Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente di versante – eluvi/colluvi) i depositi appartenenti alle coltri eluvio-colluviali a composizione prevalentemente sabbiosa, mentre all'unità geologico-tecnica SMes (Sabbie limose,

miscela di sabbia e limo di ambiente fluvio lacustre - argine/barre/canali) i depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati (bna).

Per quanto riguarda i terreni di copertura di età plio-pleistocenica sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica GMtf (ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo di ambiente genetico fluvio lacustre - terrazzo fluviale) i depositi dei Ciottolami di Loro Ciuffenna (CLO).

I terreni di natura litoide appartenenti alla formazione delle Arenarie del Monte Cervarola – Membro di Montalto (FAL3) e della Formazione di Monte Morello (MLL) sono stati inseriti nella classe geologico-tecnica del substrato geologico LPS (Lapideo, stratificato), mentre i litotipi appartenenti alla Formazione di Sillano (SIL) sono stati attribuiti alla unità geologico tecnica del substrato geologico ALS (Alternanza di litotipi, stratificato). Infine sono stati rappresentati i fenomeni gravitativi attivi, quiescenti, nonché gli orli di scarpata morfologica e le creste morfologiche.

Inoltre vengono presentate le indicazioni delle strutture tettoniche, in particolare il fascio di faglie normali che interessano con andamento circa nord-ovest/sud-est il territorio su cui sorge Donnini, e gli elementi geologici e idrogeologici relativi ai sondaggi e pozzi presenti nell'area con indicazione della profondità del substrato rigido raggiunto o della profondità di indagini che non ha raggiunto il substrato geologico.

### ***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. 5 misure HVSR classificate in classe A2, si ricava una valutazione di qualità pari a 64,5 che la colloca in classe di accettabilità B.

### ***Misure di frequenza naturale e indagini di sismica a rifrazione***

In corrispondenza dell'abitato di Donnini sono state appositamente eseguite n. 5 misure di sismica passiva con metodo HVSR (18\_HVSR, 19\_HVSR, 20\_HVSR, 21\_HVSR e 22\_HVSR) nell'ambito dello studio in oggetto.

La totalità delle indagini eseguite, ad eccezione della prova 22\_HVSR hanno mostrato fenomeni di impedenza sismica a profondità maggiori di 20,0-25,0 m dal p.c. e un basso contrasto di impedenza. La sola prova 22\_HVSR ha mostrato un alto contrasto di impedenza ( $A_0 = 3,17$ ) a profondità di ca. 8,0-10,0 m dal p.c., da correlarsi con eventuali variazioni litologiche e/o differente grado di alterazione e/o fratturazione all'interno dei litotipi della Formazione di Sillano.

Nella porzione centale dell'abitato di Donnini, tra le prove 19\_HVSR e 20\_HVSR sono state eseguite n. 3 stendimenti sismici a rifrazione in onde P (113\_SR, 114\_SR e 115\_SR). Dette prove hanno mostrato la presenza di un primo sismostrato dello spessore di 3,0 m avente  $V_p = 270/410$  m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore di 2,0 m con  $V_p = 1000/1270$  m/s, e un terzo sismostrato con  $V_p = 1550/1800$  m/s.

### ***Illustrazione della carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)***

#### **Zone stabili suscettibili di amplificazione sismica locale**

- **zona 1:** questa zona comprende le aree nelle quali affiora o è sub-affiorante un substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, con  $i < 15^\circ$  e basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza delle formazioni delle Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto (FAL3) e della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e in particolare della prova 19\_HVSR e data la successione stratigrafica rilevata si ritiene verificata la non possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona viene individuata in piccoli settori a minor acclività nella porzione centrale e occidentale dell'area di studio di Donnini.

- **zona 2:** questa zona comprende le aree nelle quali affiora o è sub-affiorante un substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, con  $i > 15^\circ$  e basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza delle formazioni delle Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto (FAL3) e della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e data la successione stratigrafica rilevata si ritiene verificata la non possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona è rappresentata nella porzione centrale e occidentale dell'area di studio di Donnini.

- **zona 5:** questa zona comprende le aree nelle quali affiora o è sub-affiorante un substrato stratificato con alternanza di litotipi (ALS), fratturato, con  $i < 15^\circ$  e alto c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Sillano (SIL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e data la successione stratigrafica rilevata si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona viene individuata in un isolato settore a minor acclività nella porzione orientale dell'abitato di Donnini e in piccoli settori presso la località di C. Conia di Sotto.

- **zona 6:** questa zona comprende le aree nelle quali affiora o è sub-affiorante un substrato stratificato con alternanza di litotipi (ALS), fratturato, con  $i > 15^\circ$  e alto c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Sillano (SIL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e in particolare della prova 22\_HVSR e data la successione stratigrafica rilevata si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche con dislivelli compresi tra 10,0 e 20,0 m.

La zona viene ampiamente individuata nei settori a maggior acclività nella porzione orientale e settentrionale dell'abitato di Donnini.

- **zona 7:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), con spessore compreso tra 3,0 e 15,0 m, sovrastante un substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, con  $i < 15^\circ$  e basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza delle formazioni delle Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto (FAL3) e della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e data la successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Questa zona presenta elementi morfologici quali creste.

La zona viene individuata in settori a minor acclività nella porzione valliva tra Donnini e la località di Petroia e in un limitato settore lungo il versante che Donnini scende verso la località di C. Conia di Sotto.

- **zona 8:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), con spessore compreso tra 3,0 e 15,0 m, sovrastante un substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, con  $i > 15^\circ$  e basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza delle formazioni delle Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto (FAL3) e della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m. Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e data la successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche con dislivelli compresi tra 10,0 e 20,0 m. La zona viene individuata in un settore a maggior acclività nella porzione centrale dell'abitato di Donnini e in settori a maggior acclività nella porzione valliva tra Donnini e la località di Petroia e in limitati settori lungo il versante che Donnini scende verso la località di C. Conia di Sotto.

- **zona 11:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), con spessore compreso tra 3,0 e 15,0 m, sovrastante un substrato stratificato con alternanza di litotipi (ALS), fratturato, con  $i < 15^\circ$  e alto c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Sillano (SIL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e data la successione stratigrafica rilevata si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona viene individuata in alcuni settori a nord-est della località Petroia e in alcuni settori nel versante che scende verso il Torrente Vicanodi Sant'Ellero, a nord dell'abitato di Donnini.

- **zona 12:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), con spessore compreso tra 3,0 e 15,0 m, sovrastante un substrato stratificato con alternanza di litotipi (ALS), fratturato, con  $i > 15^\circ$  e alto c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Sillano (SIL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e data la successione stratigrafica rilevata si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche con dislivelli compresi tra 10,0 e 20,0 m. La zona viene individuata in alcuni settori nella porzione orientale dell'abitato di Donnini.

- **zona 13:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), con spessore compreso tra 2,0 e 10,0 m, sovrastante un substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, con  $i > 15^\circ$  e basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e data la successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche con dislivelli compresi tra 10,0 e 20,0 m. La zona viene individuata in un settore a maggior acclività nella porzione centrale dell'abitato di Donnini e in settori a maggior acclività nella porzione valliva tra Donnini e la località di Petroia e in limitati settori lungo il versante che Donnini scende verso la località di C. Conia di Sotto.

- **zona 16:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), con spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, sovrastante un substrato stratificato con alternanza di litotipi (ALS), fratturato, con  $i > 15^\circ$  e alto c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Sillano (SIL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e data la successione stratigrafica rilevata si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona viene individuata nell'estrema porzione sud-orientale dell'area di studio di Donnini.

- **zona 17:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura "pleistocenica" costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore compreso tra 5,0 e 25,0 m, sovrastante un substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, con  $i < 15^\circ$  e basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e data la successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona viene individuata nella porzione centro-occidentale dell'abitato di Donnini e in un settore a ovest della località di Petroia.

- **zona 18:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura "pleistocenica" costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore compreso tra 5,0 e 25,0 m, sovrastante un substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, con  $i > 15^\circ$  e basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e in particolare dalla prova 18\_HVSR e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona viene individuata nella porzione centro-occidentale dell'abitato di Donnini e in un settore a ovest della località di Petroia.

- **zona 22:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su depositi di copertura "pleistocenica" costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore compreso tra 5,0 e 25,0 m, sovrastante un substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, con  $i < 15^\circ$  e basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e data la successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona viene individuata in settori a minor acclività nella porzione valliva tra Donnini e la località di Petroia.

- **zona 23:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su depositi di copertura "pleistocenica" costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore compreso tra 5,0 e 25,0 m, sovrastante un substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, con  $i > 15^\circ$  e



basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Questa zona presenta elementi morfologici quali creste.

La zona viene individuata in settori a maggior acclività nella porzione valliva tra Donnini e la località di Petroia.

#### **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 e mantenendo le informazioni sulla litostratigrafia delle zone stabili suscettibili di amplificazione locale a cui sono associate.

In corrispondenza del limite stratigrafico individuato tra i depositi di copertura (coperture alluvionali, coperture eluvio-colluviali, coltri detritiche e di frana) e il substrato lapideo stratificato (Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto – FAL3 e Formazione di Monte Morello -MLL) e tra il substrato lapideo stratificato stesso e i depositi del substrato geologico contraddistinto dall'alternanza di litotipi stratificati (Formazione di Sillano - SIL) sono state delineate le zone potenzialmente interessate da **cedimenti differenziali (ZACD)**. Le zone sono state individuate tracciando un areale (“buffer”) di circa 20 m di ampiezza, a partire dal limite stratigrafico. Il buffer rappresenta in questo caso, pertanto, una zona di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse. In questo caso, in accordo con gli indirizzi e criteri, non è stata utilizzata alcuna nomenclatura.

Inoltre sono state evidenziate le aree dove si ha la **sovrapposizione di zone di attenzione di instabilità differenti (ZAID)**.

#### **> SAN CLEMENTE**

(vedi tavv. T.GEO 07A, T.GEO 08A, T.GEO 09A e T.GEO 10A in scala 1:5.000)

#### ***Inquadramento geologico e geomorfologico***

L'area su cui sorge l'abitato di San Clemente è caratterizzata dalla presenza di terreni riconducibili alle formazioni dell'Unità di Monte Morello (Dominio Ligure Esterno) rappresentate dai calcari marnosi e marne argillitiche della Formazione di Monte Morello (MLL).

La formazione litoide ha un assetto giaciturale con immersione prevalentemente verso i quadranti orientali e inclinazione variabile tra 15° e 50°.

Su queste, talora, si rinvengono terreni riconducibili ai depositi del Sistema del Valdarno – Sub-sistema di Montevarchi e in particolare alla formazione dei Ciottolami di Leccio (CL) e del Limi del Torrente Oreno (LSO).

Le varie formazioni riconosciute sono soventemente sormontate da coltri eluvio-colluviali (b2a), presenti in particolare nel settore meridionale e orientale dell'abitato. Lungo il corso del Fiume Arno e nei settori pianeggianti limitrofi si ritrovano depositi riferibili ad alluvioni attuali (b) e alluvioni recenti, terrazzate e non terrazzate (bna).

Il quadro geomorfologico è contraddistinto da fenomenologie gravitative derivanti da instabilità per franosità diffusa, soliflussi generalizzati ed erosioni superficiali. Il contesto geomorfologico completato dalla presenza di orli di scarpata antropica e , in corrispondenza dei corsi d'acqua, di fenomeni di erosione lineare o incanalata.

Dal punto di vista morfologico si evidenzia una prevalente acclività con pendenze comprese tra il 0% e il 25%.

Di detti elementi, nel complesso, si deve tenere conto nella definizione delle MOPS prodromiche alla classificazione di pericolosità sismica del sito.

### ***Indagini geognostiche realizzate e/o pregresse***

Per la frazione di San Clemente 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. 4 sondaggi geognostici a carotaggio continuo di cui n. 3 strumentati con tubo piezometrico, con le relative risultanze stratigrafiche e talora geotecniche di laboratorio;
- n. 1 stratigrafia risultante da terebrazioni di pozzi profondi;
- n. 6 prove penetrometriche prove penetrometriche statiche.

In corrispondenza dell'abitato di San Clemente sono inoltre stata effettuate ulteriori indagini sismiche finalizzate alla definizione dell'analisi e della risposta sismica dei terreni.

In particolare è stata svolta specificatamente una inedita campagna di indagini geofisiche consistente in n. 1 indagine di sismica a rifrazione con onde P e Sh, n. 1 indagine di sismica tipo MASW e n. 5 prove di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola sulle vibrazioni ambientali (HVSR).

### ***Modello geologico del sottosuolo***

Il substrato geologico su cui sorge l'abitato di San Clemente risulta costituito da terreni riconducibili alle formazioni dell'Unità di Monte Morello (Dominio Ligure Esterno).

In particolare l'Unità di Monte Morello è rappresentata dalla Formazione di Monte Morello (MLL).

Sudette litologie sono talora sormontate da uno spessore di coltre eluvio-colluviale e/o alteritica con spessori rilevati generalmente inferiori ai 10,0 m dal p.c..

Lungo il corso del Fiume Arno e nei settori pianeggianti limitrofi si ritrovano depositi riferibili ad alluvioni attuali (b) e alluvioni recenti, terrazzate e non terrazzate (bna).

I rilievi collinari a est dell'abitato di San Clemente sono caratterizzati in affioramento dalla presenza di depositi del Sintema del Valdarno – Sub-sintema di Montevarchi e in particolare alla formazione dei Ciottolami di Leccio (CL), e del Limi del Torrente Oreno (LSO).

### ***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 recente sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica GMes (ghiaie limose, miscela di ghiaie, sabbia e limo di ambiente fluvio lacustre - argine/barre/canali) i depositi alluvionali attuali (b), all'unità geologico-tecnica SMec (Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente di versante – eluvi/colluvi) i depositi appartenenti alle coltri eluvio-colluviali a composizione prevalentemente sabbiosa, mentre all'unità geologico-tecnica SMes (Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente fluvio lacustre - argine/barre/canali) i depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati (bna).

In alcuni areali vengono riconosciuti spessori di entità variabile di terreni di riporto antropico.

Per quanto riguarda i terreni di copertura di età plio-pleistocenica sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica GMtf (Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo di ambiente genetico fluvio lacustre - terrazzo fluviale) i depositi dei Ciottolami di Leccio (CL) e all'unità geologico-tecnica MLtf (Limi inorganici, farina di roccia,

sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità di ambiente genetico fluvio lacustre - terrazzo fluviale) i depositi dei Limi del Torrente Oreno (LSO).

I terreni di natura litoide appartenenti alla Formazione di Monte Morello (MLL) sono stati inseriti nella classe geologico-tecnica del substrato geologico LPS (Lapideo, stratificato).

Infine sono stati rappresentati i fenomeni gravitativi attivi, quiescenti, nonché gli orli di scarpata morfologica e le creste morfologiche.

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 del substrato rigido raggiunto o della profondità di indagine che non ha raggiunto il substrato geologico.

### ***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. 5 misure HVSR di cui n. 3 classificate in classe A1, n. 1 classificata in classe A2 e n. 1 classificata in classe B1, si ricava una valutazione di qualità pari a 61,7 che la colloca in classe di accettabilità B.

### ***Misure di frequenza naturale e indagini di sismica a rifrazione***

In corrispondenza dell'abitato di San Clemente sono state appositamente eseguite n. 5 misure di sismica passiva con metodo HVSR (23\_HVSR, 24\_HVSR, 25\_HVSR, 26\_HVSR e 27\_HVSR) nell'ambito dello studio in oggetto.

La totalità delle indagini eseguite hanno mostrato fenomeni di impedenza sismica a profondità comprese tra 15,0 e 60,0 m e un alto contrasto di impedenza, da correlarsi con il passaggio tra depositi di copertura e substrato litoide.

Presso il campo sportivo di San Clemente è stata eseguita una indagine di sismica a rifrazione in onde P e Sh (28\_SR) e una indagine di tipo Masw (60\_MASW). L'indagine 28\_SR ha mostrato la presenza di un primo sismostrato dello spessore di 5,0/7,0 m avente  $V_s = 177/193$  m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore di 7,0/10,0 m con  $V_s = 364/530$  m/s, e un terzo sismostrato con  $V_s = 633/953$  m/s. L'indagine 60\_MASW presenta un primo sismostrato dello spessore di circa 1,0 m avente  $V_s = 148$  m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore 4,0 m con  $V_s = 196$  m/s, un terzo sismostrato di spessore 2,5 m con  $V_s = 264$  m/s, un quarto sismostrato di spessore 5,0 m con  $V_s = 324$  m/s, un quinto sismostrato di spessore 13,0 m con  $V_s = 693$  m/s, e un sesto e ultimo sismostrato, investigato per uno spessore di 9,0 m con  $V_s = 811$  m/s. Da cui è stato possibile ricavare un valore di  $V_{s30} = 390$  m/s (categoria di sottosuolo E).

### ***Illustrazione della carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)***

#### **Zone stabili suscettibili di amplificazione sismica locale**

- **zona 3**: questa zona comprende le aree nelle quali affiora o è sub-affiorante un substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, con  $i < 15^\circ$  e alto c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore compreso tra 5,0 e 15,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica e data la successione stratigrafica rilevata si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo al contatto tra coltre di alterazione / substrato presente in superficie e maggiormente fratturato e substrato inalterato.

La zona viene individuata in particolare in corrispondenza della Chiesa di San Clemente.

- **zona 4:** questa zona comprende le aree nelle quali affiora o è sub-affiorante un substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, con  $i > 15^\circ$  e alto c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore compreso tra 5,0 e 15,0 m. Dallo studio complessivo di indagine sismica e in particolare sui dati della prova 25\_HVSR e data la successione stratigrafica rilevata si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo al contatto tra coltre di alterazione / substrato presente in superficie e maggiormente fratturato e substrato inalterato.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche con dislivelli compresi tra 10,0 e 20,0 m. La zona rappresenta la maggior parte dei terreni su cui si colloca il settore centrale dell'abitato di San Clemente.

- **zona 9:** questa zona comprende le aree, con pendenze inferiori ai  $15^\circ$  nelle quali si hanno coperture recenti di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), a prevalenza granulometrica sabbioso limosa, poste su un substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato. Le coperture presentano uno spessore compreso tra 3,0 e 15,0 m.

Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore minore di 15,0 m.

Data la successione stratigrafica rilevata e sulla scorta degli studi sismici complessivi e in particolare dell'indagine 24\_HVSR si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo, presumibilmente al contatto tra coltri di alterazione / substrato presente in superficie e maggiormente fratturato e substrato inalterato terreni di copertura e substrato litoide.

Interessa i settori di raccordo col fondovalle del Fiume Arno nella porzione settentrionale dell'abitato di San Clemente.

- **zona 10:** questa zona comprende le aree, con pendenze superiori ai  $15^\circ$  nelle quali si hanno coperture recenti di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), a prevalenza granulometrica sabbioso limosa, poste su un substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato. Le coperture presentano uno spessore compreso tra 3,0 e 15,0 m.

Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore minore di 15,0 m.

Data la successione stratigrafica rilevata e sulla scorta degli studi sismici complessivi si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo, presumibilmente al contatto tra coltri di alterazione / substrato presente in superficie e maggiormente fratturato e substrato inalterato terreni di copertura e substrato litoide.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche con dislivelli compresi tra 10,0 e 20,0 m. Interessa alcuni settori a maggior acclività in corrispondenza dell'abitato di San Clemente.

- **zona 15:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), con spessore compreso tra 2,0 e 10,0 m, sovrastante un substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, con  $i > 15^\circ$  e alto c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e data la successione stratigrafica rilevata si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche con dislivelli compresi tra 10,0 e 20,0 m.

La zona viene individuata in un settore a maggior acclività nella porzione centrale dell'abitato di Donnini e in settori a maggior acclività nella porzione valliva tra Donnini e la località di Petroia e in limitati settori lungo il versante che Donnini scende verso la località di C. Conia di Sotto.

- **zona 19**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore compreso tra 5,0 e 25,0 m, sovrastante un substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, con  $i > 15^\circ$  e alto c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Questa zona presenta elementi morfologici quali creste.

La zona viene individuata nella porzione collinare ad est dell'abitato di San Clemente.

- **zona 20** questa zona comprende le aree nelle quali si hanno coperture recenti di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es) su una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore compreso tra 5,0 e 25,0 m, sovrastante un substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, con  $i > 15^\circ$  e alto c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Questa zona presenta elementi morfologici quali creste.

La zona viene individuata in una fascia pedecollinare ad est dell'abitato di San Clemente.

- **zona 24** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), con spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) di terrazzo fluviale (tf) e di litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore complessivo compreso tra 30,0 e 60,0 m, sovrastante substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, con coltre di alterazione minore di 10,0 m; con  $i > 15^\circ$ , alto c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona viene individuata in una fascia pedecollinare ad est dell'abitato di San Clemente.

- **zona 25** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), con spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) di terrazzo fluviale (tf) e di litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore complessivo compreso tra 30,0 e 60,0 m, sovrastante substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, con coltre di alterazione minore di 10,0 m; con  $i < 15^\circ$ , alto c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona viene individuata nel settore meridionale e pianeggiante dell'abitato di San Clemente.

- **zona 74** questa zona comprende le aree nelle quali si hanno terreni di riporto (Ti) dello spessore compreso tra 2,0 e 5,0 m, su copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), con spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, sovrastante una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) di terrazzo fluviale (tf) e di litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore complessivo compreso tra 30,0 e 60,0 m, a sua volta sovrastante il substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, con coltre di alterazione minore di 10,0 m; con  $i < 15^\circ$ , alto c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona viene individuata nel settore meridionale e pianeggiante dell'abitato di San Clemente.

#### **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 e mantenendo le informazioni sulla litostratigrafia delle zone stabili suscettibili di amplificazione locale a cui sono associate.

In corrispondenza del limite stratigrafico individuato tra i depositi di copertura (coperture alluvionali, coperture eluvio-colluviali, coltri detritiche e di frana) e il substrato lapideo stratificato (Formazione di Monte Morello -MLL) sono state delineate le zone potenzialmente interessate da **cedimenti differenziali (ZACD)**. Le zone sono state individuate tracciando un areale (“buffer”) di circa 20 m di ampiezza, a partire dal limite stratigrafico. Il buffer rappresenta in questo caso, pertanto, una zona di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse. In questo caso, in accordo con gli indirizzi e criteri, non è stata utilizzata alcuna nomenclatura.

**Inoltre, come desumibile dalle verifiche, riportate nel seguente paragrafo 12.6, effettuate sulla scorta dei risultati delle specifiche indagini geognostiche (prove penetrometriche Cpt) realizzate in corrispondenza di areali con presenza nel sottosuolo di litotipi potenzialmente suscettibili alla liquefazione, nell'areale di San Clemente non si riconoscono zone con terreni liquefacibili e pertanto non sono state definite zone suscettibili di attenzione per liquefazioni (ZALQ).**

#### **> CILIEGI**

(vedi tavv. T.GEO 07A, T.GEO 08A, T.GEO 09A e T.GEO 10A in scala 1:5.000)

#### ***Inquadramento geologico e geomorfologico***

L'area su cui sorge l'abitato di Ciliegi è caratterizzata dalla presenza di terreni riconducibili alle formazioni dell'Unità di Monte Morello (Dominio Ligure Esterno) rappresentate dai calcari marnosi e marne argillitiche della Formazione di Monte Morello (MLL).

La formazione litoide ha un assetto giaciturale con immersione prevalentemente verso i quadranti meridionali e inclinazione variabile tra  $10^\circ$  e  $20^\circ$ .

Su queste, talora, si rinvencono terreni riconducibili ai depositi del Sintema del Valdarno – Sub-sintema di Montevarchi e in particolare alla formazione dei Limi del Torrente Oreno (LSO), delle Argille del Torrente Ascione (ASC) e dei Limi di Terranuova (TER).

Le varie formazioni riconosciute sono sovente sormontate da coltri eluvio-colluviali (b2a), presenti in particolare nel settore meridionale e orientale dell'abitato. Lungo il corso del Fiume Arno e nei settori pianeggianti limitrofi si ritrovano depositi riferibili ad alluvioni attuali (b) e alluvioni recenti, terrazzate e non terrazzate (bna).

Il quadro geomorfologico è contraddistinto da fenomenologie gravitative derivanti da instabilità per franosità diffusa, soliflussi generalizzati ed erosioni superficiali. Il contesto geomorfologico completato dalla presenza di orli di scarpata antropica e , in corrispondenza dei corsi d'acqua, di fenomeni di erosione lineare o incanalata.

Dal punto di vista morfologico si evidenzia una prevalente acclività con pendenze comprese tra il 0% e il 25%.

Di detti elementi, nel complesso, si deve tenere conto nella definizione delle MOPS prodromiche alla classificazione di pericolosità sismica del sito.

### ***Indagini geognostiche realizzate e/o progressse***

Per la frazione di Ciliegi 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. 4 sondaggi geognostici a carotaggio continuo di cui n. 1 strumentato con tubo piezometrico, con le relative risultanze stratigrafiche e talora geotecniche di laboratorio;
- n. 1 stratigrafia risultante da terebrazioni di pozzi profondi;
- n. 1 indagine sismica di tipo Masw;
- n. 2 prove di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola (HVSR)

In corrispondenza dell'abitato di Ciliegi sono inoltre stata effettuate ulteriori indagini sismiche finalizzate alla definizione dell'analisi e della risposta sismica dei terreni.

In particolare è stata svolta specificatamente una inedita campagna di indagini geofisiche consistente in n. 6 prove di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola sulle vibrazioni ambientali (HVSR).

### ***Modello geologico del sottosuolo***

Il substrato geologico su cui sorge l'abitato di Ciliegi risulta costituito da terreni riconducibili alle formazioni dell'Unità di Monte Morello (Dominio Ligure Esterno).

In particolare l'Unità di Monte Morello è rappresentata dalla Formazione di Monte Morello (MLL).

Suddette litologie sono talora sormontate da uno spessore di coltre eluvio-colluviale e/o alteritica con spessori rilevati generalmente inferiori ai 10,0 m dal p.c..

Lungo il corso del Fiume Arno e nei settori pianeggianti limitrofi si ritrovano depositi riferibili ad alluvioni attuali (b) e alluvioni recenti, terrazzate e non terrazzate (bna).

I rilievi collinari a est dell'abitato di San Clemente sono caratterizzati in affioramento dalla presenza di depositi del Sintema del Valdarno – Sub-sintema di Montevarchi alla formazione dei Limi del Torrente Oreno (LSO), presente presso la porzione apicale dell'abitato della località Cetina, delle Argille del Torrente Ascione (ASC), presso l'abitato di Cetina e dei Limi di terranuova (TER), affiorante presso C. Nibbio III, C. Nibbio II e Poggio Alberti.

### ***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 recente sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica GMes (ghiaie limose, miscela di ghiaie, sabbia e limo di ambiente fluvio lacustre - argine/barre/canali) i depositi alluvionali attuali (b), all'unità geologico-tecnica SMec (Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente di versante – eluvi/colluvi) i depositi appartenenti alle coltri eluvio-colluviali a composizione prevalentemente sabbiosa, mentre all'unità geologico-tecnica SMes (Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente fluvio lacustre - argine/barre/canali) i depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati (bna). In alcuni areali vengono riconosciuti spessori di entità variabile di terreni di riporto antropico.

Per quanto riguarda i terreni di copertura di età plio-pleistocenica sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica MLtf (Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità di ambiente genetico fluvio lacustre - terrazzo fluviale) i depositi dei Limi del Torrente Oreno (LSO) e dei Limi di Terranuova (TER), e all'unità geologico-tecnica CLtf (Argille inorganiche di medio-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre) i depositi delle Argille del Torrente Ascione (ASC).

I terreni di natura litoide appartenenti alla Formazione di Monte Morello (MLL) sono stati inseriti nella classe geologico-tecnica del substrato geologico LPS (Lapideo, stratificato).

Infine sono stati rappresentati i fenomeni gravitativi, nonché gli orli di scarpata morfologica e le creste morfologiche.

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 del substrato rigido raggiunto o della profondità di indagine che non ha raggiunto il substrato geologico.

### ***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. 8 misure HVSR di cui n. 3 classificate in classe A1 e n. 5 classificata in classe A2, si ricava una valutazione di qualità pari a 54,1 che la colloca in classe di accettabilità B.

### ***Misure di frequenza naturale e indagini di sismica a rifrazione***

In corrispondenza dell'area industriale di Ciliegi sono state appositamente eseguite n. 6 misure di sismica passiva con metodo HVSR (37\_HVSR, 37BIS\_HVSR, 38\_HVSR, 40\_HVSR, 100\_HVSR e 101\_HVSR).

La totalità delle indagini eseguite hanno mostrato fenomeni di impedenza sismica a profondità comprese tra 10,0 e 50,0 m e, ad eccezione delle prove 37\_HVSR, 100\_HVSR e 101\_HVSR, un alto contrasto di impedenza, da correlarsi con il passaggio tra depositi di copertura e substrato litoide.

Presso l'abitato di Ciliegi è stata eseguita la prova 39\_HVSR che ha mostrato un alto contrasto di impedenza a profondità prossime a 80,0-90,0 m dal p.c. ( $f_0 = 1,67$  Hz).

Infine presso l'area cimiteriale la prova 41\_HVSR ha mostrato un alto contrasto di impedenza a profondità prossime a 25,0 m dal p.c. ( $f_0 = 1,67$  Hz).

Presso lo svincolo autostradale di Incisa-Reggello è stata eseguita l'indagine 82\_MASW che presenta un primo sismostrato dello spessore di 2,0 m avente  $V_s = 130$  m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore 6,0 m con  $V_s = 255$  m/s, un terzo sismostrato di spessore 4,0 m con  $V_s = 360$  m/s e un quarto e ultimo sismostrato, investigato per uno spessore di 18,0 m con  $V_s = 380$  m/s.

### ***Illustrazione della carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)***

#### **Zone stabili suscettibili di amplificazione sismica locale**



- **zona 1:** questa zona comprende le aree nelle quali affiora o è sub-affiorante un substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, con  $i < 15^\circ$  e basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m. Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e in particolare della prova 37\_HVSR e data la successione stratigrafica rilevata si ritiene verificata la non possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona viene individuata in un unico settore pianeggiante nella porzione settentrionale dell'area industriale di Ciliegi.

- **zona 2:** questa zona comprende le aree nelle quali affiora o è sub-affiorante un substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, con  $i > 15^\circ$  e basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m. Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e data la successione stratigrafica rilevata si ritiene verificata la non possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche con dislivelli compresi tra 10,0 e 20,0 m e maggiori di 20,0 m.

La zona è rappresentata in vari settori lungo il corso del Fiume Arno, come ad esempio presso le località Pollaio, Mulino, Palagetto e Bruschetto.

- **zona 7:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), con spessore compreso tra 3,0 e 15,0 m, sovrastante un substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, con  $i < 15^\circ$  e basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e data la successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona viene individuata in settori a minor acclività nella estrema porzione occidentale dell'areale di studio.

- **zona 8:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), con spessore compreso tra 3,0 e 15,0 m, sovrastante un substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, con  $i > 15^\circ$  e basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta delle indagini 100\_HVSR e 101\_HVSR e data la successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche con dislivelli compresi tra 10,0 e 20,0 m e maggiori di 20,0 m.

La zona viene individuata in settori a maggior acclività nella porzione occidentale e settentrionale dell'areale di studio.

- **zona 13:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), con spessore compreso tra 2,0 e 10,0 m, sovrastante un substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, con  $i < 15^\circ$  e basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza

della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e data la successione stratigrafica rilevata si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona viene individuata in corrispondenza del corso del Fiume Arno.

- **zona 14:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), con spessore compreso tra 2,0 e 10,0 m, sovrastante un substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, con  $i > 15^\circ$  e basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e data la successione stratigrafica rilevata si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona viene individuata in un limitato settore presso la località Palagetto in corrispondenza del corso del Fiume Arno.

- **zona 26:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) di terrazzo fluviale (tf) con spessore  $> 50,0$  m, con  $i < 15^\circ$  e basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona viene individuata in corrispondenza delle località C. Nibbio III, C. Nibbio II e Poggio Alberti., in una fascia in sinistra idraulica del Borro di Ricavo e a sud-ovest della località Bellavista.

- **zona 27:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) di terrazzo fluviale (tf) con spessore  $> 50,0$  m, con  $i > 15^\circ$  e basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona viene individuata in fasce presso le località C. Nibbio III, C. Nibbio II e Poggio Alberti., in sinistra idraulica del Borro di Ricavo e a sud-ovest della località Bellavista.

- **zona 30:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, poggianti su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore  $> 50,0$  m, con  $i < 15^\circ$  e basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona viene individuata in corrispondenza della località Cetina.

- **zona 31:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, poggianti su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore  $> 50,0$  m, con  $i > 15^\circ$  e basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona viene individuata in corrispondenza della località Cetina e della località Ricavo.

- **zona 33:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, poggianti su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m, con  $i > 15^\circ$  e basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Questa zona presenta elementi morfologici quali creste.

La zona viene individuata in corrispondenza della porzione apicale della località Cetina e a monte della località Ricavo.

- **zona 34:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) di terrazzo fluviale (tf) con spessore > 50,0 m, con  $i < 15^\circ$  e basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e in particolare della prova 39\_HVSR e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo nei primi 50 m dal p.c..

La zona viene individuata in corrispondenza della zona pianeggiante su cui sorge l'abitato di Ciliegi e la località C. Nibbio II.

- **zona 35:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) di terrazzo fluviale (tf) con spessore > 50,0 m, con  $i > 15^\circ$  e basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona viene individuata in una piccola fascia a ovest della località Bellavista e a sud-ovest del casello autostradale di Incisa Reggello.

- **zona 36:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) di terrazzo fluviale (tf), con spessore compreso tra 20,0 e 60,0 m, sovrastante substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, con  $i < 15^\circ$  e alto c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e in particolare dei risultati delle prove 38\_HVSR e 40\_HVSR e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona viene individuata in un'areale su cui si colloca principalmente l'area industriale di Ciliegi e l'area cimiteriale.

- **zona 37:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) di terrazzo fluviale (tf), con spessore

compreso tra 20,0 e 60,0 m, sovrastante substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, con  $i > 15^\circ$  e alto c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e in particolare dei risultati delle prove 38\_HVSR e 40\_HVSR e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona viene individuata in una fascia presso la località Fornaci.

- **zona 38:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 2,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) di terrazzo fluviale (tf), con spessore compreso tra 20,0 e 60,0 m, sovrastante substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, con  $i < 15^\circ$  e alto c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona viene individuata in una fascia presso la località Fornaci.

- **zona 39:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 2,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) di terrazzo fluviale (tf) con spessore  $> 50,0$  m, con  $i < 15^\circ$  e basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona viene individuata in una fascia presso la località Podere La Striscia.

- **zona 75:** questa zona comprende le aree nelle quali si hanno terreni antropici di riporto dello spessore compreso tra 2,0 e 5,0 m, su una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) di terrazzo fluviale (tf) con spessore  $> 50,0$  m, con  $i < 15^\circ$  e basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo nei primi 50 m dal p.c..

La zona viene individuata in corrispondenza del casello autostradale di Incisa Reggello.

- **zona 76:** questa zona comprende le aree nelle quali si hanno terreni antropici di riporto dello spessore compreso tra 2,0 e 5,0 m, su una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) di terrazzo fluviale (tf), con spessore compreso tra 20,0 e 60,0 m, sovrastante substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, con  $i > 15^\circ$  e alto c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona viene individuata in una fascia presso la località Fornaci.

- **zona 77:** questa zona comprende le aree nelle quali si hanno terreni antropici di riporto dello spessore compreso tra 2,0 e 5,0 m, su una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) di terrazzo fluviale (tf), con spessore compreso tra 20,0 e 60,0 m, sovrastante substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, con  $i > 15^\circ$  e alto c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona viene individuata in una fascia presso la località Fornaci e in corrispondenza del casello autostradale di Incisa Reggello.

- **zona 83:** questa zona comprende le aree nelle quali si hanno terreni antropici di riporto dello spessore compreso tra 2,0 e 5,0 m, su un substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, con  $i > 15^\circ$  e basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e data la successione stratigrafica rilevata si ritiene verificata la non possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona è rappresentata in corrispondenza del rilevato autostradale nell'estrema porzione settentrionale dell'area in esame.

- **zona 84:** questa zona comprende le aree nelle quali si hanno terreni antropici di riporto dello spessore compreso tra 2,0 e 5,0 m, su una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), con spessore compreso tra 3,0 e 15,0 m, sovrastante un substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato, con  $i > 15^\circ$  e basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta delle indagini 100\_HVSR e 101\_HVSR e data la successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona viene individuata in settori a maggiorinor acclività nella porzione occidentale e settentrionale dell'areale 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 e mantenendo le informazioni sulla litostratigrafia delle zone stabili suscettibili di amplificazione locale a cui sono associate.

In corrispondenza del limite stratigrafico individuato tra i depositi di copertura (coperture alluvionali, coperture eluvio-colluviali, coltri detritiche e di frana) e il substrato lapideo stratificato (Formazione di Monte Morello -MLL) sono state delineate le zone potenzialmente interessate da **cedimenti differenziali (ZACD)**. Le zone sono state individuate tracciando un areale (“buffer”) di circa 20 m di ampiezza, a partire dal limite stratigrafico. Il buffer rappresenta in questo caso, pertanto, una zona di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse. In questo caso, in accordo con gli indirizzi e criteri, non è stata utilizzata alcuna nomenclatura.

Infine nell'areale di Ciliegi, laddove vi è la presenza nel sottosuolo di litotipi a prevalente composizione sabbiosa, potenzialmente suscettibili alla liquefazione, non risulta al momento la disponibilità di specifiche e puntuali indagini geognostiche (prove penetrometriche Cpt), sulla cui base implementare debite verifiche.

Pertanto, in attesa dell'esecuzione delle stesse, in una seconda fase di approfondimento di indagine (es. “studi di microzonazione sismica” in procinto di esecuzione), sono state cautelativamente definite zone potenzialmente liquefacibili e alle stesse è stato attribuito un relativo areale di **zone suscettibili di attenzione per liquefazione (ZALQ)**.

› **LECCIO**

(vedi tavv. T.GEO 07B, T.GEO 08B, T.GEO 09B e T.GEO 10B in scala 1:5.000)

***Inquadramento geologico e geomorfologico***

L'area su cui sorge l'abitato di Leccio è caratterizzata dalla presenza di terreni riconducibili alle alluvioni recenti, terrazzate e non terrazzate (bna) e alle coltri eluvio-colluviali (b2a), poggianti sui terreni riconducibili ai depositi del Sintema del Valdarno – Sub-sintema di Montevarchi e in particolare alla formazione dei Limi del Torrente Oreno (LSO), sovrastanti la formazione delle Argille del Torrente Ascione (ASC) e dei Limi di Terranuova (TER). I rilievi collinari circostanti sono, invece, caratterizzati dalla presenza di litologie appartenenti al Sintema del Valdarno – Sub-sintema del Torrente Ciuffenna e in particolare alle formazioni dei Ciottolmi di Loro Ciuffenna (CLO), alle Sabbie del Tasso (STA) e ai Limi di Latereto e Pian di Tegna (LAT) e di litologie appartenenti alla porzione apicale della serie del Sintema del Valdarno – Sub-sintema di Montevarchi e in particolare alla formazione dei Ciottolami del Leccio (CL) e alle Sabbie di Borro Cave (SBC).

Il quadro geomorfologico è contraddistinto da fenomenologie gravitative derivanti da instabilità per frane quiescenti, franosità diffusa, soliflussi generalizzati ed erosioni superficiali. Il contesto geomorfologico è completato dalla presenza di orli rimodellati di scarpate, orli di scarpata antropica e, in corrispondenza dei corsi d'acqua, di fenomeni di erosione lineare o incanalata.

Dal punto di vista morfologico si evidenzia una prevalente acclività con pendenze comprese tra il 0% e il 35%.

Di detti elementi, nel complesso, si deve tenere conto nella definizione delle MOPS prodromiche alla classificazione di pericolosità sismica del sito.

***Indagini geognostiche realizzate e/o progressse***

Per la frazione di Leccio 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. 6 sondaggi geognostici a carotaggio continuo di cui n. 4 strumentati con tubo piezometrico e n. 1 con tubo per prova down-hole con le relative risultanze stratigrafiche e talora geotecniche di laboratorio;
- n. 29 prove penetrometriche di cui n. 26 prove penetrometriche statiche e n. 3 prove penetrometriche dinamiche;
- n. 5 stratigrafia risultante da terebrazioni di pozzi profondi;
- n. 7 indagini di sismica a rifrazione con onde P e Sh;
- n. 1 indagine sismica di tipo Masw;
- n. 1 indagine di sismica a rifrazione in foro tipo down-hole;
- n. 5 prove di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola (HVSr)

In corrispondenza dell'abitato di Ciliegi sono inoltre stata effettuate ulteriori indagini sismiche finalizzate alla definizione dell'analisi e della risposta sismica dei terreni.

In particolare è stata svolta specificatamente una inedita campagna di indagini geofisiche consistente in n. 1 indagine di sismica a rifrazione in onde P e Sh, in n. 1 indagine sismica di tipo Masw e in n. 7 prove di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola sulle vibrazioni ambientali (HVSR).

### ***Modello geologico del sottosuolo***

Il substrato geologico su cui sorge l'abitato di Leccio è caratterizzata dalla presenza di terreni riconducibili alle alluvioni recenti, terrazzate e non terrazzate (bna) e alle coltri eluvio-colluviali (b2a), poggianti sui terreni riconducibili ai depositi del Sintema del Valdarno – Sub-sintema di Montevarchi e in particolare alla formazione dei Limi del Torrente Oreno (LSO); questi poggiano in profondità sulla formazione delle Argille del Torrente Ascione (ASC) e dei Limi di Terranuova (TER).

Nei rilievi collinari attorno l'abitato di Leccio la successione è completata, salendo nella serie dalla formazione dei Ciottolami del Leccio (CL) e alle Sabbie di Borro Cave (SBC).

Sovrastanti a questi, in particolare in corrispondenza del rilievo collinare su cui sorge il Castello di Sammezzano, si hanno i depositi riferibili al Sintema del Valdarno – Sub-sintema del Torrente Ciuffenna e in particolare alle formazioni dei Ciottolmi di Loro Ciuffenna (CLO), alle Sabbie del Tasso (STA) e ai Limi di Latereto e Pian di Tegna (LAT).

Talora si rinvencono coperture detritiche di frana, la cui maggiore rappresentazione è presente presso la località Casaccia.

### ***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 recente sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica SMec (Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente di versante – eluvi/colluvi) i depositi appartenenti alle coltri eluvio-colluviali a composizione prevalentemente sabbiosa, mentre all'unità geologico-tecnica SMes (Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente fluvio lacustre - argine/barre/canali) i depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati (bna). In alcuni areali vengono riconosciuti spessori di entità variabile di terreni di riporto antropico.

Per quanto riguarda i terreni di copertura di età plio-pleistocenica sono state eseguite le seguenti attribuzioni:

- all'unità geologico-tecnica SMtf (sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente genetico fluvio lacustre - terrazzo fluviale) i depositi dei Limi di Latereto e di Pian di Tegna (LAT) e le Sabbie di Borro Cave (SBC);
- all'unità geologico tecnica SWtf (sabbie pulite e ben assortite, sabbie ghiaiose di ambiente genetico fluvio lacustre - terrazzo fluviale) i depositi delle Sabbie del Tasso (STA);
- all'unità geologico-tecnica GMtf (ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo di ambiente genetico fluvio lacustre - terrazzo fluviale) i depositi dei Ciottolami di Loro Ciuffenna (CLO) e dei Ciottolami del Leccio (CL)
- all'unità geologico-tecnica MLtf (Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità di ambiente genetico fluvio lacustre - terrazzo fluviale) i depositi dei Limi del Torrente Oreno (LSO) e dei Limi di Terranuova (TER);
- all'unità geologico-tecnica CLtf (Argille inorganiche di medio-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre) i depositi delle Argille del Torrente Ascione (ASC).

Infine sono stati rappresentati i fenomeni gravitativi, nonché gli orli di scarpata morfologica e le creste morfologiche.

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 del substrato rigido raggiunto o della profondità di indagine che non ha raggiunto il substrato geologico.

### ***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. 12 misure HVSR di cui n. 3 classificate in classe A1 e n. 9 classificata in classe A2, si ricava una valutazione di qualità pari a 65,9 che la colloca in classe di accettabilità B.

### ***Misure di frequenza naturale e indagini di sismica a rifrazione***

In corrispondenza dell'area industriale di Leccio sono state eseguite n. 7 misure di sismica passiva con metodo HVSR (29\_HVSR, 30\_HVSR, 80\_HVSR, 81\_HVSR, 88\_HVSR, 89\_HVSR e 90\_HVSR).

Le indagini eseguite o hanno mostrato picchi ad alte profondità ( $f_0$  pari a 1,2 Hz e 1,8 Hz) oppure non hanno manifestato la presenza di picchi significativi.

Lo stesso si può affermare per le restanti indagini (31\_HVSR, 32\_HVSR, 33\_HVSR, 34\_HVSR e 35\_HVSR) eseguite in corrispondenza o nelle strette vicinanze dell'abitato del Leccio con  $f_0$  compresi tra 1 e 2 Hz (ad eccezione della prova 35\_HVSR con  $f_0 = 2,69$  Hz) indicativi di contrasti di impedenza a profondità maggiori di 50,0 m dal p.c..

In prossimità della prova 29\_HVSR sono stati eseguiti due stendimenti sismici (85\_SR e 105\_SR). La prova 85\_SR presenta un primo sismostrato dello spessore di 1,0 m avente  $V_s = 68/118$  m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore 8,0 m con  $V_s = 178$  m/s, un terzo sismostrato di spessore 22,0 m con  $V_s = 252$  m/s e un quarto e ultimo sismostrato con  $V_s = 637$  m/s. La prova 105\_SR presenta un primo sismostrato dello spessore di 2,0 m avente  $V_s = 146$  m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore 6,0 m con  $V_s = 209$  m/s, un terzo sismostrato di spessore 18,0 m con  $V_s = 301$  m/s e un quarto e ultimo sismostrato con  $V_s = 424/435$  m/s.

In prossimità delle prove 89\_HVSR e 90\_HVSR sono stati eseguiti ulteriori due stendimenti sismici (86\_SR e 87\_SR) che hanno mostrato la presenza di un primo sismostrato dello spessore di 5,0 m avente  $V_s = 163/199$  m/s, a cui segue un secondo sismostrato con  $V_s = 299/341$  m/s.

Nell'area industriale la prova sismica 125\_SR ha mostrato la presenza di un primo sismostrato dello spessore di 12,0 m avente  $V_p = 399$  m/s, a cui segue un secondo sismostrato con  $V_p = 1402$  m/s.

In corrispondenza della prova 32\_HVSR sono state eseguite le indagini sismiche 83\_SR e 82\_MASW. L'indagine Masw ha presentato un primo sismostrato dello spessore di 2,0 m avente  $V_s = 130$  m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore 6,0 m con  $V_s = 255$  m/s, un terzo sismostrato di spessore 4,0 m con  $V_s = 360$  m/s e un quarto e ultimo sismostrato, investigato per uno spessore di 18,0 m con  $V_s = 380$  m/s. L'indagine a rifrazione ha, invece, mostrato la presenza di un primo sismostrato dello spessore di 5,0 m avente  $V_s = 260/350$  m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore 20,0 m con  $V_s = 260/325$  m/s e un terzo e ultimo sismostrato con  $V_s = 480$  m/s.

Nella medesima località è stata eseguita anche una indagine di sismica in foro di tipo down-hole (9\_SDH) che ha presentato un primo sismostrato dello spessore di 15,0 m avente  $V_s = 258$  m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore 11,0 m con  $V_s = 336$  m/s, e un terzo sismostrato investigato per uno spessore di 4,0 m con  $V_s = 446$  m/s.



Presso la località Casaccia è stata eseguita l'indagine di sismica a rifrazione 64\_SR che ha mostrato la presenza di un primo sismostrato dello spessore di 2,0 m avente  $V_s = 137/148$  m/s, a cui segue un secondo sismostrato con  $V_s = 307/336$  m/s.

Infine presso l'area del campo sportivo sono state eseguite le indagini sismiche 36\_SR e 61\_MASW. L'indagine Masw ha presentato un primo sismostrato dello spessore di 1,0 m avente  $V_s = 148$  m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore 4,0 m con  $V_s = 196$  m/s, un terzo sismostrato di spessore 2,5 m con  $V_s = 264$  m/s, un quarto sismostrato di spessore 5,0 m con  $V_s = 324$  m/s, un quinto sismostrato di spessore 13,0 m con  $V_s = 693$  m/s e un sesto e ultimo sismostrato, investigato per uno spessore di 8,0 m con  $V_s = 811$  m/s, da cui è stato possibile determinare una  $V_{s30} = 390$  m/s (categoria di sottosuolo B). L'indagine a rifrazione ha, invece, mostrato la presenza di un primo sismostrato dello spessore di 1,0/3,0 m avente  $V_s = 183/216$  m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore 10,0/20,0 m con  $V_s = 271/274$  m/s e un terzo e ultimo sismostrato con  $V_s = 428/558$  m/s.

### ***Illustrazione della carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)***

#### **Zone stabili suscettibili di amplificazione sismica locale**

- **zona 32:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, poggianti su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m, con  $i < 15^\circ$  e basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona corrisponde alle fasce pedecollinari a minor acclività attorno l'abitato di Leccio.

- **zona 33:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, poggianti su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m, con  $i > 15^\circ$  e basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona corrisponde alle fasce pedecollinari a maggior acclività attorno l'abitato di Leccio.

- **zona 40:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 20,0 m, su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, poggianti su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m; con  $i < 15^\circ$  e basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Questa zona presenta elementi morfologici quali creste e scarpate morfologiche con dislivelli compresi tra 10,0 e 20,0 m e maggiori di 20,0 m.

La zona si riconosce presso le località Quartaio e Le Stabbie e nei rilievi a nord della località Fossato di Sotto.

- **zona 41:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 20,0 m, su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, poggianti su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m; con  $i > 15^\circ$  e basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Questa zona presenta elementi morfologici quali creste e scarpate morfologiche con dislivelli compresi tra 10,0 e 20,0 m e maggiori di 20,0 m.

La zona si riconosce presso le località Quartaio a est di località Le Stabbie e nei pressi dell'area cimiteriale.

- **zona 42:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, poggianti su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m; con  $i < 15^\circ$  e basso c.i..

Dalla totalità delle indagini di sismica passiva svolte nell'area del Leccio e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo, almeno a profondità inferiori a 70,0 m dal p.c..

La zona rappresenta la totalità delle aree di fondovalle su cui sorge l'abitato di Leccio e la relativa area industriale.

- **zona 43:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 20,0 m, su copertura “pleistocenica” su litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 20,0 m, su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, poggianti su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m; con  $i < 15^\circ$  e basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Questa zona presenta elementi morfologici quali creste.

La zona si riconosce lungo il rilievo collinare su cui sorge il Castello di Sammezzano e in alcuni settori collinari a monte e a sud della località Casabaccia e dell'area cimiteriale.

- **zona 44:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, poggianti su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m; con  $i > 15^\circ$  e basso c.i..

Dalla totalità delle indagini di sismica passiva svolte nell'area del Leccio e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo, almeno a profondità inferiori a 70,0 m dal p.c..

Questa zona presenta elementi morfologici quali creste.

La zona è presente in un areale a nord della Chiesa di San Salvatore al Leccio e in un limitato settore presso la località Casaccia.

- **zona 45:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 15,0 m, su litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su copertura “pleistocenica” su litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, poggianti su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m; con  $i > 15^\circ$  e basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona si riconosce lungo il rilievo collinare su cui sorge il Castello di Sammezzano.

- **zona 46:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura sabbioso ghiaiosa (SW) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 15,0 m, su litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 15,0 m, su litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su copertura “pleistocenica” su litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, poggianti su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m; con  $i < 15^\circ$  e basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona si riconosce lungo il rilievo collinare su cui sorge il Castello di Sammezzano.

- **zona 47:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura sabbioso ghiaiosa (SW) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 15,0 m, su litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 15,0 m, su litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su copertura “pleistocenica” su litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, poggianti su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m; con  $i > 15^\circ$  e basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona si riconosce lungo il rilievo collinare su cui sorge il Castello di Sammezzano.

- **zona 48:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 15,0 m, su litotipi di natura sabbioso ghiaiosa (SW) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 15,0 m, su litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 15,0 m, su litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su copertura “pleistocenica” su litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, poggianti su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m;  $i < 15^\circ$ , basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona si riconosce in corrispondenza dell'edificio del Castello di Sammezzano.

- **zona 79:** questa zona comprende le aree nelle quali si hanno terreni di riporto antropico dello spessore compreso tra 2,0 e 5,0 m su una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 20,0 m, su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, poggianti su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m; con  $i < 15^\circ$  e basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Questa zona presenta elementi morfologici quali creste.

La zona si riconosce nei rilievi collinari a nord della Chiesa di San Salvatore a Leccio.

- **zona 85:** questa zona comprende le aree nelle quali si hanno terreni di riporto antropico dello spessore compreso tra 2,0 e 5,0 m su una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, poggianti su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m; con  $i < 15^\circ$  e basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona è rappresentata in un incolato settore a nord della località San Carlino.

#### **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 e mantenendo le informazioni sulla litostratigrafia delle zone stabili suscettibili di amplificazione locale a cui sono associate.

**Inoltre, come desumibile dalle verifiche, riportate nel seguente paragrafo 12.6, effettuate sulla scorta dei risultati delle specifiche indagini geognostiche (prove penetrometriche Cpt) realizzate in corrispondenza di areali con presenza nel sottosuolo di litotipi potenzialmente suscettibili alla liquefazione, nell'areale di Leccio non si**

riconoscono zone con terreni liquefacibili e pertanto non sono state definite **zone suscettibili di attenzione per liquefazioni (ZALQ)**.

› **MATASSINO**

(vedi tavv. T.GEO 07A, T.GEO 08A, T.GEO 09A e T.GEO 10A in scala 1:5.000)

***Inquadramento geologico e geomorfologico***

L'area su cui sorge l'abitato di Matassino è caratterizzata dalla presenza di terreni riconducibili alle alluvioni recenti, terrazzate e non terrazzate (bna), poggianti sui terreni riconducibili ai depositi del Sintema del Valdarno – Sub-sintema di Montevarchi e in particolare alla formazione dei Limi di Terranuova (TER), che assieme alle Sabbie di Borro Cave (SBC), ai Limi del Torrente Oreno (LSO), e alle Argille del Torrente Ascione (ASC) costituiscono i rilievi collinari presenti attorno l'abitato di Matassino.

Talora si ha la presenza di depositi attribuibili ad altri eluvio-colluviali (b2a).

Il quadro geomorfologico è contraddistinto da fenomenologie gravitative derivanti da instabilità per frane attive e quiescenti, franosità diffusa, soliflussi generalizzati ed erosioni superficiali. Il contesto geomorfologico è completato dalla presenza di orli rimodellati di scarpate, orli di scarpata antropica e , in corrispondenza dei corsi d'acqua, di fenomeni di erosione lineare o incanalata.

Dal punto di vista morfologico si evidenzia una prevalente acclività con pendenze comprese tra il 0% e il 35%.

Di detti elementi, nel complesso, si deve tenere conto nella definizione delle MOPS prodromiche alla classificazione di pericolosità sismica del sito.

***Indagini geognostiche realizzate e/o pregresse***

Per la frazione di Matassino 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. 7 sondaggi geognostici a carotaggio continuo di cui n. 5 strumentati con tubo piezometrico e n. 1 con tubo per prova down-hole, con le relative risultanze stratigrafiche e talora geotecniche di laboratorio;
- n. 21 prove penetrometriche statiche;
- n. 7 stratigrafia risultante da terebrazioni di pozzi profondi;
- n. 1 indagini di sismica a rifrazione con onde P e Sh;
- n. 3 indagine sismica di tipo Masw;
- n. 1 indagine di sismica a rifrazione in foro tipo down-hole;
- n. 6 prove di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola (HVSR)

In corrispondenza dell'abitato di Matassino sono inoltre stata effettuate ulteriori indagini sismiche finalizzate alla definizione dell'analisi e della risposta sismica dei terreni.

In particolare è stata svolta specificatamente una inedita campagna di indagini geofisiche consistente in n. 1 indagine di sismica a rifrazione in onde P e Sh, in n. 1 indagine sismica di tipo Masw e in n. 6 prove di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola sulle vibrazioni ambientali (HVSR).

***Modello geologico del sottosuolo***

Il substrato geologico su cui sorge l'abitato di Matassino è caratterizzata dalla presenza di terreni riconducibili alle alluvioni recenti, terrazzate e non terrazzate (bna), poggianti sui terreni riconducibili ai depositi del Sintema del Valdarno – Sub-sintema di Montevarchi e in particolare alla formazione dei Limi Limi di Terranuova (TER).

Nei rilievi collinari attorno l'abitato di Matassino si rinvenivano altri termini della serie del Sub-sistema di Montevarchi quali le Argille del Torrente Ascione (ASC), i Limi del Torrente Oreno (LSO) e le Sabbie di Borro Cave (SBC).

Talora si rinvenivano coperture eluvio-colluviali (b2a) e detritiche 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 recente sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica SMec (Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente di versante – eluvi/colluvi) i depositi appartenenti alle coltri eluvio-colluviali a composizione prevalentemente sabbiosa, mentre all'unità geologico-tecnica SMes (Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente fluvio lacustre - argine/barre/canali) i depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati (bna). In alcuni areali vengono riconosciuti spessori di entità variabile di terreni di riporto antropico.

Per quanto riguarda i terreni di copertura di età plio-pleistocenica sono state eseguite le seguenti attribuzioni:

- all'unità geologico-tecnica SMTf (sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente genetico fluvio lacustre - terrazzo fluviale) i depositi delle Sabbie di Borro Cave (SBC);

- all'unità geologico-tecnica MLTf (Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità di ambiente genetico fluvio lacustre - terrazzo fluviale) i depositi dei Limi del Torrente Oreno (LSO) e dei Limi di Terranuova (TER);

- all'unità geologico-tecnica CLTf (Argille inorganiche di medio-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre) i depositi delle Argille del Torrente Ascione (ASC).

Infine sono stati rappresentati i fenomeni gravitativi, nonché gli orli di scarpata morfologica e le creste morfologiche.

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 del substrato rigido raggiunto o della profondità di indagine che non ha raggiunto il substrato geologico.

### ***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. 12 misure HVSR di cui n. 1 classificate in classe A1 e n. 11 classificate in classe A2, si ricava una valutazione di qualità pari a 62,4 che la colloca in classe di accettabilità B.

### ***Misure di frequenza naturale e indagini di sismica a rifrazione***

La totalità (n. 12) delle misure di sismica passiva eseguite nell'area di Matassino hanno mostrato bassi contrasti di impedenza (A0 comprese tra 1,03 e 2,57) con picchi per le prove 51\_HVSR, 52\_HVSR, 53\_HVSR, 54\_HVSR, 55\_HVSR (prova A) e 56\_HVSR aventi frequenze inferiori a 1 Hz.

Le prove 65\_HVSR, 66\_HVSR, 67\_HVSR e 68\_HVSR pur mostrando bassi contrasti di impedenza (A0 compreso tra 1,03 e 1,25) hanno presentato picchi con  $f_0$  = compreso tra 5,0 e 7,5 Hz (profondità comprese tra 10,0 e 20,0 m dal p.c.).

La prova 69\_HVSR non ha mostrato la presenza di significativi picchi di frequenza, mentre le prove 55\_HVSR (prova B) e, in particolare, la prova 138\_HVSR hanno mostrato picchi di frequenza superficiali con bassi contrasti di impedenza sismica.

In prossimità della prova 56\_HVSR sono state eseguite le indagini sismiche 124\_SR e 137\_MASW. L'indagine di sismica a rifrazione ha mostrato una  $V_{s30} = 318$  (categoria di sottosuolo C), mentre l'indagine Masw ha presentato un primo sismostrato dello spessore di 2,0 m avente  $V_s = 169$  m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore 3,0 m con  $V_s = 221$  m/s, un terzo sismostrato di spessore 19,0 m con  $V_s = 243$  m/s, un quarto sismostrato di spessore 14,0 m con  $V_s = 490$  m/s e un quinto e ultimo sismostrato dello spessore investigato di 2,0 m con  $V_s = 505$  m/s; da cui è stato possibile calcolare un  $V_{s30} = 260$  (categoria di sottosuolo C).

L'indagine 128\_MASW ha presentato un primo sismostrato dello spessore di 2,0 m avente  $V_s = 190$  m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore 5,0 m con  $V_s = 230$  m/s, un terzo sismostrato di spessore 9,0 m con  $V_s = 295$  m/s, e un quarto e ultimo sismostrato dello spessore investigato di 14,0 m con  $V_s = 548$  m/s; da cui è stato possibile calcolare un  $V_{s30} = 335$  (categoria di sottosuolo C).

L'indagine 130\_MASW ha presentato un primo sismostrato dello spessore di 2,0 m avente  $V_s = 170$  m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore 7,0 m con  $V_s = 210$  m/s, un terzo sismostrato di spessore 9,0 m con  $V_s = 258$  m/s, e un quarto e ultimo sismostrato dello spessore investigato di 12,0 m con  $V_s = 450$  m/s; da cui è stato possibile calcolare un  $V_{s30} = 281$  (categoria di sottosuolo C).

In corrispondenza della prova 53\_HVSR sono state eseguite le indagini sismiche 57\_SR e 63\_MASW. L'indagine Masw ha presentato un primo sismostrato dello spessore di 2,0 m avente  $V_s = 104$  m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore 13,5 m con  $V_s = 286$  m/s, un terzo sismostrato di spessore 6,0 m con  $V_s = 373$  m/s, un quarto e ultimo sismostrato di spessore 16,5 m con  $V_s = 373$  m/s; da cui è stato possibile calcolare un  $V_{s30} = 289$  (categoria di sottosuolo C). L'indagine a rifrazione ha, invece, mostrato la presenza di un primo sismostrato dello spessore di 2,0 m avente  $V_s = 164/185$  m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore 7,0 m con  $V_s = 258/301$  m/s e un terzo e ultimo sismostrato con  $V_s = 353/361$  m/s.

### ***Illustrazione della carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)***

#### **Zone stabili suscettibili di amplificazione sismica locale**

- **zona 26:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) di terrazzo fluviale (tf) con spessore  $> 50,0$  m, con  $i < 15^\circ$  e basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e dalla prova 52\_HVSR e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona corrisponde alla fascia pedecollinare di raccordo con il fondovalle dove ubicato l'abitato di Matassino.

- **zona 27:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) di terrazzo fluviale (tf) con spessore  $> 50,0$  m, con  $i > 15^\circ$  e basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona corrisponde a un settore a maggior acclività presso la località Poggio Ascitutto.

- **zona 28:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 20,0 m, su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e

20,0 m, poggianti su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m; con  $i < 15^\circ$  e basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona è riscontrata in un limitato settore lungo il rilievo collinare che si erge a nord-ovest della località C. Tani.

- **zona 30:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, poggianti su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m; con  $i < 15^\circ$  e basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Questa zona presenta elementi morfologici quali creste.

La zona corrisponde a una fascia lungo i rilievi collinari che si erge a nord-ovest della località C. Tani e a nord dell'area cimiteriale.

- **zona 32:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, poggianti su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m, con  $i < 15^\circ$  e basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Questa zona presenta elementi morfologici quali creste.

La zona corrisponde a una fascia lungo il rilievo collinare che si erge a nord-ovest della località C. Tani.

- **zona 34:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), con spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) di terrazzo fluviale (tf) con spessore > 50,0 m; con  $i < 15^\circ$  e basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona corrisponde alla quasi totalità dell'area pianeggiante su cui sorge l'abitato di Matassino.

- **zona 39:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 2,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) di terrazzo fluviale (tf) con spessore > 50,0 m; con  $i < 15^\circ$  e basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona si rinviene in corrispondenza del corso del Torrente Resco.

### **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 e mantenendo le informazioni sulla litostratigrafia delle zone stabili suscettibili di amplificazione locale a cui sono associate.

› **VAGGIO**

(vedi tavv. T.GEO 07B, T.GEO 08B, T.GEO 09B e T.GEO 10B in scala 1:5.000)

***Inquadramento geologico e geomorfologico***

L'area su cui sorge l'abitato di Vaggio è caratterizzata dalla presenza di terreni riconducibili alle alluvioni recenti, terrazzate e non terrazzate (bna), poggianti sui terreni riconducibili ai depositi del Sintema del Valdarno – Sub-sintema di Montevarchi e in particolare alla formazione dei Limi di Terranuova (TER), delle Argille del Torrente Ascione (ASC), dei Limi del Torrente Oreno (LSO), delle Sabbie di Borro Cave (SBC) e della Formazione di Casa la Querce (CCQ), che, inoltre, costituiscono i rilievi collinari presenti attorno l'abitato di Vaggio.

Talora si ha la presenza di depositi attribuibili ad altri eluvio-colluviali (b2a).

Il quadro geomorfologico è contraddistinto da fenomenologie gravitative derivanti da instabilità per franosità diffusa, soliflussi generalizzati ed erosioni superficiali. Il contesto geomorfologico è completato dalla presenza di orli rimodellati di scarpate, orli di scarpata antropica e, in corrispondenza dei corsi d'acqua, di fenomeni di erosione lineare o incanalata.

Dal punto di vista morfologico si evidenzia una prevalente acclività con pendenze comprese tra il 0% e il 35%.

Di detti elementi, nel complesso, si deve tenere conto nella definizione delle MOPS prodromiche alla classificazione di pericolosità sismica del sito.

***Indagini geognostiche realizzate e/o pregresse***

Per la frazione di Vaggio 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. 4 sondaggi geognostici a carotaggio continuo di cui n. 2 strumentati con tubo piezometrico, con le relative risultanze stratigrafiche e talora geotecniche di laboratorio;
- n. 7 prove penetrometriche di cui n. 3 prove penetrometriche statiche e n. 4 prove penetrometriche dinamiche;
- n. 1 stratigrafia risultante da terebrazioni di pozzi profondi.

In corrispondenza dell'abitato di Vaggio sono inoltre stata effettuate ulteriori indagini sismiche finalizzate alla definizione dell'analisi e della risposta sismica dei terreni.

In particolare è stata svolta specificatamente una inedita campagna di indagini geofisiche consistente in n. 1 indagine di sismica a rifrazione in onde P e Sh, in n. 1 indagine sismica di tipo Masw e in n. 8 prove di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola sulle vibrazioni ambientali (HVSR).

***Modello geologico del sottosuolo***

Il substrato geologico su cui sorge l'abitato di Vaggio è caratterizzata dalla presenza di terreni riconducibili alle alluvioni recenti, terrazzate e non terrazzate (bna), poggianti sui terreni riconducibili ai depositi del Sintema del Valdarno – Sub-sintema di Montevarchi che costituiscono i terreni costituenti i rilievi collinari presenti attorno l'abitato di Vaggio. Questi depositi si rinvengono, al di sotto dei depositi alluvionali, in serie normale risalendo il corso del Torrente Resco, infatti i terreni presenti nel sottosuolo della porzione meridionale dell'abitato di

Vaggio appartengono alla formazione dei Limi di Terranuova (TER), e poi, spostandosi verso nord alla formazione delle Argille del Torrente Ascione (ASC), dei Limi del Torrente Oreno (LSO), delle Sabbie di Borro Cave (SBC) e della Formazione di Casa la Querce (CCQ).

Talora si rinvennero coperture eluvio-colluviali (b2a) e detritiche 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 recente sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica GMfd (ghiaie limose, miscela di ghiaie, sabbia e limo di ambiente genetico di versante - falda detritica) i corpi detriti appartenenti ai detriti di falda (a3a) e ai depositi di versante (aa), all'unità geologico-tecnica GMes (ghiaie limose, miscela di ghiaie, sabbia e limo di ambiente fluvio lacustre - argine/barre/canali) i depositi alluvionali attuali (b), all'unità geologico-tecnica SMec (Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente di versante - eluvi/colluvi) i depositi appartenenti alle coltri eluvio-colluviali a composizione prevalentemente sabbiosa, mentre all'unità geologico-tecnica SMes (Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente fluvio lacustre - argine/barre/canali) i depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati (bna). In alcuni areali vengono riconosciuti spessori di entità variabile di terreni di riporto antropico.

Per quanto riguarda i terreni di copertura di età plio-pleistocenica sono state eseguite le seguenti attribuzioni:

- all'unità geologico-tecnica GMtf (ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo di ambiente genetico fluvio lacustre - terrazzo fluviale) i depositi della Formazione di Casa la Querce (CCQ);
- all'unità geologico-tecnica SMtf (sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente genetico fluvio lacustre - terrazzo fluviale) i depositi delle Sabbie di Borro Cave (SBC);
- all'unità geologico-tecnica MLtf (Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità di ambiente genetico fluvio lacustre - terrazzo fluviale) i depositi dei Limi del Torrente Oreno (LSO) e dei Limi di Terranuova (TER);
- all'unità geologico-tecnica CLtf (Argille inorganiche di medio-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre) i depositi delle Argille del Torrente Ascione (ASC).

Infine sono stati rappresentati i fenomeni gravitativi, nonché gli orli di scarpata morfologica e le creste morfologiche.

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 del substrato rigido raggiunto o della profondità di indagine che non ha raggiunto il substrato geologico.

### ***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. 8 misure HVSR di cui n. 1 classificate in classe A1 e n. classificate in classe A2, si ricava una valutazione di qualità pari a 54,8 che la colloca in classe di accettabilità B.

### ***Misure di frequenza naturale e indagini di sismica a rifrazione***

Tra le misure di sismica passiva eseguite presso l'abitato di Vaggio n. 3 prove (42\_HVSR, 43\_HVSR e 44\_HVSR non hanno mostrato la presenza di picchi significativi. Le prove 46\_HVSR, 48\_HVSR e 49\_HVSR hanno mostrato bassi contrasti di impedenza (A0 compresi tra 1,76 e 2,4) con picchi di frequenza inferiori a 1

Hz; mentre le prove 45\_HVSR e 47\_HVSR hanno mostrato bassi contrasti di impedenza ( $A_0$  rispettivamente uguali a 2,44 e 1,55) con picchi di frequenza compresi tra 5,0 e 7,5 Hz (profondità comprese tra 10,0 e 20,0 m dal p.c.).

In corrispondenza della prova 44\_HVSR sono state eseguite le indagini sismiche 50\_SR e 62\_MASW. L'indagine Masw ha presentato un primo sismostrato dello spessore di 5,0 m avente  $V_s = 390$  m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore 6,0 m con  $V_s = 433$  m/s, un terzo sismostrato di spessore 17,5 m con  $V_s = 467$  m/s, un quarto e ultimo sismostrato di spessore 18,5 m con  $V_s = 764$  m/s; da cui è stato possibile calcolare un  $V_{s30} = 456$  (categoria di sottosuolo B). L'indagine a rifrazione ha, invece, mostrato la presenza di un primo sismostrato dello spessore di 1,0/2,0 m avente  $V_s = 457/5575$  m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore 20,0/25,0 m con  $V_s = 658/773$  m/s e un terzo e ultimo sismostrato con  $V_s = 811/1194$  m/s.

### ***Illustrazione della carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)***

#### **Zone stabili suscettibili di amplificazione sismica locale**

- **zona 26:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) di terrazzo fluviale (tf) con spessore  $> 50,0$  m, con  $i < 15^\circ$  e basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e dalla prova 48\_HVSR e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona si riconosce nel settore meridionale dell'abitato di Vaggio e presso le località Cotigliano e Casa La Torre.

- **zona 28:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 20,0 m, su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, poggianti su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore  $> 50,0$  m; con  $i < 15^\circ$  e basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche con dislivelli maggiori di 20,0 m.

La zona è riscontrata in alcune fasce sui rilievi collinari a nord-ovest dell'abitato di Vaggio e lungo i rilievi collinari a ovest del corso del Torrente Resco Cascese.

- **zona 29:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 20,0 m, su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, poggianti su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore  $> 50,0$  m; con  $i > 15^\circ$  e basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche con dislivelli maggiori di 20,0 m.

La zona è riscontrata in alcune fasce sui rilievi collinari a nord-ovest dell'abitato di Vaggio e lungo i rilievi collinari a ovest del corso del Torrente Resco Cascese.

- **zona 30:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, poggianti su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m; con  $i < 15^\circ$  e basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e dalla prova 45\_HVSR e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona corrisponde principalmente in un settore collinare a nord della località Cotigliano e in alcune fasce a sud-ovest di località Podere La Costa.

- **zona 31:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, poggianti su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m; con  $i > 15^\circ$  e basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona si manifesta in alcuni limitati settori lungo i rilievi collinari a nord-ovest dell'abitato di Vaggio.

- **zona 32:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, poggianti su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m, con  $i < 15^\circ$  e basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona si rinviene in un settore collinare a sud-ovest di località Podere La Costa.

- **zona 33:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, poggianti su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m, con  $i > 15^\circ$  e basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona si manifesta in alcune fasce lungo i rilievi collinari a nord-ovest dell'abitato di Vaggio.

- **zona 34:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), con spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) di terrazzo fluviale (tf) con spessore > 50,0 m; con  $i < 15^\circ$  e basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e dalla prova 34\_HVSR e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona corrisponde alla quasi totalità dell'area pianeggiante su cui sorge la porzione meridionale dell'abitato di Vaggio.

- **zona 39:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 2,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) di terrazzo fluviale (tf) con spessore > 50,0 m; con  $i < 15^\circ$  e basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona si rinviene in corrispondenza del corso del Torrente Resco nella porzione meridionale dell'area di studio.

- **zona 42:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, poggianti su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m; con  $i < 15^\circ$  e basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche con dislivelli maggiori di 20,0 m.

La zona si rinviene in alcuni settori collinari a ovest dell'abitato di Vaggio, a sud-ovest della località Podere La Costa e nel settore pianeggiante dell'area di studio, nella sua porzione centrale in sinistra del corso del Torrente Resco Cascese.

- **zona 44:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, poggianti su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m; con  $i > 15^\circ$  e basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona si rinviene in alcuni limitati settori collinari a ovest dell'abitato di Vaggio e a sud-ovest della località Podere La Costa.

- **zona 49:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 15,0 m, su litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 20,0 m, su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, poggianti su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m; con  $i < 15^\circ$  e basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona si rinviene in un settore collinare a nord-ovest dei Laghi della Tranquillità, in un limitato settore nei rilievi collinari a ovest dell'abitato di Vaggio, e in corrispondenza di Case Rovai.

- **zona 50:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 15,0 m, su litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 20,0 m, su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, poggianti su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m; con  $i > 15^\circ$  e basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona si rinviene in alcuni settori collinari a ovest del corso del Torrente Resco Cascese.

- **zona 51:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, poggianti su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m; con  $i < 15^\circ$  e basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita, in funzione delle indagini 43\_HVSR, 46\_HVSR e 47\_HVSR e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Questa zona presenta elementi morfologici quali creste e scarpate morfologiche con dislivelli maggiori di 20,0 m.

La zona si rinviene in ampi settori del fondovalle in destra del corso del Torrente Resco Cascese.

- **zona 52:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, poggianti su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m; con  $i > 15^\circ$  e basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona si rinviene in alcuni settori collinari a ovest dell'abitato di Vaggio.

- **zona 53:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 2,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, poggianti su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m; con  $i < 15^\circ$ , basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona si rinviene lungo il corso del Torrente Resco Cascese.

- **zona 54:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 2,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale

(tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, poggianti su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m; con  $i < 15^\circ$ , basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona si rinviene lungo il corso del Torrente Resco Cascese.

- **zona 55:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura "pleistocenica" costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 20,0 m, su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, poggianti su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m; con  $i < 15^\circ$  e basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e dell'indagine 42\_HVSR e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche con dislivelli maggiori di 20,0 m.

La zona si rinviene in ampi settori del fondovalle in sinistra del corso del Torrente Resco Cascese e in corrispondenza del settore settentrionale dell'abitato di Vaggio.

- **zona 56:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura "pleistocenica" costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 20,0 m, su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, poggianti su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m; con  $i > 15^\circ$  e basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona si rinviene in un limitato areale a nord di Podere La Costa.

- **zona 57:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 2,0 e 10,0 m, su copertura "pleistocenica" costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 20,0 m, su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, poggianti su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m; con  $i < 15^\circ$  e basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona si rinviene lungo il corso del Torrente Resco Cascese.

- **zona 58:** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura "pleistocenica" costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di

spessore compreso tra 5,0 e 15,0 m, su litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 20,0 m, su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, poggianti su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m; con  $i < 15^\circ$  e basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e dell'indagine 58\_HVSR e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche con dislivelli maggiori di 20,0 m.

La zona si rinviene presso le località Case Rovai, Villa Rigacci, Tamburesco e l'area cimiteriale.

- **zona 59**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 2,0 e 10,0 m, su copertura "pleistocenica" costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 15,0 m, su litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 20,0 m, su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, poggianti su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m; con  $i < 15^\circ$  e basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e dell'indagine 58\_HVSR e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona si rinviene in alcune porzioni a nord di Case Rovai e presso l'abitato di Tamburesco.

- **zona 80**: questa zona comprende le aree nelle quali si hanno terreni di riporto su una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura "pleistocenica" costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 20,0 m, su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, poggianti su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m; con  $i < 15^\circ$  e basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona si rinviene in corrispondenza della località Pianiglia.

#### **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 e mantenendo le informazioni sulla litostratigrafia delle zone stabili suscettibili di amplificazione locale a cui sono associate.

Inoltre, come desumibile dalle verifiche, riportate nel seguente paragrafo 12.6, effettuate sulla scorta dei risultati delle specifiche indagini geognostiche (prove penetrometriche Cpt) realizzate in corrispondenza di areali con presenza nel sottosuolo di litotipi potenzialmente suscettibili alla liquefazione, nell'areale di Matassino non si riconoscono zone con terreni liquefacibili e pertanto non sono state definite **zone suscettibili di attenzione per liquefazioni (ZALQ)**.



## 12. 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.

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

Nelle NTC08 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 NTC08, 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.

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

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

Nel caso specifico  $V_N = 50$  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 NTC08 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.  $C_U = 0.7$ ;

**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.  $CU = 2.0$ ;

Nel caso in esame 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 qui vale:

$$VR = 50 * 1 = 50 \text{ anni.}$$

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

Le NTC08 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 rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza 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 NTC08, 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 (NTC08, punto 7.1). 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 (NTC08, punto 7.10).

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  $a_g$  prefissata ( $a_g$  = 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	<b>30</b>
	Stato limite di danno	SLD	50
Stati limite ultimi	Stato limite di salvaguardia della vita	SLV	<b>475</b>
	Stato limite di prevenzione del collasso	SLC	975

## 12.3 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

La pericolosità sismica di base, cioè le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di interesse, nelle NTC08, 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 NTC08 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 NTC08 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	$T_R = 30$			$T_R = 50$			$T_R = 72$			$T_R = 101$		
			$a_g$	$F_0$	$T_c^*$	$a_g$	$F_0$	$T_c^*$	$a_g$	$F_0$	$T_c^*$	$a_g$	$F_0$	$T_c^*$
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:

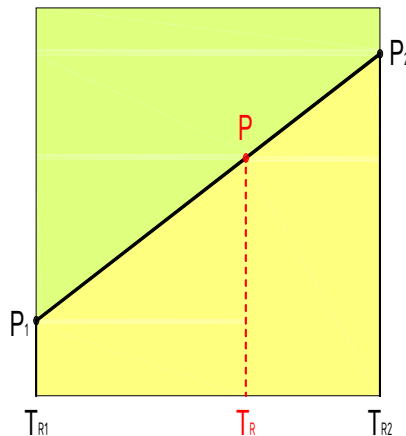
$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \times \log\left(\frac{T_R}{T_{R1}}\right) \times \left[\log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right)\right]^{-1} \quad (4.1)$$

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:

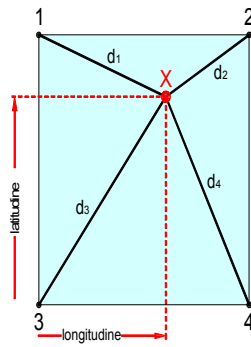
$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}} \quad (4.2)$$

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 seguente figura.



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

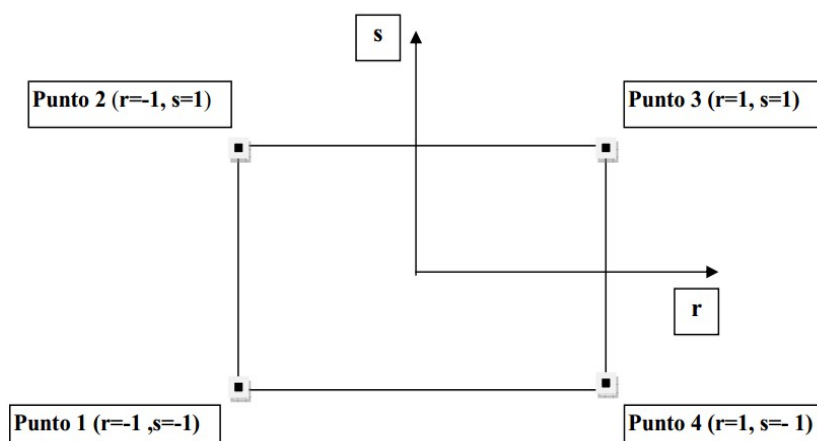
Pertanto per poter procedere all'interpolazione delle coordinate geografiche, in accordo alla procedura delle NTC08, bisogna calcolare le distanze che intercorrono tra i 4 punti del reticolo e il punto di interesse. Questo calcolo può essere eseguito approssimativamente utilizzando le formule della trigonometria 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:

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

dove  $R = 6371$  è il raggio medio terrestre in km, mentre  $lat\alpha$ ,  $lon\alpha$ ,  $lat\beta$  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  $ag$ ,  $F_0$ ,  $T_c^*$  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.

## 12.4 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).

### 12.4.1 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.

### 12.4.2 STABILITA' 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.

#### 16.4.3 MURI DI SOSTEGNO

Per i muri di sostegno pendii i coefficienti  $K_h$  e  $K_v$  sono così determinati:

$$K_h = \beta_m \cdot \left( \frac{a_{max}}{g} \right) \quad (5.5)$$

$$K_v = \pm 0,5 \cdot K_h \quad (5.6)$$

Con:

$\beta_m$  coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, per i muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno assume valore unitario altrimenti assume i valori riportati nella seguente Tabella.



		Categoria di sottosuolo	
		A	
		$\beta$ $m$	
$0.2 < a_g \leq 0.4$		0.31	0.31
$0.1 < a_g \leq 0.2$		0.29	0.24
$a_g \leq 0.1$		0.20	0.18

**Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.**

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

$g$  accelerazione di gravità.

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

$$a_{max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad (5.7)$$

$S$  è il coefficiente comprendente l'effetto di amplificazione stratigrafica  $S_S$  e di amplificazione topografica  $S_T$ .

$a_g$  accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

#### 16.4.3 PARATIE

In mancanza di studi specifici,  $a_h$  (accelerazione orizzontale) può essere legata all'accelerazione di picco  $a_{max}$  attesa nel volume di terreno significativo per l'opera mediante la relazione:

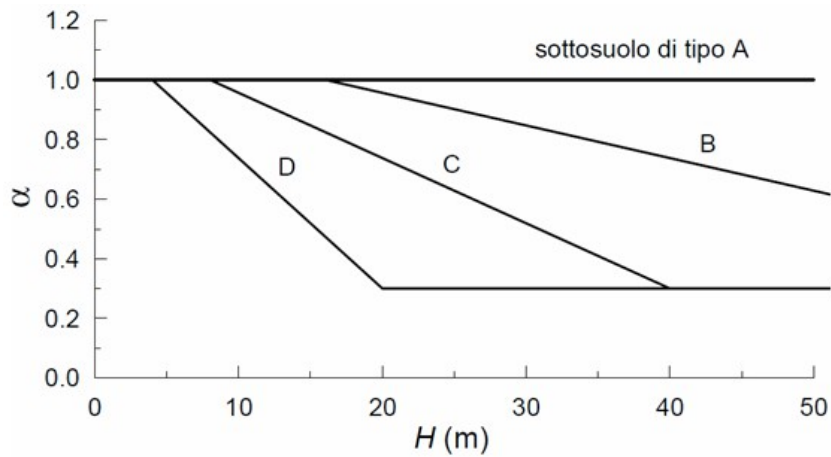
$$a_h = K_h \cdot g = \alpha \cdot \beta \cdot a_{max} \quad (5.8)$$

dove:

$g$  è l'accelerazione di gravità;

$K_h$  è il coefficiente sismico in direzione orizzontale;

$\alpha \leq 1$  è un coefficiente che tiene conto della deformabilità dei terreni interagenti con l'opera. Può essere ricavato a partire dall'altezza complessiva  $H$  della paratia e dalla categoria di sottosuolo mediante il diagramma nella seguente Figura:

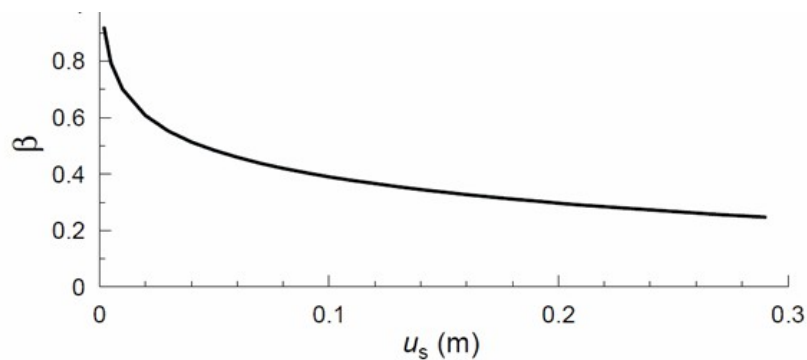


**Diagramma per la valutazione del coefficiente di deformabilità  $\alpha$ .**

Per la valutazione della spinta nelle condizioni di equilibrio limite passivo deve porsi  $\alpha = 1$ .

$\beta \leq 1$  è un coefficiente funzione della capacità dell'opera di subire spostamenti senza cadute di resistenza. Il valore del coefficiente  $\beta$  può essere ricavato dal diagramma riportato in Figura 5.2, in funzione del massimo spostamento  $u_s$  che l'opera può tollerare senza riduzioni di resistenza.

Per  $u_s = 0$  si ha  $\beta = 1$ ;  $u_s \leq 0.005 \cdot H$



**Diagramma per la valutazione del coefficiente di spostamento  $\beta$ .**

L'accelerazione di picco  $a_{\max}$  è valutata mediante un'analisi di risposta sismica locale, ovvero come

$$a_{\max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad (5.9)$$

dove:

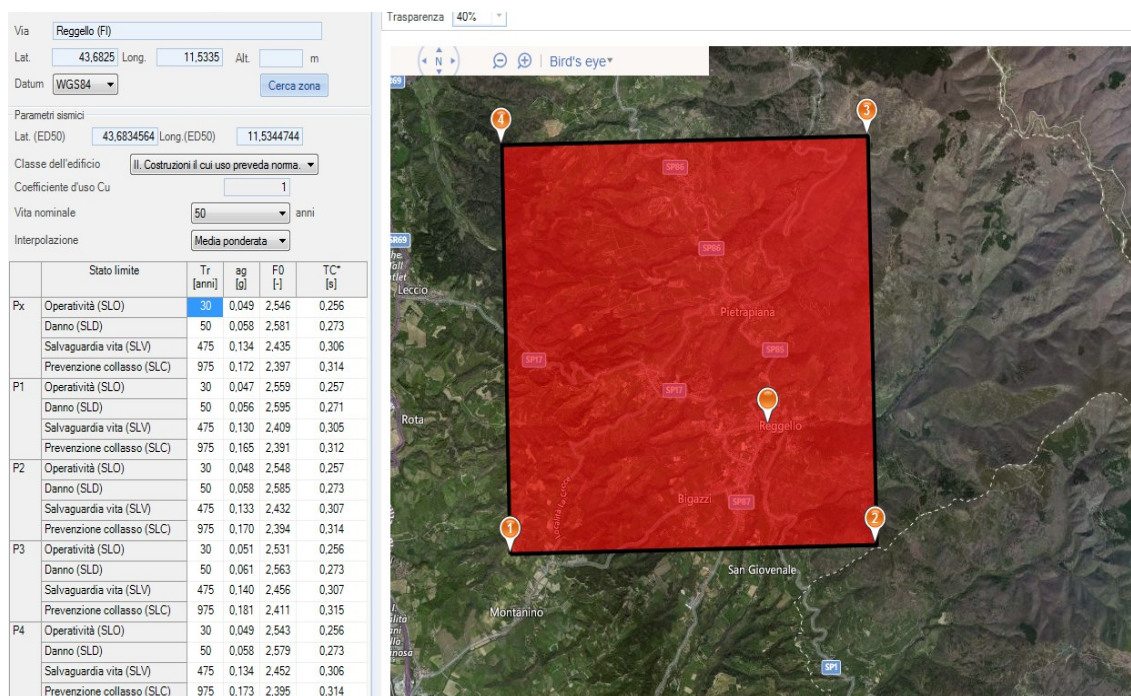
$S$  è il coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica ( $S_S$ ) e dell'amplificazione topografica ( $S_T$ ), di cui al § 3.2.3.2;

$a_g$  è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Se  $\alpha \cdot \beta \leq 0.2$  deve assumersi  $K_h = 0.2 \cdot a_{\max}/g$

## 12.5 VERIFICHE E APPROFONDIMENTI IN MERITO AGLI AREALI DELLE FRAZIONI DI STUDIO

REGGELLO - Capoluogo



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): 43,6825000 [°]  
 Longitudine (WGS84): 11,5334900 [°]  
 Latitudine (ED50): 43,6834600 [°]  
 Longitudine (ED50): 11,5344700 [°]

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	20506	43,667720	11,485780	4289,29
2	20507	43,668880	11,554880	2306,55
3	20285	43,718860	11,553270	4216,70
4	20284	43,717700	11,484180	5553,89

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	0,047	2,559	0,257
SLD	50	0,056	2,595	0,271
	72	0,063	2,610	0,280
	101	0,071	2,602	0,285
	140	0,079	2,620	0,290
	201	0,092	2,518	0,297
SLV	475	0,130	2,409	0,305
SLC	975	0,165	2,391	0,312
	2475	0,218	2,421	0,318

**Punto 2**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,048	2,548	0,257
SLD	50	0,058	2,585	0,273
	72	0,066	2,582	0,281
	101	0,074	2,590	0,285
	140	0,082	2,596	0,291
	201	0,096	2,530	0,298
SLV	475	0,133	2,432	0,307
SLC	975	0,170	2,394	0,314
	2475	0,224	2,426	0,321

**Punto 3**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,051	2,531	0,256
SLD	50	0,061	2,563	0,273
	72	0,070	2,546	0,280
	101	0,079	2,564	0,285
	140	0,089	2,544	0,291
	201	0,103	2,508	0,297
SLV	475	0,140	2,456	0,307
SLC	975	0,181	2,411	0,315
	2475	0,239	2,424	0,323

**Punto 4**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,049	2,543	0,256
SLD	50	0,058	2,579	0,273
	72	0,067	2,570	0,280
	101	0,075	2,580	0,284
	140	0,084	2,579	0,290
	201	0,097	2,527	0,297
SLV	475	0,134	2,452	0,306
SLC	975	0,173	2,395	0,314
	2475	0,228	2,414	0,322

**Punto d'indagine**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,049	2,546	0,256
SLD	50	0,058	2,581	0,273

SLV	475	0,134	2,435	0,306
SLC	975	0,172	2,397	0,314

### 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:

B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 maggiore di 50 nei terreni a grana grossa e  $cu_{30}$  maggiore di 250 kPa nei terreni a grana fine).

Categoria topografica:

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

### Coefficienti sismici per muri di sostegno

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,010	0,013	0,039	0,049
kv	0,005	0,006	0,019	0,025
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,571	0,684	1,579	2,021
Beta	0,180	0,180	0,240	0,240

### Coefficienti sismici per muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti

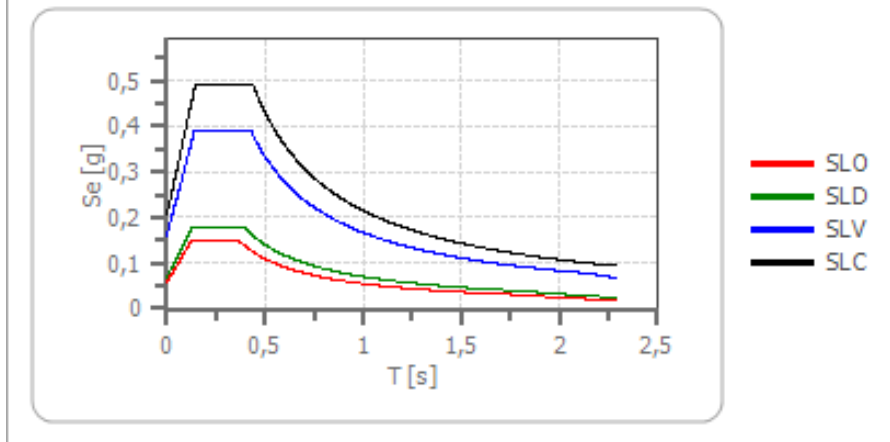
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,058	0,070	0,161	0,206
kv	0,029	0,035	0,081	0,103
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,571	0,684	1,579	2,021
Beta	1,000	1,000	1,000	1,000

### Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,012	0,014	0,039	0,049
kv	0,006	0,007	0,019	0,025
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,571	0,684	1,579	2,021
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

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

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



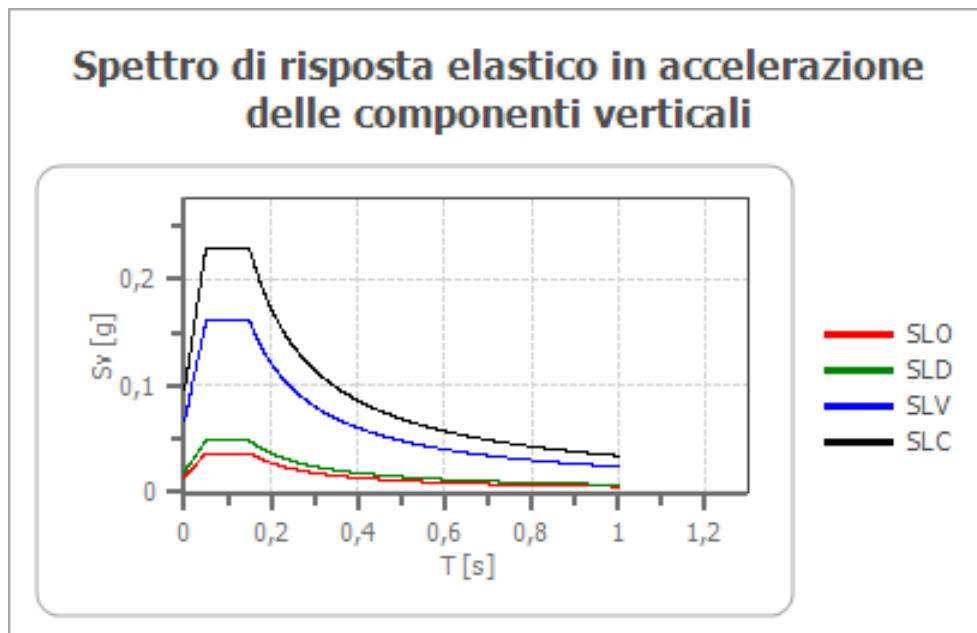
	cu	ag	F0	Tc*	Ss	Cc	St	S	$\eta$	TB	TC	TD	Se(0)	Se(TB)
		[g]	[-]	[s]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[s]	[s]	[s]	[g]	[g]
SLO	1,0	0,049	2,546	0,256	1,200	1,440	1,000	1,200	1,000	0,123	0,369	1,794	0,058	0,148
SLD	1,0	0,058	2,581	0,273	1,200	1,430	1,000	1,200	1,000	0,130	0,390	1,833	0,070	0,180
SLV	1,0	0,134	2,435	0,306	1,200	1,390	1,000	1,200	1,000	0,142	0,426	2,137	0,161	0,392
SLC	1,0	0,172	2,397	0,314	1,200	1,390	1,000	1,200	1,000	0,145	0,436	2,287	0,206	0,494

### 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

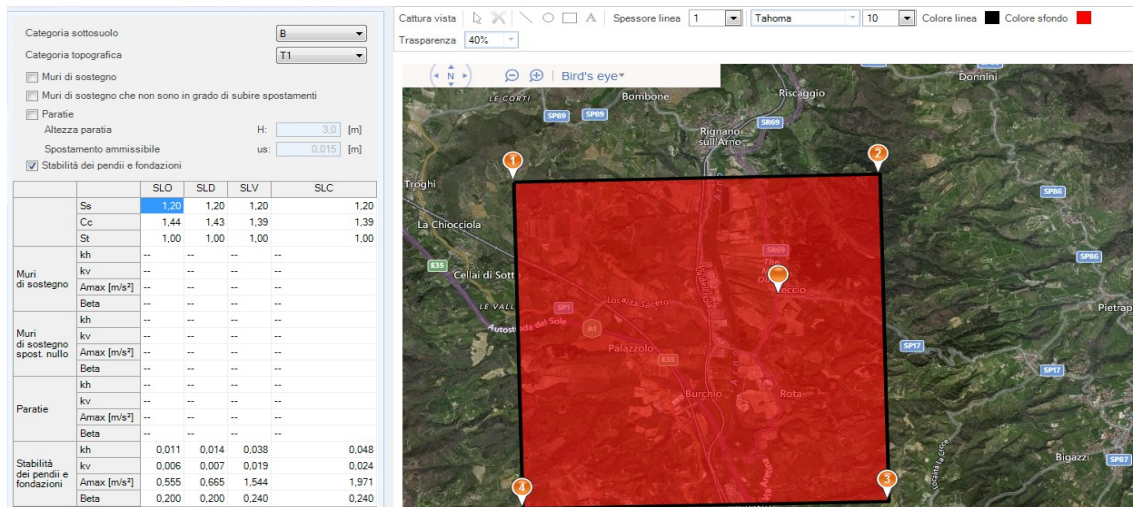
### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



	cu	ag	F0	Tc*	Ss	Cc	St	S	$\eta$	TB	TC	TD	Se(0)	Se(TB)
		[g]	[-]	[s]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[s]	[s]	[s]	[g]	[g]
SLO	1,0	0,049	2,546	0,256	1	1,440	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,014	0,037
SLD	1,0	0,058	2,581	0,273	1	1,430	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,019	0,049
SLV	1,0	0,134	2,435	0,306	1	1,390	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,066	0,162

SLC	1,0	0,172	2,397	0,314	1	1,390	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,096	0,230
-----	-----	-------	-------	-------	---	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

) **LECCIO**



**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): 43,6981300 [°]  
 Longitudine (WGS84): 11,4642000 [°]  
 Latitudine (ED50): 43,6990900 [°]  
 Longitudine (ED50): 11,4651800 [°]

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	20283	43,716500	11,415040	4470,88
2	20284	43,717700	11,484180	2572,12
3	20506	43,667720	11,485780	3861,55
4	20505	43,666510	11,416730	5319,80

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	0,047	2,554	0,256
SLD	50	0,056	2,589	0,270
	72	0,064	2,598	0,279
	101	0,072	2,594	0,284
	140	0,080	2,612	0,289
	201	0,094	2,501	0,296
SLV	475	0,132	2,403	0,304
SLC	975	0,167	2,388	0,312
	2475	0,220	2,421	0,318

**Punto 2**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,049	2,543	0,256
SLD	50	0,058	2,579	0,273
	72	0,067	2,570	0,280
	101	0,075	2,580	0,284
	140	0,084	2,579	0,290
	201	0,097	2,527	0,297
SLV	475	0,134	2,452	0,306
SLC	975	0,173	2,395	0,314
	2475	0,228	2,414	0,322

**Punto 3**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,047	2,559	0,257
SLD	50	0,056	2,595	0,271
	72	0,063	2,610	0,280
	101	0,071	2,602	0,285
	140	0,079	2,620	0,290
	201	0,092	2,518	0,297
SLV	475	0,130	2,409	0,305
SLC	975	0,165	2,391	0,312
	2475	0,218	2,421	0,318

**Punto 4**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,045	2,570	0,256
SLD	50	0,054	2,603	0,268
	72	0,061	2,632	0,278
	101	0,069	2,614	0,285
	140	0,076	2,628	0,289
	201	0,089	2,546	0,295
SLV	475	0,127	2,391	0,304
SLC	975	0,161	2,394	0,309
	2475	0,213	2,414	0,315

**Punto d'indagine**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,047	2,554	0,256



SLD	50	0,057	2,589	0,271
SLV	475	0,131	2,420	0,305
SLC	975	0,167	2,392	0,312

### 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:

B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 maggiore di 50 nei terreni a grana grossa e cu30 maggiore di 250 kPa nei terreni a grana fine).

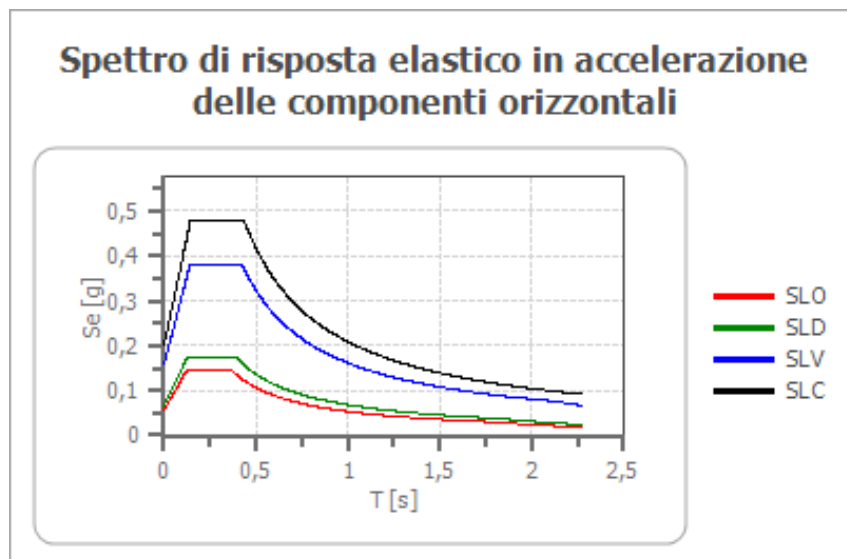
Categoria topografica:

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

### Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,011	0,014	0,038	0,048
kv	0,006	0,007	0,019	0,024
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,555	0,665	1,544	1,971
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

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



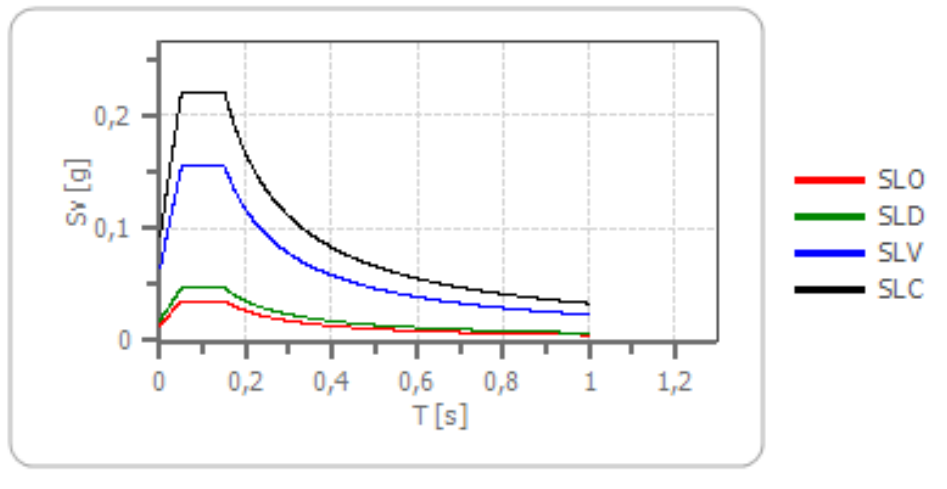
	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,0	0,047	2,554	0,256	1,200	1,440	1,000	1,200	1,000	0,123	0,369	1,789	0,057	0,145
SLD	1,0	0,057	2,589	0,271	1,200	1,430	1,000	1,200	1,000	0,129	0,387	1,826	0,068	0,176
SLV	1,0	0,131	2,420	0,305	1,200	1,390	1,000	1,200	1,000	0,141	0,424	2,125	0,157	0,381
SLC	1,0	0,167	2,392	0,312	1,200	1,390	1,000	1,200	1,000	0,145	0,434	2,270	0,201	0,481

### 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	0,047	2,554	0,256	1	1,440	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,014	0,035
SLD	1,0	0,057	2,589	0,271	1	1,430	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,018	0,047
SLV	1,0	0,131	2,420	0,305	1	1,390	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,064	0,155
SLC	1,0	0,167	2,392	0,312	1	1,390	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,093	0,221

### › MATASSINO

Categoria sottosuolo: E

Categoria topografica: T1

Muri di sostegno

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti

Paratie

Altezza paratia: H: 3.0 [m]

Spostamento ammissibile: us: 0.015 [m]

Stabilità dei pendii e fondazioni

	SLO	SLD	SLV	SLC
Muri di sostegno				
Ss	1.60	1.60	1.60	1.58
Cc	1.98	1.94	1.85	1.84
St	1.00	1.00	1.00	1.00
kh	0.013	0.016	0.049	0.061
kv	0.006	0.008	0.024	0.030
Amax [m/s²]	0.708	0.849	1.984	2.491
Beta	0.180	0.180	0.240	0.240
Muri di sostegno spost. nullo				
kh	0.072	0.087	0.202	0.254
kv	0.036	0.043	0.101	0.127
Amax [m/s²]	0.708	0.849	1.984	2.491
Beta	1.000	1.000	1.000	1.000
kh	0.047	0.056	0.132	0.165
kv	--	--	--	--
Paratie				
Amax [m/s²]	0.708	0.849	1.984	2.491
Beta	0.650	0.650	0.650	0.650
kh	0.014	0.017	0.049	0.061
kv	0.007	0.009	0.024	0.030
Amax [m/s²]	0.708	0.849	1.984	2.491
Beta	0.200	0.200	0.240	0.240

Cattura vista:

Spessore linea: 1 | Tahoma | 10 | Colore linea: ■ | Colore sfondo: ■

Trasparenza: 40%

### 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): 43,6291600 [°]  
 Longitudine (WGS84): 11,4767600 [°]  
 Latitudine (ED50): 43,6301200 [°]  
 Longitudine (ED50): 11,4777400 [°]

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	20727	43,616530	11,418400	5009,74
2	20728	43,617730	11,487400	1581,50
3	20506	43,667720	11,485780	4231,16
4	20505	43,666510	11,416730	6361,99

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	2,585	0,255
SLD	50	0,053	2,611	0,267
	72	0,059	2,640	0,278
	101	0,066	2,628	0,285
	140	0,074	2,637	0,288
	201	0,086	2,574	0,294
SLV	475	0,124	2,390	0,299
SLC	975	0,158	2,399	0,306
	2475	0,209	2,412	0,313

#### Punto 2

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,045	2,574	0,257
SLD	50	0,054	2,608	0,269
	72	0,060	2,640	0,279
	101	0,068	2,621	0,285
	140	0,076	2,635	0,289
	201	0,088	2,559	0,295
SLV	475	0,126	2,396	0,304
SLC	975	0,160	2,401	0,309
	2475	0,212	2,415	0,315

### Punto 3

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,047	2,559	0,257
SLD	50	0,056	2,595	0,271
	72	0,063	2,610	0,280
	101	0,071	2,602	0,285
	140	0,079	2,620	0,290
	201	0,092	2,518	0,297
SLV	475	0,130	2,409	0,305
SLC	975	0,165	2,391	0,312
	2475	0,218	2,421	0,318

### Punto 4

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,045	2,570	0,256
SLD	50	0,054	2,603	0,268
	72	0,061	2,632	0,278
	101	0,069	2,614	0,285
	140	0,076	2,628	0,289
	201	0,089	2,546	0,295
SLV	475	0,127	2,391	0,304
SLC	975	0,161	2,394	0,309
	2475	0,213	2,414	0,315

### Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,045	2,573	0,256
SLD	50	0,054	2,605	0,269
SLV	475	0,126	2,397	0,303
SLC	975	0,161	2,398	0,309

### 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:

E: Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con  $V_s$  maggiore di 800m/s)

Categoria topografica:

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

### Coefficienti sismici per muri di sostegno

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,013	0,016	0,049	0,061
kv	0,006	0,008	0,024	0,030
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,708	0,849	1,984	2,491
Beta	0,180	0,180	0,240	0,240

### Coefficienti sismici per muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti

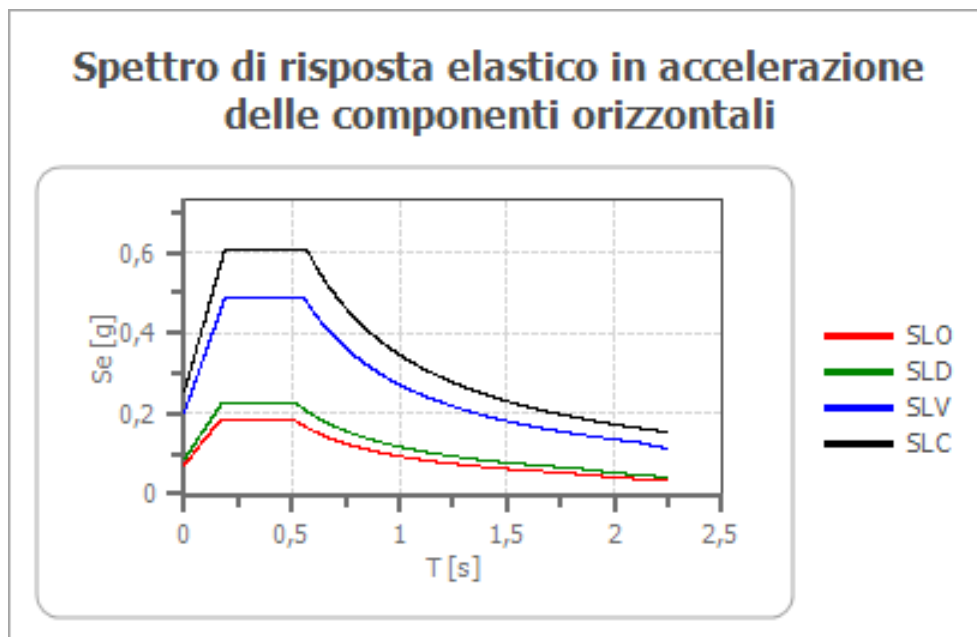
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
--------------	-----	-----	-----	-----

kh	0,072	0,087	0,202	0,254
kv	0,036	0,043	0,101	0,127
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,708	0,849	1,984	2,491
Beta	1,000	1,000	1,000	1,000

#### Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,014	0,017	0,049	0,061
kv	0,007	0,009	0,024	0,030
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,708	0,849	1,984	2,491
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

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



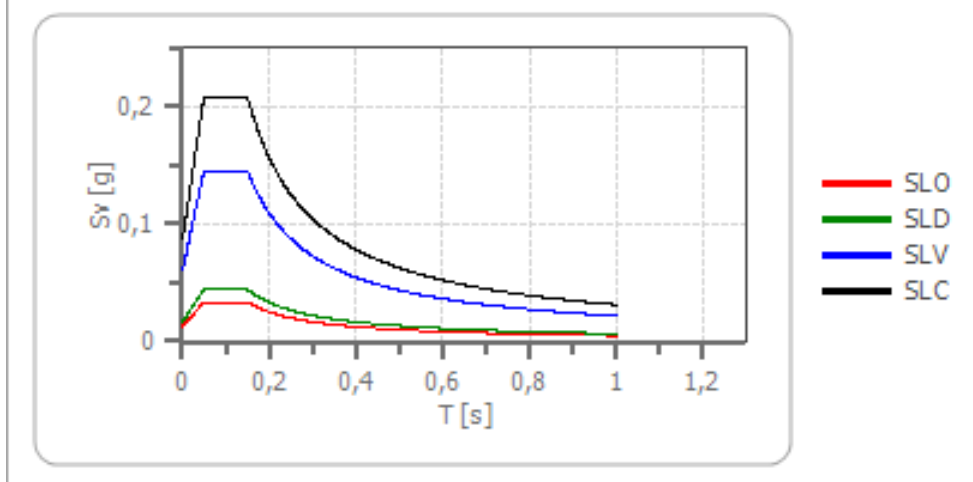
	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,0	0,045	2,573	0,256	1,600	1,980	1,000	1,600	1,000	0,169	0,507	1,780	0,072	0,186
SLD	1,0	0,054	2,605	0,269	1,600	1,940	1,000	1,600	1,000	0,174	0,522	1,816	0,087	0,225
SLV	1,0	0,126	2,397	0,303	1,600	1,850	1,000	1,600	1,000	0,187	0,561	2,106	0,202	0,485
SLC	1,0	0,161	2,398	0,309	1,580	1,840	1,000	1,580	1,000	0,189	0,568	2,243	0,254	0,609

#### 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	0,045	2,573	0,256	1	1,980	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,013	0,033
SLD	1,0	0,054	2,605	0,269	1	1,940	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,017	0,044
SLV	1,0	0,126	2,397	0,303	1	1,850	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,061	0,145
SLC	1,0	0,161	2,398	0,309	1	1,840	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,087	0,209

### 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): 43,6650500 [°]  
 Longitudine (WGS84): 11,4597700 [°]  
 Latitudine (ED50): 43,6660100 [°]  
 Longitudine (ED50): 11,4607500 [°]

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	20505	43,666510	11,416730	3541,02
2	20506	43,667720	11,485780	2022,40
3	20728	43,617730	11,487400	5781,21
4	20727	43,616530	11,418400	6471,91

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	0,045	2,570	0,256
SLD	50	0,054	2,603	0,268
	72	0,061	2,632	0,278
	101	0,069	2,614	0,285
	140	0,076	2,628	0,289
	201	0,089	2,546	0,295
SLV	475	0,127	2,391	0,304
SLC	975	0,161	2,394	0,309
	2475	0,213	2,414	0,315

**Punto 2**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,047	2,559	0,257
SLD	50	0,056	2,595	0,271
	72	0,063	2,610	0,280
	101	0,071	2,602	0,285
	140	0,079	2,620	0,290
	201	0,092	2,518	0,297
SLV	475	0,130	2,409	0,305
SLC	975	0,165	2,391	0,312
	2475	0,218	2,421	0,318

**Punto 3**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,045	2,574	0,257
SLD	50	0,054	2,608	0,269
	72	0,060	2,640	0,279
	101	0,068	2,621	0,285
	140	0,076	2,635	0,289
	201	0,088	2,559	0,295
SLV	475	0,126	2,396	0,304
SLC	975	0,160	2,401	0,309
	2475	0,212	2,415	0,315

**Punto 4**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,044	2,585	0,255
SLD	50	0,053	2,611	0,267
	72	0,059	2,640	0,278
	101	0,066	2,628	0,285
	140	0,074	2,637	0,288
	201	0,086	2,574	0,294
SLV	475	0,124	2,390	0,299
SLC	975	0,158	2,399	0,306
	2475	0,209	2,412	0,313

### Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,046	2,568	0,256
SLD	50	0,055	2,601	0,269
SLV	475	0,128	2,400	0,303
SLC	975	0,162	2,394	0,310

### 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: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero NSPT30 compreso tra 15 e 50 nei terreni a grana grossa  $c_{u30}$  compreso tra 70 e 250 kPa nei terreni a grana fina).

Categoria topografica:

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

### Coefficienti sismici per muri di sostegno

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,012	0,015	0,046	0,057
kv	0,006	0,007	0,023	0,029
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,670	0,803	1,878	2,338
Beta	0,180	0,180	0,240	0,240

### Coefficienti sismici per muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti

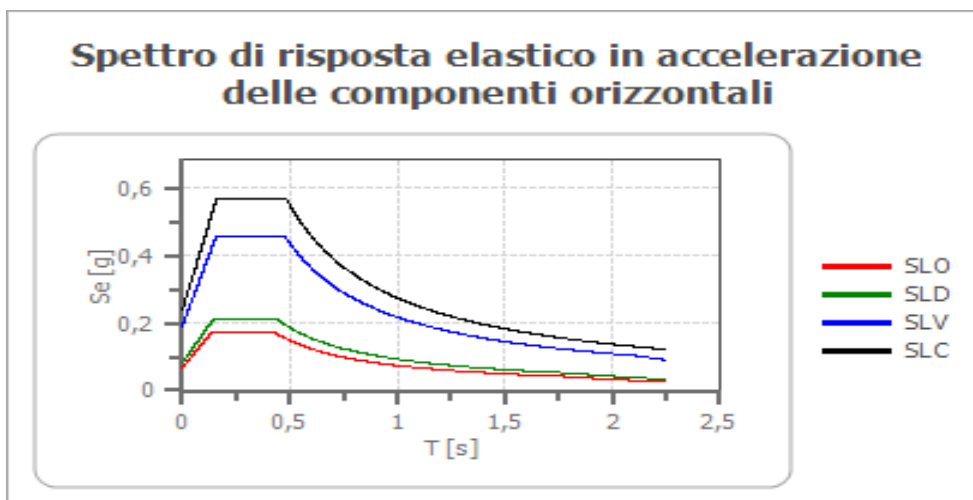
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,068	0,082	0,191	0,238
kv	0,034	0,041	0,096	0,119
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,670	0,803	1,878	2,338
Beta	1,000	1,000	1,000	1,000

### Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,014	0,016	0,046	0,057
kv	0,007	0,008	0,023	0,029
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,670	0,803	1,878	2,338
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240



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

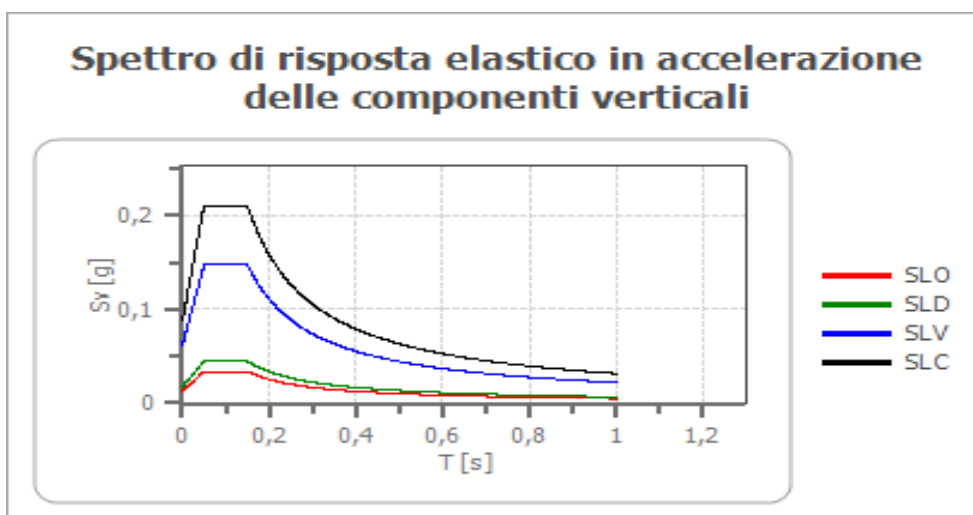


	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,0	0,046	2,568	0,256	1,500	1,650	1,000	1,500	1,000	0,141	0,423	1,782	0,068	0,175
SLD	1,0	0,055	2,601	0,269	1,500	1,620	1,000	1,500	1,000	0,145	0,436	1,818	0,082	0,213
SLV	1,0	0,128	2,400	0,303	1,500	1,560	1,000	1,500	1,000	0,158	0,473	2,111	0,191	0,459
SLC	1,0	0,162	2,394	0,310	1,470	1,550	1,000	1,470	1,000	0,160	0,481	2,249	0,238	0,571

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

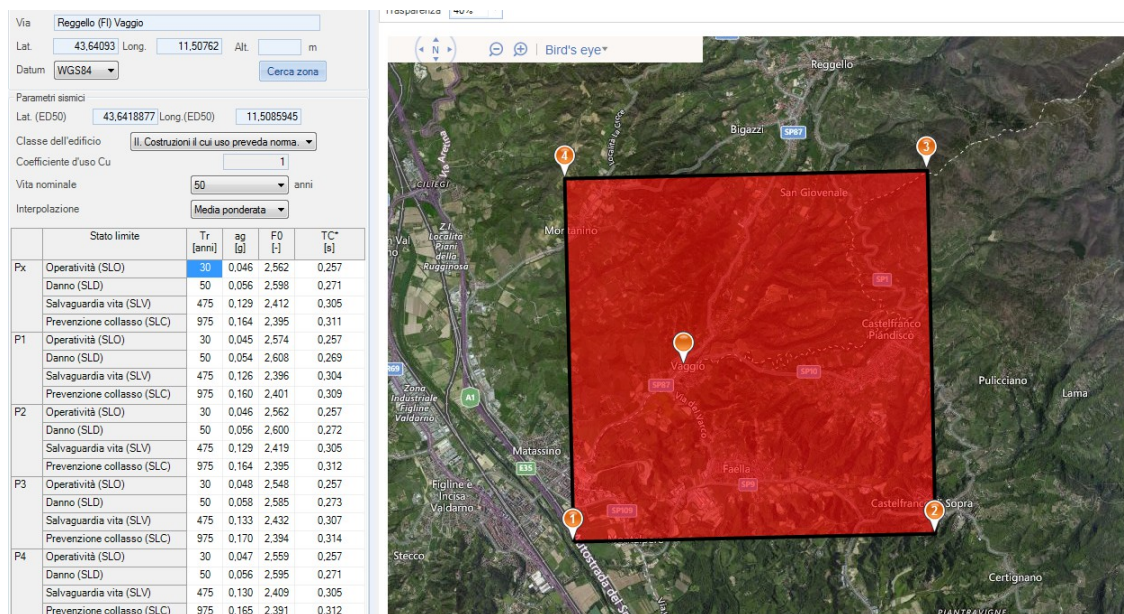
Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 5%

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	0,046	2,568	0,256	1	1,650	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,013	0,034
SLD	1,0	0,055	2,601	0,269	1	1,620	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,017	0,045
SLV	1,0	0,128	2,400	0,303	1	1,560	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,062	0,148
SLC	1,0	0,162	2,394	0,310	1	1,550	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,088	0,211

## )} VAGGIO



### 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): 43,6409300 [°]

Longitudine (WGS84): 11,5076200 [°]

Latitudine (ED50): 43,6418900 [°]

Longitudine (ED50): 11,5085900 [°]

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	20728	43,617730	11,487400	3182,07
2	20729	43,618890	11,556460	4623,88
3	20507	43,668880	11,554880	4782,70
4	20506	43,667720	11,485780	3408,77

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	0,045	2,574	0,257
SLD	50	0,054	2,608	0,269
	72	0,060	2,640	0,279
	101	0,068	2,621	0,285
	140	0,076	2,635	0,289
	201	0,088	2,559	0,295
SLV	475	0,126	2,396	0,304
SLC	975	0,160	2,401	0,309
	2475	0,212	2,415	0,315

**Punto 2**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,046	2,562	0,257
SLD	50	0,056	2,600	0,272
	72	0,063	2,618	0,280
	101	0,070	2,610	0,286
	140	0,078	2,628	0,291
	201	0,091	2,536	0,298
SLV	475	0,129	2,419	0,305
SLC	975	0,164	2,395	0,312
	2475	0,216	2,424	0,318

**Punto 3**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,048	2,548	0,257
SLD	50	0,058	2,585	0,273
	72	0,066	2,582	0,281
	101	0,074	2,590	0,285
	140	0,082	2,596	0,291
	201	0,096	2,530	0,298
SLV	475	0,133	2,432	0,307
SLC	975	0,170	2,394	0,314
	2475	0,224	2,426	0,321

**Punto 4**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,047	2,559	0,257
SLD	50	0,056	2,595	0,271
	72	0,063	2,610	0,280
	101	0,071	2,602	0,285
	140	0,079	2,620	0,290
	201	0,092	2,518	0,297
SLV	475	0,130	2,409	0,305
SLC	975	0,165	2,391	0,312
	2475	0,218	2,421	0,318

**Punto d'indagine**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,046	2,562	0,257
SLD	50	0,056	2,598	0,271

SLV	475	0,129	2,412	0,305
SLC	975	0,164	2,395	0,311

### 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:

B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 maggiore di 50 nei terreni a grana grossa e cu30 maggiore di 250 kPa nei terreni a grana fine).

Categoria topografica:

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

### Coefficienti sismici per muri di sostegno

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,010	0,012	0,037	0,047
kv	0,005	0,006	0,019	0,024
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,546	0,654	1,518	1,933
Beta	0,180	0,180	0,240	0,240

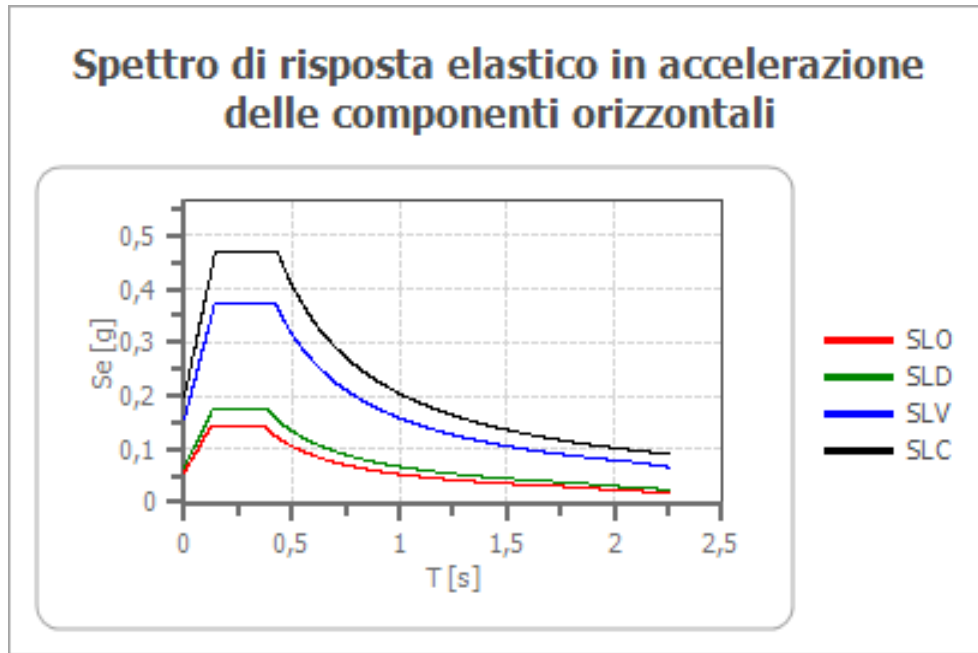
### Coefficienti sismici per muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,056	0,067	0,155	0,197
kv	0,028	0,033	0,077	0,099
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,546	0,654	1,518	1,933
Beta	1,000	1,000	1,000	1,000

### Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,011	0,013	0,037	0,047
kv	0,006	0,007	0,019	0,024
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,546	0,654	1,518	1,933
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

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

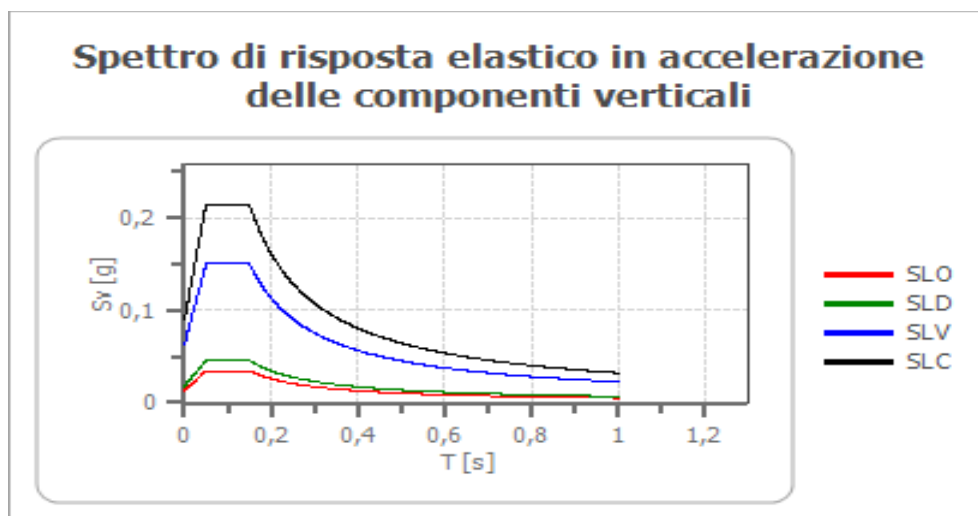


	cu	ag	F0	Tc*	Ss	Cc	St	S	η	TB	TC	TD	Se(0)	Se(TB)
		[g]	[-]	[s]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[s]	[s]	[s]	[g]	[g]
SLO	1,0	0,046	2,562	0,257	1,200	1,440	1,000	1,200	1,000	0,123	0,370	1,786	0,056	0,143
SLD	1,0	0,056	2,598	0,271	1,200	1,430	1,000	1,200	1,000	0,129	0,387	1,822	0,067	0,173
SLV	1,0	0,129	2,412	0,305	1,200	1,390	1,000	1,200	1,000	0,141	0,424	2,116	0,155	0,373
SLC	1,0	0,164	2,395	0,311	1,200	1,390	1,000	1,200	1,000	0,144	0,433	2,257	0,197	0,472

**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	F0	Tc*	Ss	Cc	St	S	η	TB	TC	TD	Se(0)	Se(TB)
		[g]	[-]	[s]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[s]	[s]	[s]	[g]	[g]
SLO	1,0	0,046	2,562	0,257	1	1,440	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,013	0,035
SLD	1,0	0,056	2,598	0,271	1	1,430	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,018	0,046



**Punto 1**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,047	2,554	0,256
SLD	50	0,056	2,589	0,270
	72	0,064	2,598	0,279
	101	0,072	2,594	0,284
	140	0,080	2,612	0,289
	201	0,094	2,501	0,296
SLV	475	0,132	2,403	0,304
SLC	975	0,167	2,388	0,312
	2475	0,220	2,421	0,318

**Punto 2**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,049	2,543	0,256
SLD	50	0,058	2,579	0,273
	72	0,067	2,570	0,280
	101	0,075	2,580	0,284
	140	0,084	2,579	0,290
	201	0,097	2,527	0,297
SLV	475	0,134	2,452	0,306
SLC	975	0,173	2,395	0,314
	2475	0,228	2,414	0,322

**Punto 3**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,052	2,524	0,256
SLD	50	0,062	2,547	0,272
	72	0,072	2,533	0,279
	101	0,081	2,546	0,284
	140	0,092	2,529	0,289
	201	0,107	2,470	0,294
SLV	475	0,146	2,431	0,306
SLC	975	0,186	2,407	0,315
	2475	0,246	2,422	0,322

**Punto 4**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,049	2,537	0,255
SLD	50	0,059	2,574	0,272
	72	0,068	2,556	0,279
	101	0,077	2,570	0,284
	140	0,086	2,560	0,290
	201	0,099	2,523	0,296
SLV	475	0,135	2,467	0,306
SLC	975	0,176	2,399	0,313
	2475	0,233	2,406	0,324

**Punto d'indagine**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
--------------	--------------	-----------	-----------	------------



SLO	30	0,049	2,542	0,256
SLD	50	0,059	2,576	0,272
SLV	475	0,135	2,438	0,305
SLC	975	0,174	2,396	0,313

### 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:

E: Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con  $V_s$  maggiore di 800m/s)

Categoria topografica:

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

### Coefficienti sismici per muri di sostegno

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,014	0,017	0,052	0,064
kv	0,007	0,008	0,026	0,032
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,765	0,919	2,126	2,623
Beta	0,180	0,180	0,240	0,240

### Coefficienti sismici per muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,078	0,094	0,217	0,267
kv	0,039	0,047	0,108	0,134
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,765	0,919	2,126	2,623
Beta	1,000	1,000	1,000	1,000

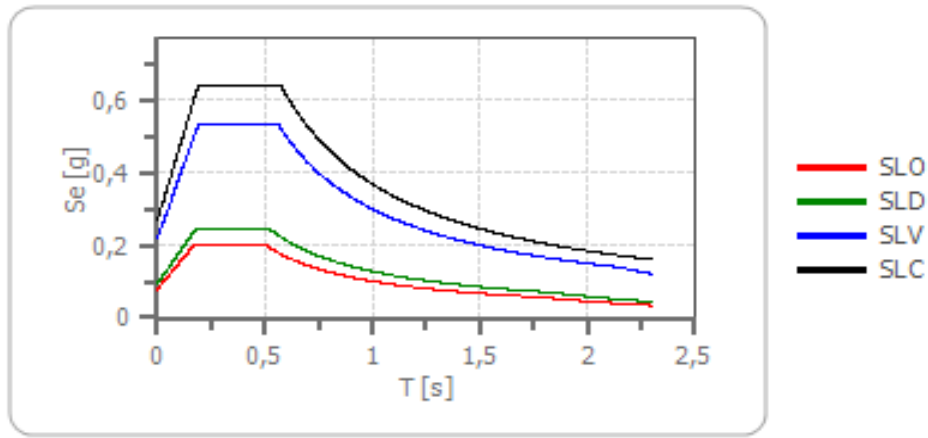
### Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,016	0,019	0,052	0,064
kv	0,008	0,009	0,026	0,032
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,765	0,919	2,126	2,623
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

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



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



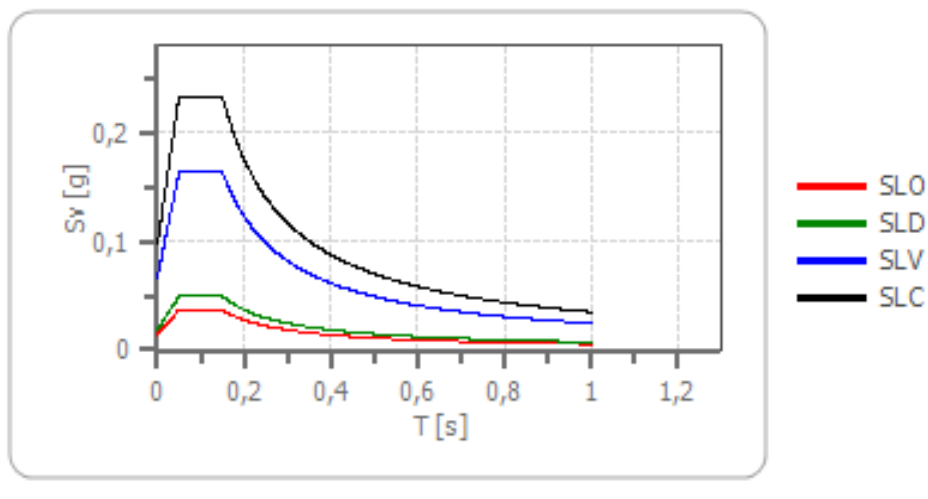
	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,0	0,049	2,542	0,256	1,600	1,980	1,000	1,600	1,000	0,169	0,506	1,795	0,078	0,198
SLD	1,0	0,059	2,576	0,272	1,600	1,940	1,000	1,600	1,000	0,176	0,527	1,834	0,094	0,241
SLV	1,0	0,135	2,438	0,305	1,600	1,850	1,000	1,600	1,000	0,188	0,565	2,142	0,217	0,528
SLC	1,0	0,174	2,396	0,313	1,540	1,830	1,000	1,540	1,000	0,191	0,573	2,295	0,267	0,641

### 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



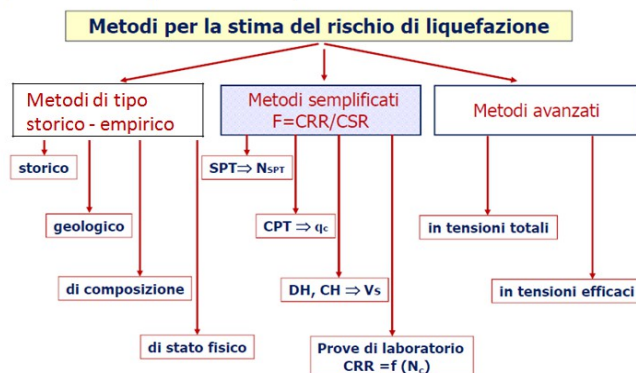
	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,0	0,049	2,542	0,256	1	1,980	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,015	0,037
SLD	1,0	0,059	2,576	0,272	1	1,940	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,019	0,049
SLV	1,0	0,135	2,438	0,305	1	1,850	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,067	0,164
SLC	1,0	0,174	2,396	0,313	1	1,830	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,098	0,234

## 12.6 VERIFICA A LIQUEFAZIONE

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.



Assumendo per la stima del rischio di liquefazione i **metodi semplificati**, tra questi si privilegia quello basato sui risultati delle prove CPT, ossia un Metodo semplificato/quantitativo di tipo semi/empirico utilizzando il **Metodo di Robertson e Wride (1997)**.

Si utilizzano nel caso di specie i risultati di prove penetrometriche statiche meccaniche (CPTm), le uniche rinvenute negli archivi comunali. Sebbene sia invalso nel nostro Paese l'uso del penetrometro elettrico (CPTe), non avendo dati derivati da tale prova, si applicano le procedure delle stesse alle (CPTm). Nel caso esaminato, tuttavia, la valutazione del potenziale di liquefazione sismica, generalmente sottostimata rispetto alle CPTe, appare molto verosimilmente realistica, specie nell'ambito della prima decina di metri di profondità.

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:

$$I_c = \left[ (3,47 - \log_{10} Q)^2 + (\log_{10} R_f + 1,22)^2 \right]^{0,5} \quad (5.0a)$$

$$Q = \frac{q_c - \sigma_{vo}}{Pa} \left( \frac{Pa}{\sigma'_{vo}} \right)^n \quad (5.0b)$$

$$R_f = \frac{f_s}{q_c - \sigma_{vo}} 100 \quad (5.0c)$$

dove:

$q_c$  è la resistenza alla punta misurata

$P_a$  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:

$$q_{c1N} = \frac{q_c}{P_a} \left( \frac{P_a}{\sigma'_{vo}} \right)^n \quad (5.1)$$

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

$$(q_{c1N})_{cs} = K_c q_{c1N} \quad (5.2a)$$

$$K_c = -0,403 I_c^4 + 5,581 I_c^3 - 21,63 I_c^2 + 33,75 I_c - 17,88 \quad (5.2b)$$

#### Robertson e Wride modificato

$$(q_{c1N})_{cs} = q_{c1N} + \Delta q_{c1N} \quad (5.3a)$$

$$\Delta q_{c1N} = \frac{K_c}{1 - K_c} q_{c1N} \quad (5.3b)$$

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

$$K_c = 0 \quad \text{per } FC \leq 5$$

$$K_c = 0,0267(FC - 5) \quad \text{per } 5 < FC \leq 35$$

$$K_c = 0,8 \quad \text{per } FC > 35$$

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

$$FC (\%) = 1,75 (I_c)^{3,25} - 3,7 \quad (5.4)$$

La resistenza alla liquefazione per una magnitudo pari a 7,5 (**CRR7,5**) si calcola con le espressioni seguenti:  
se  $(q_{c1N})_{cs} < 50$

$$CRR = 0,833 \left[ \frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000} \right] + 0,05 \quad (5.5)$$

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

$$CRR = 93 \left[ \frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000} \right]^3 + 0,08 \quad (5.6)$$

Il Rapporto di Tensione Ciclica per eventi sismici di magnitudo 7,5 (**CSR7,5**) si determina dalla seguente espressione:

$$\frac{\tau_{av}}{\sigma_{vo}} = CSR_{7,5} = 0,65 \frac{a_g}{g} \frac{\sigma_{vo}}{\sigma_{vo}} r_d \quad (5.7)$$

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

$$CSR = \frac{CSR_{7,5}}{MSF} \quad (5.8)$$

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

*Fattore di scala della magnitudo derivato da diversi ricercatori*

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

per  $z < 9,15$  m

$$r_d = 1,0 - 0,00765 z \quad (5.9)$$

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

$$r_d = 1,174 - 0,00267 z \quad (5.10)$$

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

$$FS = \frac{CRR}{CSR} \quad (5.11)$$

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

Vengono di seguito riportate le verifiche eseguite per ciascuna frazione di interesse degli studi di microzonazione prendendo in esame i settori laddove vi è la presenza nel sottosuolo di terreni potenzialmente liquefacibili e specifiche indagini geognostiche di riferimento (prove penetrometriche Cpt).

### Reggello capoluogo

Prova di riferimento: 35\_CPT

Fattore sicurezza normativa 1.25

Profondità falda idrica 1 m

#### DATI SIMICI

Accelerazione Bedrock 0.15

Tipo Suolo: B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 maggiore di 50 nei terreni a grana grossa e cu30 maggiore di 250 kPa nei terreni a grana fine).

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

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS) 1.2

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico (Mw) 5.65

Peak ground acceleration (PGA) 0.1575

#### 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)	D50 granuli (mm)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1	0.4	0.6	19.5	21.5	0	0	5393	147	0
2	0.6	1.2	19	21	0	0	1797.55	58.84	0

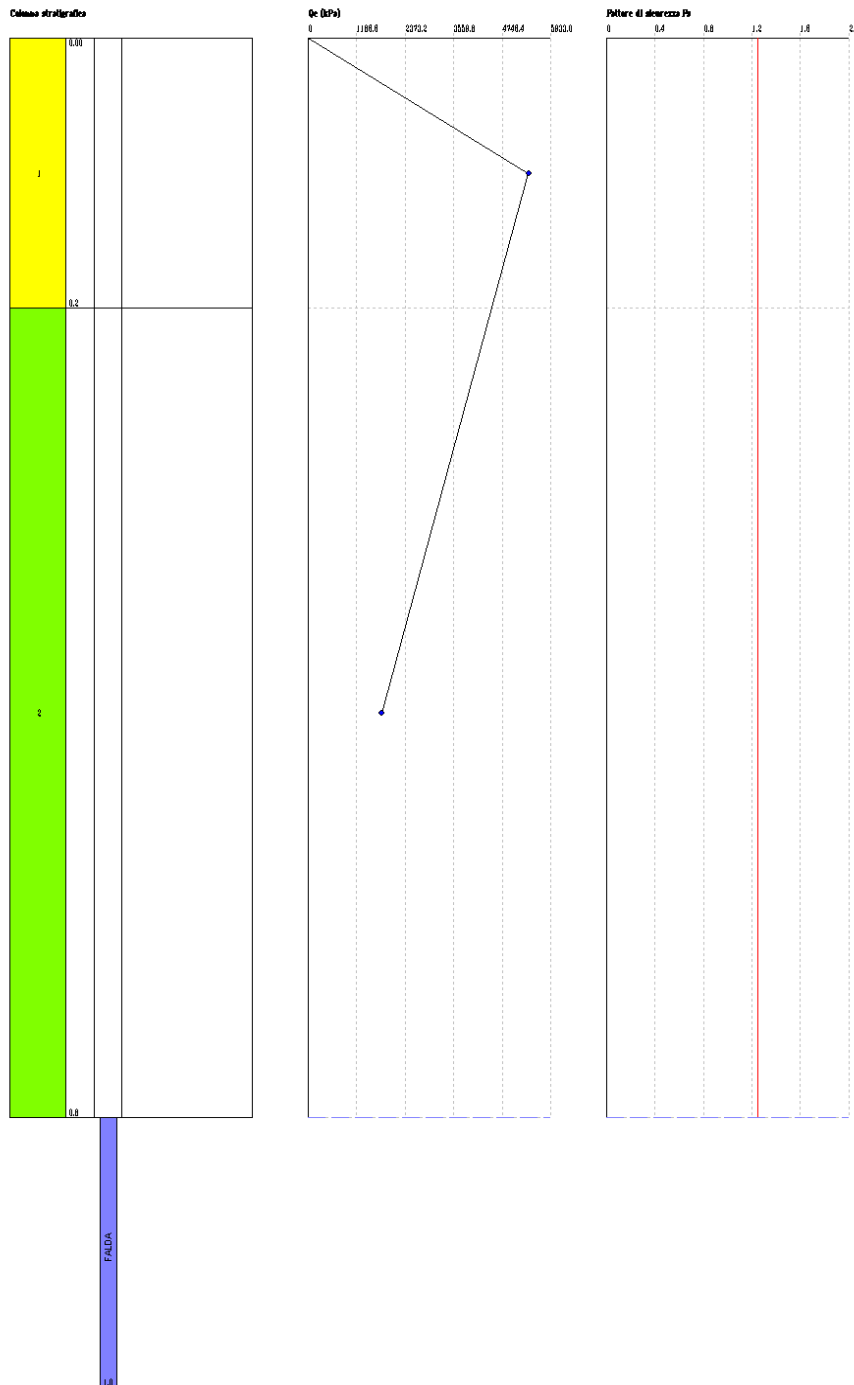
Correzione per la magnitudo (MSF) 1.62

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Resistenza alla punta normalizzata Q	Attrito laterale normalizzato F(%)	Indice di comportamento Ic	Correzione per la pressione litostatica efficace $r_{fs}$	Resistenza alla punta corretta q <sub>cl</sub> (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio
1.20	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Si	11.64	Alto

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

<PIE1.01>  
 <PIE1.02>  
 <PIE1.03>  
 <PIE1.04>

1/4



Per il settore in esame viene di seguito riportata anche la valutazione qualitativa del potenziale di liquefazione desunto dall'analisi delle prove dinamiche S.p.t. eseguite nell'area di interesse durante l'esecuzione di sondaggi geognostici.

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE			
(da prove dinamiche SPT)			
Metodo semplificato			
Metodo di Youd e Idris (2001)			
<b>PARAMETRI:</b>			
$\gamma$	=	1,85	g/cm <sup>3</sup>
$\sigma_{vo}$	=	2,59	kg/cm <sup>2</sup>
$\sigma'_{vo}$	=	1,34	kg/cm <sup>2</sup>
profondità dello strato	=	1400	cm
$N_{SPT}$	=	45	
profondità falda	=	150	cm
$\gamma_{H_2O}$	=	1,0	g/cm <sup>3</sup>
Pressione neutra	=	1,3	kg/cm <sup>2</sup>
$z$	=	14	m
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <p>R= Resistenza al taglio mobilitata</p> <p>T= Sforzo di taglio indotto dal sisma</p> </div> </div>			
<b>FORMULE:</b>		<b>RISULTATI:</b>	
$N_a$	=	$N_{SPT} \cdot (1,7 / (\sigma_{vo} + 0,7)) + N_r$	= 37,50000000 $N_a$
$N_r$	=	0	
$R$	=	$0,2565 \cdot [0,16 \cdot R_{ad} Q N_a + (0,2133 \cdot R_{ad} Q)]$	= 8,928452957 $R$
$T$	=	$0,65 \cdot ((a_{max}/g) \cdot (\sigma_{vo}/\sigma'_{vo})) \cdot r_d$	= 0,168268338 $T$
$a_{max}/g$	=	0,15	
$r_d$	=	0,8929	
$F_s = R/T$	>	1,3 Sabbie sciolte	= 53,06080205 <b>Verificato <math>F_s</math></b>
	>	1,5 Sabbie mediamente addensate	<b>Verificato <math>F_s</math></b>

La prova risulta verificata.

### Leccio – loc. Casaccia

Prova di riferimento: 21\_CPT

Fattore sicurezza normativa 1.25

Profondità falda idrica 3.0 m

#### DATI SISMICI

Accelerazione Bedrock 0.15

Tipo Suolo: B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero  $NSPT_{30}$  maggiore di 50 nei terreni a grana grossa e  $cu_{30}$  maggiore di 250 kPa nei terreni a grana fine).

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

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS) 1.2

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico (Mw) 5.65

Peak ground acceleration (PGA) 0.1546

#### PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturo (KN/mc)	Numero colpi medio ( $N_{spt}$ )	D50 granuli (mm)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza attrito laterale $f_s$ (KPa)	Velocità onde di taglio $V_s$ (m/s)
1	0.8	2	19	21	0	0	1241.62	59	0
2	2	2.4	19	21	0	0	490	46.1	0
3	2.4	3.6	19	21	0	0	980.7	49	0
4	3.6	5	19.5	21.5	0	0	2794.9	150	0
5	5	9.6	20	22	0	0	3857	294	0

Correzione per la magnitudo (MSF)

1.62

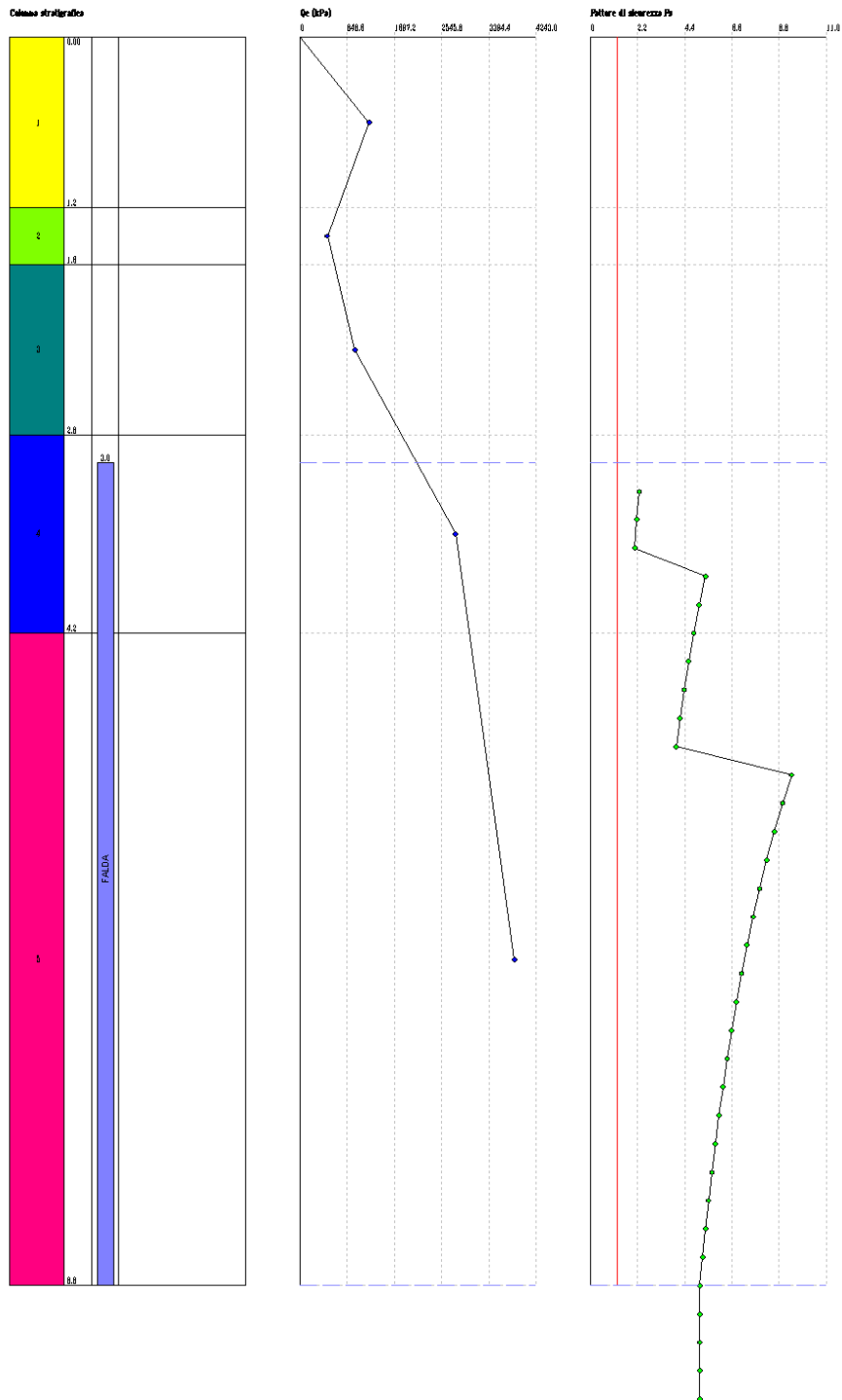
Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale $\sigma'_{vD}$	Pressione verticale effettiva $\sigma'_{vD}$	Resistenza alla punta normalizzata $q_n$	Attrito laterale normalizzato $F_{oD}$	Indice di comportamento $I_c$	Correzione per la pressione litostatica $a_{f,msf}$	Resistenza alla punta corretta q <sub>c</sub> $\sigma'_{vD}$	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione $\sigma'_{vD}$	Sforzo di taglio normalizzato $\tau'_{sp}$	Coefficiente di sicurezza $F_s$	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio
3.20	61.40	59.439	15.466	5.330	2.998	1.6824	110.99	0.976	0.207	0.091	2.281	No	0	Molto basso
3.40	65.700	61.777	14.811	5.355	3.014	1.6187	109.57	0.974	0.202	0.093	2.167	No	0	Molto basso
3.60	70.000	64.116	14.204	5.380	3.029	1.5596	108.24	0.972	0.198	0.096	2.068	No	0	Molto basso
3.80	74.300	66.455	40.939	5.513	2.702	1.5047	168.56	0.971	0.525	0.098	5.369	No	0	Molto basso
4.00	78.600	68.793	39.485	5.522	2.713	1.4536	166.22	0.969	0.507	0.100	5.079	No	0	Molto basso
4.20	82.900	71.132	38.126	5.531	2.724	1.4058	164.00	0.968	0.490	0.102	4.821	No	0	Molto basso
4.40	87.300	73.571	36.803	5.540	2.735	1.3592	161.80	0.966	0.474	0.103	4.585	No	0	Molto basso
4.60	91.700	76.009	35.564	5.549	2.746	1.3156	159.71	0.965	0.459	0.105	4.374	No	0	Molto basso
4.80	96.100	78.448	34.402	5.558	2.757	1.2747	157.73	0.963	0.445	0.106	4.183	No	0	Molto basso
5.00	100.50	80.887	33.311	5.567	2.767	1.2362	155.84	0.962	0.432	0.108	4.011	No	0	Molto basso
5.20	104.90	83.325	45.030	7.836	2.787	1.2001	216.50	0.960	1.024	0.109	9.395	No	0	Molto basso
5.40	109.30	85.764	43.698	7.845	2.796	1.1659	213.70	0.959	0.988	0.110	8.968	No	0	Molto basso
5.60	113.70	88.203	42.440	7.854	2.805	1.1337	211.03	0.957	0.954	0.111	8.578	No	0	Molto basso
5.80	118.10	90.641	41.249	7.863	2.813	1.1032	208.47	0.956	0.923	0.112	8.221	No	0	Molto basso
6.00	122.50	93.080	40.121	7.873	2.822	1.0743	206.03	0.954	0.893	0.113	7.892	No	0	Molto basso
6.20	126.90	95.519	39.051	7.882	2.830	1.0469	203.68	0.953	0.866	0.114	7.590	No	0	Molto basso
6.40	131.30	97.957	38.034	7.891	2.838	1.0208	201.42	0.951	0.840	0.115	7.310	No	0	Molto basso
6.60	135.70	100.39	37.066	7.900	2.846	0.9960	199.25	0.950	0.816	0.116	7.051	No	0	Molto basso
6.80	140.10	102.83	36.144	7.910	2.853	0.9724	197.16	0.948	0.793	0.116	6.810	No	0	Molto basso
7.00	144.50	105.27	35.265	7.919	2.861	0.9499	195.15	0.946	0.771	0.117	6.586	No	0	Molto basso
7.20	148.90	107.71	34.426	7.929	2.868	0.9284	193.21	0.945	0.751	0.118	6.376	No	0	Molto basso
7.40	153.30	110.15	33.624	7.938	2.876	0.9078	191.34	0.943	0.732	0.118	6.181	No	0	Molto basso
7.60	157.70	112.58	32.857	7.947	2.883	0.8881	189.53	0.942	0.713	0.119	5.997	No	0	Molto basso
7.80	162.10	115.02	32.122	7.957	2.890	0.8693	187.78	0.940	0.696	0.119	5.825	No	0	Molto basso
8.00	166.50	117.46	31.417	7.966	2.897	0.8513	186.09	0.939	0.679	0.120	5.664	No	0	Molto basso
8.20	170.90	119.90	30.742	7.976	2.904	0.8339	184.45	0.937	0.664	0.120	5.511	No	0	Molto basso
8.40	175.30	122.34	30.093	7.985	2.910	0.8173	182.87	0.936	0.649	0.121	5.368	No	0	Molto basso
8.60	179.70	124.78	29.470	7.995	2.917	0.8013	181.33	0.934	0.635	0.121	5.232	No	0	Molto basso
8.80	184.10	127.22	28.870	8.005	2.924	0.7860	179.84	0.933	0.621	0.122	5.104	No	0	Molto basso
9.00	0.000	0.000	28.870	8.005	2.924	0.7860	179.84	0.933	0.621	0.122	5.104	No	0	Molto basso
9.20	0.000	0.000	28.870	8.005	2.924	0.7860	179.84	0.933	0.621	0.122	5.104	No	0	Molto basso
9.40	0.000	0.000	28.870	8.005	2.924	0.7860	179.84	0.933	0.621	0.122	5.104	No	0	Molto basso
9.60	0.000	0.000	28.870	8.005	2.924	0.7860	179.84	0.933	0.621	0.122	5.104	No	0	Molto basso

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



<PBILO1>  
 <PBILO2>  
 <PBILO3>  
 <PBILO4>

1/27



### **Leccio - Centro storico**

Prova di riferimento: 63\_CPT

Fattore sicurezza normativa 1.25

Profondità falda idrica 3.0 m

DATI SISMICI

Accelerazione Bedrock 0.15

Tipo Suolo: B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 maggiore di 50 nei terreni a grana grossa e cu30 maggiore di 250 kPa nei terreni a grana fine).

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

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS) 1.2

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico (Mw) 5.65

Peak ground acceleration (PGA) 0.1546

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)	D50 granuli (mm)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1	0.2	4.2	19	21	0	0	2213.36	113	0
2	4.2	4.8	19	21	0	0	1601.42	176.5	0
3	4.8	6.8	19	21	0	0	2324.17	178	0
4	6.8	8.2	19.5	21.5	0	0	5603.51	150	0
5	8.2	9.6	20	22	0	0	7564.84	21.48	0

Correzione per la magnitudo (MSF) 1.62

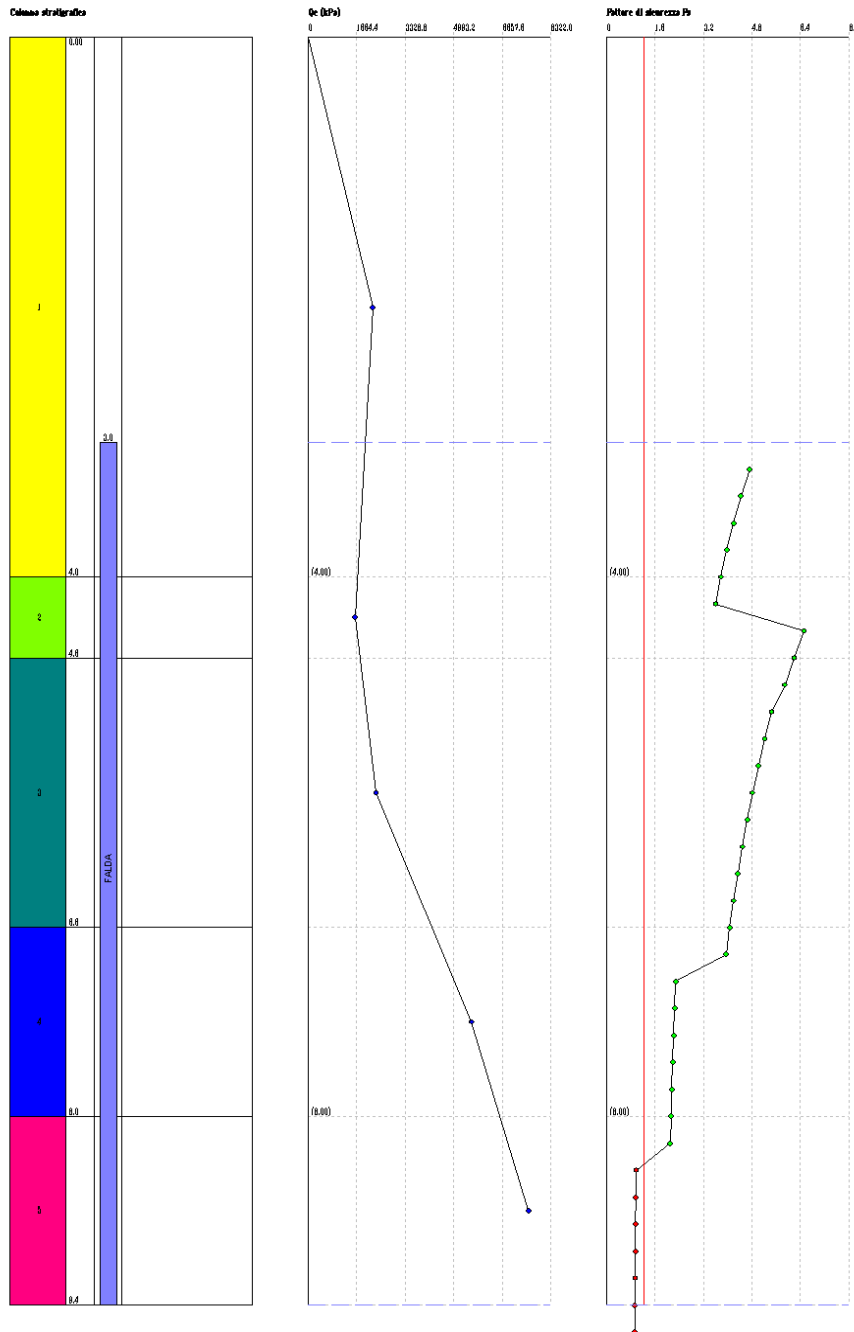
Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale $\sigma_{vDPA}$	Pressione verticale effettiva $\sigma'_{vDPA}$	Resistenza alla punta normalizzata $\sigma_p$	Attrito laterale normalizzato $F_{o/A}$	Indice di comportamento $I_c$	Correzione per la pressione litostatica $a_{f,MSF}$	Resistenza alla punta corretta $q_{cl}$ $\sigma'_{vDPA}$	Coefficiente riduttivo $r_{cl}$	Resistenza alla liquefazione $\sigma'_{vDPA}$	Sforzo di taglio normalizzato $\tau_{sp}$	Coefficiente di sicurezza $F_s$	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio
3.20	61.200	59.239	36.330	5.251	2.722	1.6880	155.50	0.976	0.430	0.091	4.730	No	0	Molto basso
3.40	65.400	61.477	34.939	5.261	2.735	1.6266	153.28	0.974	0.415	0.093	4.442	No	0	Molto basso
3.60	69.600	63.716	33.646	5.271	2.747	1.5694	151.17	0.972	0.401	0.096	4.191	No	0	Molto basso
3.80	73.800	65.955	32.440	5.281	2.759	1.5161	149.19	0.971	0.389	0.098	3.970	No	0	Molto basso
4.00	78.000	68.193	31.313	5.292	2.770	1.4664	147.30	0.969	0.377	0.100	3.774	No	0	Molto basso
4.20	82.200	70.432	30.258	5.302	2.782	1.4198	145.51	0.968	0.367	0.102	3.600	No	0	Molto basso
4.40	86.400	72.671	29.204	5.313	2.793	1.3760	143.72	0.966	0.357	0.104	3.442	No	0	Molto basso
4.60	90.600	74.909	28.150	5.324	2.804	1.3349	142.03	0.965	0.347	0.105	3.298	No	0	Molto basso
4.80	94.800	77.148	27.096	5.335	2.815	1.2962	140.44	0.963	0.337	0.107	3.169	No	0	Molto basso
5.00	99.000	79.387	26.042	5.346	2.826	1.2596	138.95	0.962	0.327	0.108	3.054	No	0	Molto basso
5.20	103.200	81.625	25.000	5.357	2.837	1.2251	137.56	0.960	0.317	0.109	2.952	No	0	Molto basso
5.40	107.400	83.864	24.033	5.368	2.848	1.1924	136.27	0.959	0.307	0.111	2.862	No	0	Molto basso
5.60	111.600	86.103	23.140	5.379	2.859	1.1614	135.08	0.957	0.297	0.112	2.782	No	0	Molto basso
5.80	115.800	88.341	22.313	5.390	2.870	1.1319	134.00	0.956	0.287	0.113	2.712	No	0	Molto basso
6.00	120.000	90.580	21.550	5.401	2.881	1.1039	133.03	0.954	0.277	0.114	2.652	No	0	Molto basso
6.20	124.200	92.819	20.847	5.412	2.892	1.0773	132.17	0.953	0.267	0.115	2.602	No	0	Molto basso
6.40	128.400	95.057	20.200	5.423	2.903	1.0521	131.42	0.951	0.257	0.116	2.562	No	0	Molto basso
6.60	132.600	97.296	19.607	5.434	2.914	1.0277	130.78	0.950	0.247	0.117	2.532	No	0	Molto basso
6.80	136.900	99.635	19.069	5.445	2.925	1.0036	130.25	0.948	0.237	0.117	2.512	No	0	Molto basso
7.00	141.200	101.97	18.585	5.456	2.936	0.9902	129.83	0.946	0.227	0.118	2.502	No	0	Molto basso
7.20	145.500	104.31	18.155	5.467	2.947	0.9791	129.52	0.945	0.217	0.119	2.502	No	0	Molto basso
7.40	149.800	106.65	17.779	5.478	2.958	0.9683	129.32	0.943	0.207	0.119	2.512	No	0	Molto basso
7.60	154.100	108.98	17.457	5.489	2.969	0.9578	129.23	0.942	0.197	0.120	2.532	No	0	Molto basso
7.80	158.400	111.32	17.189	5.500	2.980	0.9477	129.25	0.940	0.187	0.121	2.562	No	0	Molto basso
8.00	162.700	113.66	16.965	5.511	2.991	0.9379	129.38	0.939	0.177	0.121	2.612	No	0	Molto basso
8.20	167.100	116.10	16.785	5.522	3.002	0.9280	129.63	0.937	0.167	0.122	2.672	No	0	Molto basso
8.40	171.500	118.54	16.649	5.533	3.013	0.9184	129.99	0.936	0.157	0.122	2.742	Si	1.35	Basso
8.60	175.900	120.98	16.557	5.544	3.024	0.9091	130.47	0.934	0.147	0.122	2.822	Si	2.08	Basso
8.80	180.300	123.42	16.509	5.555	3.035	0.9001	131.07	0.933	0.137	0.123	2.912	Si	2.79	Basso
9.00	184.700	125.86	16.500	5.566	3.046	0.8913	131.79	0.931	0.127	0.123	3.012	Si	3.49	Basso
9.20	189.100	128.29	16.531	5.577	3.057	0.8828	132.63	0.928	0.117	0.123	3.122	Si	4.08	Basso
9.40	193.500	130.73	16.603	5.588	3.068	0.8745	133.59	0.923	0.107	0.123	3.242	Si	4.47	Basso
9.60	0.000	0.000	66.161	0.291	1.786	0.8745	72.541	0.923	0.116	0.123	0.938	Si	4.53	Basso

IPL (Iwasaki)=0.35 Zcrit=20 m Rischio=Basso

Geotecnia Progetti  
 via Andrea del Castagno, 8  
 Firenze  
 055771390 055770864

<PIELO1>  
 <PIELO2>  
 <PIELO3>  
 <PIELO4>

1/40



## Leccio – loc. The Mall

Prova di riferimento: 167\_CPT

Fattore sicurezza normativa 1.25  
 Profondità falda idrica 3.0 m

### DATI SISMICI

Accelerazione Bedrock 0.15

Tipo Suolo: B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 maggiore di 50 nei terreni a grana grossa e cu30 maggiore di 250 kPa nei terreni a grana fine).

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

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS) 1.2

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico (Mw) 5.65

Peak ground acceleration (PGA) 0.1546

### PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unia volume (KN/mc)	Peso unità volume saturo (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1	0.6	1.6	19	21	0	0	6472	326	0
2	1.6	3	19	21	0	0	1601.42	176.5	0
3	3	5.4	19	21	0	0	1618	84.34	0
4	5.4	7	19.5	21.5	0	0	3309.7	159.35	0
5	7	8.2	20	22	0	0	1814.23	124.54	0
6	8.2	14.8	20	21.5	0	0	11948	265	0

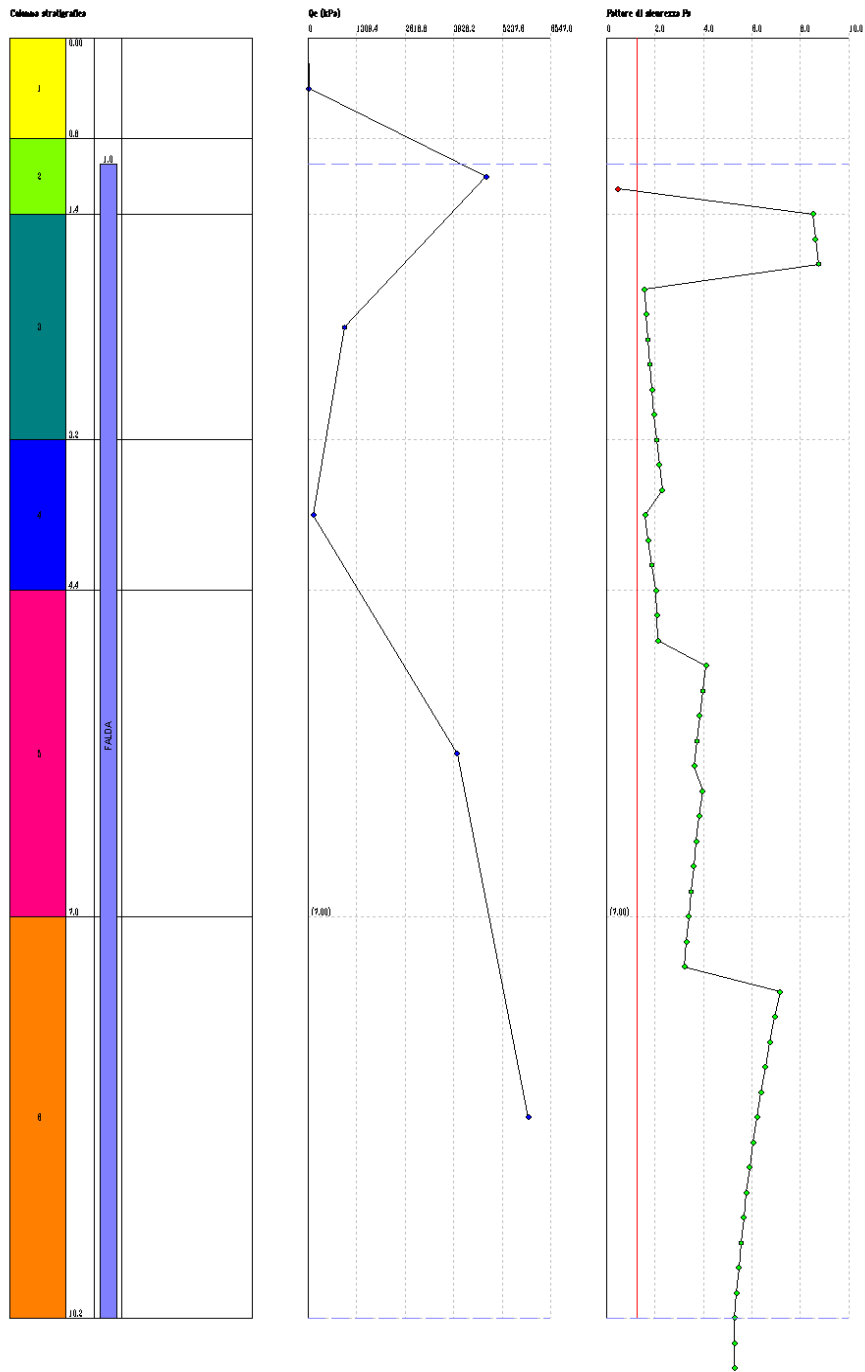
Correzione per la magnitudo (MSF) 1.62

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale / $\sigma_{DVA}$	Pressione verticale effettiva / $\sigma'_{DVA}$	Resistenza alla punta normalizzata $\sigma_{tip}$	Attrito laterale normalizzato $f_{l,0.2}$	Indice di comportamento $I_c$	Correzione per la pressione litostatica $\sigma_{DVA}$	Resistenza alla punta corretta $q_{cl}$ / $\sigma_{DVA}$	Coefficiente riduttivo $r_{f,cl}$	Resistenza alla liquefazione / $\sigma_{DVA}$	Sforzo di taglio normalizzato / $\sigma_{DVA}$	Coefficiente di sicurezza $T_s$	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio
3.20	61.200	59.239	26.280	5.418	2.832	1.6880	138.33	0.976	0.326	0.091	3.590	No	0	Molto basso
3.40	65.400	61.477	25.255	5.432	2.846	1.6266	136.45	0.974	0.316	0.093	3.386	No	0	Molto basso
3.60	69.600	63.716	24.302	5.447	2.859	1.5694	134.67	0.972	0.307	0.096	3.208	No	0	Molto basso
3.80	73.800	65.955	23.413	5.462	2.871	1.5161	132.99	0.971	0.299	0.098	3.051	No	0	Molto basso
4.00	78.000	68.193	22.583	5.477	2.883	1.4664	131.39	0.969	0.291	0.100	2.911	No	0	Molto basso
4.20	82.200	70.432	21.805	5.492	2.895	1.4198	129.87	0.968	0.284	0.102	2.786	No	0	Molto basso
4.40	86.400	72.671	21.076	5.507	2.907	1.3760	128.43	0.966	0.277	0.104	2.675	No	0	Molto basso
4.60	90.600	74.909	20.390	5.522	2.919	1.3349	127.04	0.965	0.271	0.105	2.574	No	0	Molto basso
4.80	94.800	77.148	19.744	5.537	2.930	1.2962	125.73	0.963	0.265	0.107	2.482	No	0	Molto basso
5.00	99.100	79.487	19.109	5.553	2.941	1.2580	124.40	0.962	0.259	0.108	2.397	No	0	Molto basso
5.20	103.40	81.825	18.510	5.568	2.952	1.2221	123.14	0.960	0.254	0.109	2.319	No	0	Molto basso
5.40	107.70	84.164	17.945	5.584	2.963	1.1881	121.92	0.959	0.249	0.111	2.248	No	0	Molto basso
5.60	112.00	86.503	36.966	4.983	2.701	1.1560	153.16	0.957	0.414	0.112	3.707	No	0	Molto basso
5.80	116.30	88.841	35.945	4.990	2.710	1.1256	151.59	0.956	0.404	0.113	3.582	No	0	Molto basso
6.00	120.60	91.180	34.976	4.997	2.719	1.0967	150.08	0.954	0.394	0.114	3.467	No	0	Molto basso
6.20	124.90	93.519	34.055	5.003	2.727	1.0693	148.63	0.953	0.385	0.115	3.361	No	0	Molto basso
6.40	129.20	95.857	33.180	5.010	2.736	1.0432	147.24	0.951	0.377	0.116	3.262	No	0	Molto basso
6.60	133.60	98.296	32.312	5.017	2.744	1.0173	145.85	0.950	0.369	0.116	3.168	No	0	Molto basso
6.80	138.00	100.73	31.486	5.024	2.753	0.9927	144.50	0.948	0.361	0.117	3.081	No	0	Molto basso
7.00	142.40	103.17	30.699	5.031	2.761	0.9692	143.21	0.946	0.353	0.118	2.999	No	0	Molto basso
7.20	146.80	105.61	15.788	7.469	3.089	0.9468	133.82	0.945	0.303	0.118	2.558	No	0	Molto basso
7.40	151.20	108.05	15.391	7.489	3.098	0.9254	132.66	0.943	0.297	0.119	2.497	No	0	Molto basso
7.60	155.60	110.48	15.012	7.509	3.107	0.9050	131.54	0.942	0.292	0.120	2.439	No	0	Molto basso

7.80	159.90	112.82	14.662	7.528	3.115	0.8863	130.51	0.940	0.287	0.120	2.387	No	0	Molto basso
8.00	164.20	115.16	14.327	7.548	3.123	0.8683	129.51	0.939	0.282	0.121	2.337	No	0	Molto basso
8.20	168.50	117.50	14.006	7.567	3.131	0.8510	128.54	0.937	0.278	0.121	2.291	No	0	Molto basso
8.40	172.80	119.84	109.14	2.250	2.127	0.9134	164.27	0.936	0.492	0.122	4.047	No	0	Molto basso
8.60	177.10	122.18	108.09	2.251	2.130	0.9046	163.32	0.934	0.485	0.122	3.975	No	0	Molto basso
8.80	181.40	124.52	107.07	2.252	2.133	0.8961	162.40	0.933	0.478	0.122	3.905	No	0	Molto basso
9.00	185.70	126.86	106.08	2.253	2.135	0.8878	161.50	0.931	0.472	0.123	3.840	No	0	Molto basso
9.20	190.00	129.19	105.11	2.254	2.138	0.8797	160.63	0.928	0.465	0.123	3.782	No	0	Molto basso
9.40	194.30	131.53	104.17	2.255	2.141	0.8719	159.79	0.923	0.459	0.123	3.738	No	0	Molto basso
9.60	198.60	133.87	103.26	2.255	2.144	0.8642	158.96	0.918	0.454	0.123	3.696	No	0	Molto basso
9.80	202.90	136.21	102.37	2.256	2.146	0.8568	158.16	0.912	0.448	0.123	3.657	No	0	Molto basso
10.00	207.20	138.55	101.50	2.257	2.149	0.8495	157.38	0.907	0.443	0.122	3.620	No	0	Molto basso
10.20	211.50	140.89	100.65	2.258	2.152	0.8424	156.62	0.902	0.437	0.122	3.584	No	0	Molto basso
10.40	215.80	143.23	99.834	2.259	2.154	0.8355	155.88	0.896	0.432	0.122	3.551	No	0	Molto basso
10.60	220.10	145.57	99.028	2.260	2.157	0.8288	155.16	0.891	0.427	0.121	3.520	No	0	Molto basso
10.80	224.40	147.90	98.242	2.260	2.159	0.8222	154.46	0.886	0.423	0.121	3.490	No	0	Molto basso
11.00	228.70	150.24	97.475	2.261	2.162	0.8158	153.77	0.880	0.418	0.121	3.462	No	0	Molto basso
11.20	233.00	152.58	96.725	2.262	2.164	0.8095	153.10	0.875	0.414	0.120	3.436	No	0	Molto basso
11.40	237.30	154.92	95.992	2.263	2.166	0.8034	152.45	0.870	0.410	0.120	3.411	No	0	Molto basso
11.60	241.60	157.26	95.276	2.264	2.169	0.7974	151.81	0.864	0.405	0.120	3.387	No	0	Molto basso
11.80	245.90	159.60	94.575	2.265	2.171	0.7915	151.19	0.859	0.401	0.119	3.365	No	0	Molto basso
12.00	250.20	161.94	93.890	2.265	2.173	0.7858	150.58	0.854	0.398	0.119	3.344	No	0	Molto basso
12.20	254.50	164.27	93.219	2.266	2.176	0.7802	149.98	0.848	0.394	0.118	3.324	No	0	Molto basso
12.40	258.80	166.61	92.562	2.267	2.178	0.7747	149.40	0.843	0.390	0.118	3.306	No	0	Molto basso
12.60	263.10	168.95	91.920	2.268	2.180	0.7693	148.83	0.838	0.387	0.118	3.288	No	0	Molto basso
12.80	267.40	171.29	91.290	2.269	2.182	0.7640	148.27	0.832	0.383	0.117	3.272	No	0	Molto basso
13.00	271.70	173.63	90.673	2.270	2.184	0.7588	147.72	0.827	0.380	0.117	3.256	No	0	Molto basso
13.20	276.00	175.97	90.069	2.270	2.186	0.7538	147.19	0.822	0.377	0.116	3.242	No	0	Molto basso
13.40	280.30	178.31	89.476	2.271	2.189	0.7488	146.67	0.816	0.373	0.116	3.229	No	0	Molto basso
13.60	284.60	180.65	88.895	2.272	2.191	0.7440	146.15	0.811	0.370	0.115	3.216	No	0	Molto basso
13.80	288.90	182.98	88.325	2.273	2.193	0.7392	145.65	0.806	0.367	0.115	3.204	No	0	Molto basso
14.00	293.20	185.32	87.766	2.274	2.195	0.7345	145.16	0.800	0.364	0.114	3.194	No	0	Molto basso
14.20	297.50	187.66	87.217	2.275	2.197	0.7299	144.67	0.795	0.362	0.114	3.184	No	0	Molto basso
14.40	0.000	0.000	87.217	2.275	2.197	0.7299	144.67	0.795	0.362	0.114	3.184	No	0	Molto basso
14.60	0.000	0.000	87.217	2.275	2.197	0.7299	144.67	0.795	0.362	0.114	3.184	No	0	Molto basso
14.80	0.000	0.000	87.217	2.275	2.197	0.7299	144.67	0.795	0.362	0.114	3.184	No	0	Molto basso

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

<PBILO1>  
 <PBILO2>  
 <PBILO3>  
 <PBILO4>



Per l'intero areale della frazione Leccio viene di seguito riportata anche la valutazione qualitativa del potenziale di liquefazione desunto dall'analisi delle prove dinamiche S.p.t. eseguite nell'area di interesse durante l'esecuzione di sondaggi geognostici.

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE								
(da prove dinamiche SPT)								
Metodo semplificato								
Metodo di Youd e Idris (2001)								
<b>PARAMETRI:</b>								
$\gamma$	=	1,85	g/cm <sup>3</sup>					
$\sigma_{vo}$	=	0,74	kg/cm <sup>2</sup>					
$\sigma_{v0'}$	=	0,64	kg/cm <sup>2</sup>					
profondità dello strato	=	400	cm					
$N_{SPT}$	=	13						
profondità falda	=	300	cm					
$\gamma_{H_2O}$	=	1,0	g/cm <sup>3</sup>					
Pressione neutra	=	0,1	kg/cm <sup>2</sup>					
z	=	4	m					
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>R=</td> <td>Resistenza al taglio mobilizzata</td> </tr> <tr> <td>T=</td> <td>Sforzo di taglio indotto dal sisma</td> </tr> </table>					R=	Resistenza al taglio mobilizzata	T=	Sforzo di taglio indotto dal sisma
R=	Resistenza al taglio mobilizzata							
T=	Sforzo di taglio indotto dal sisma							
<b>FORMULE:</b>			<b>RISULTATI:</b>					
Na	=	$N_{SPT} * (1,7 / (\sigma_{vo} + 0,7)) + N_r$	=	16,49253731				
				Na				
		$N_r = 0$						
R	=	$0,2565 * [0,16 * RadQNa + (0,2133 * RadQNa)^{0,5}]$	=	0,19428414				
				R				
T	=	$0,65 * ((a_{max}/g) * (\sigma_{v0}/\sigma_{v0'})) * r_d$	=	0,109284703				
				T				
		$a_{max}/g = 0,15$						
		$r_d = 0,9694$						
Fs=R/T	>	1,3	Sabbie sciolte	= 1,77779823				
	>	1,5	Sabbie mediamente addensate		Verificato Fs			
				Verificato Fs				

La prova risulta verificata.

### **Matassino – settore Via Viesca**

Prova di riferimento: 118\_CPT

Fattore sicurezza normativa 1.25

Profondità falda idrica 1.0 m

#### DATI SIMICI

Accelerazione Bedrock 0.15

Tipo Suolo: C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero NSPT30 compreso tra 15 e 50 nei terreni a grana grossa cu30 compreso tra 70 e 250 kPa nei terreni a grana fina).

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) 5.65

Peak ground acceleration (PGA) 0.225

#### PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unia volume (KN/mc)	Peso unia volume saturo (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1	0.4	0.8	20	22	0	0	1961	27.46	0
2	0.8	3.2	19	21	0	0	1667	65.7	0
3	3.2	4	19	21	0	0	1765	49	0
4	4	6.2	19.5	21.5	0	0	1961	68.65	0
5	6.2	10	20	22	0	0	6865	294	0

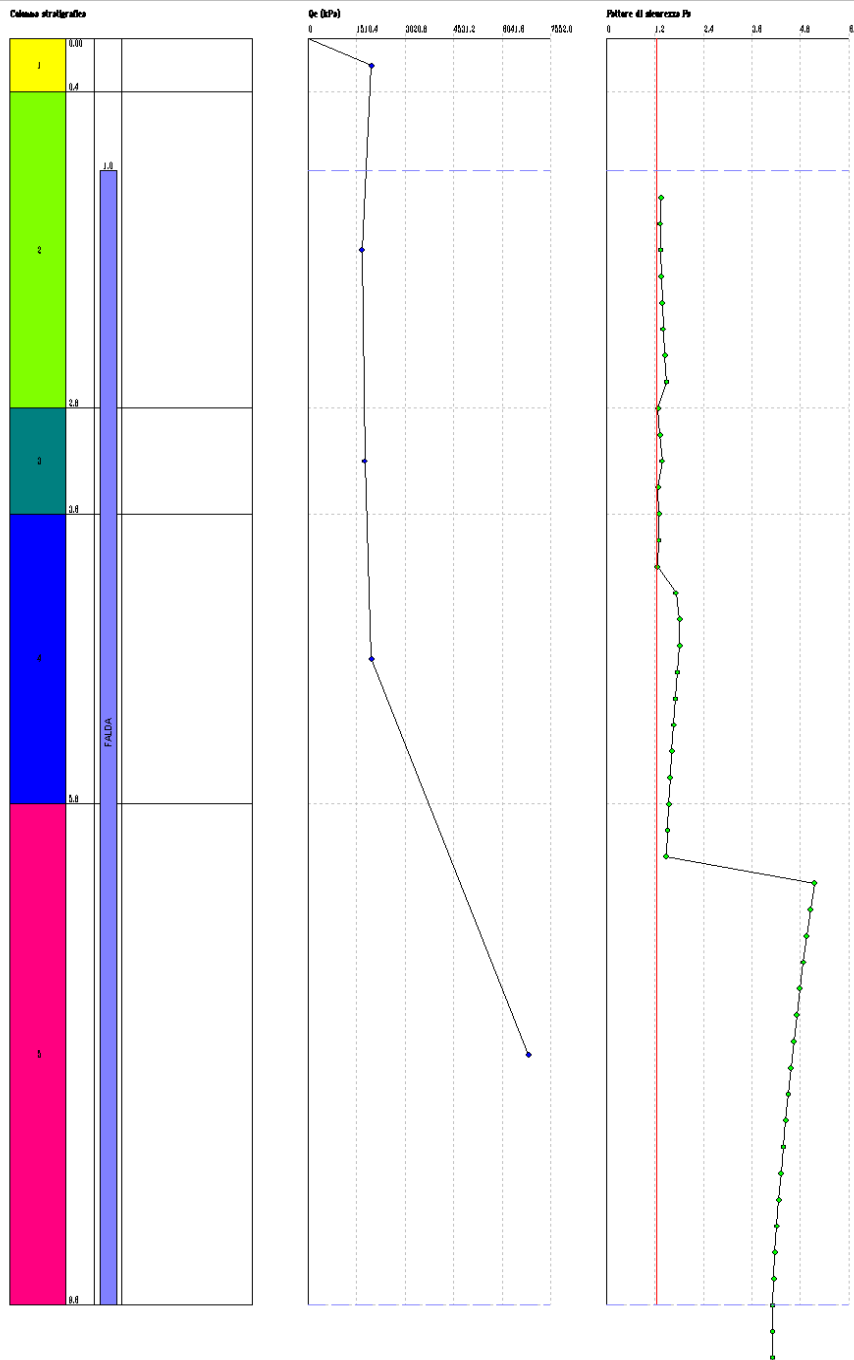
Correzione per la magnitudo (MSF) 1.62

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (σ <sub>vD</sub> )	Pressione verticale effettiva (σ <sub>vD</sub> )	Resistenza alla punta normalizzata (q <sub>n</sub> )	Attrito laterale normalizzato (F <sub>0%</sub> )	Indice di comportamento (I <sub>c</sub> )	Correzione per la pressione litostatica (σ <sub>vD</sub> )	Resistenza alla punta corretta q <sub>cl</sub> (σ <sub>vD</sub> )	Coefficiente riduttivo (r <sub>cl</sub> )	Resistenza alla liquefazione (σ <sub>vD</sub> )	Sforzo di taglio normalizzato (τ <sub>vD</sub> )	Coefficiente di sicurezza (F <sub>s</sub> )	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio
1.20	23.600	21.639	52.543	3.998	2.526	1.7	82.251	0.991	0.132	0.097	1.352	No	0	Molto basso
1.40	27.800	23.877	48.803	4.008	2.549	1.7	85.817	0.989	0.139	0.104	1.337	No	0	Molto basso
1.60	32.000	26.116	45.631	4.018	2.570	1.7	89.243	0.988	0.146	0.109	1.339	No	0	Molto basso
1.80	36.200	28.355	42.901	4.029	2.590	1.7	92.545	0.986	0.154	0.114	1.354	No	0	Molto basso
2.00	40.400	30.593	40.524	4.039	2.608	1.7	95.734	0.985	0.162	0.117	1.379	No	0	Molto basso
2.20	44.600	32.832	38.434	4.050	2.626	1.7	98.821	0.983	0.170	0.120	1.410	No	0	Molto basso
2.40	48.800	35.071	36.579	4.060	2.642	1.7	101.81	0.982	0.178	0.123	1.447	No	0	Molto basso
2.60	53.000	37.309	34.920	4.071	2.657	1.7	104.72	0.980	0.187	0.126	1.488	No	0	Molto basso
2.80	57.200	39.548	40.705	4.081	2.610	1.7	96.048	0.979	0.162	0.128	1.273	No	0	Molto basso
3.00	61.400	41.787	38.424	4.092	2.629	1.7	99.410	0.977	0.171	0.129	1.324	No	0	Molto basso
3.20	65.600	44.025	36.374	4.103	2.647	1.7	102.73	0.976	0.181	0.131	1.380	No	0	Molto basso
3.40	69.800	46.264	31.464	2.891	2.591	1.7	98.245	0.974	0.168	0.132	1.270	No	0	Molto basso
3.60	74.000	48.503	30.368	2.898	2.604	1.7	100.51	0.972	0.174	0.134	1.304	No	0	Molto basso
3.80	78.300	50.841	29.314	2.905	2.616	1.6608	100.47	0.971	0.174	0.135	1.293	No	0	Molto basso
4.00	82.600	53.180	28.342	2.913	2.628	1.6057	99.304	0.969	0.171	0.136	1.260	No	0	Molto basso
4.20	86.900	55.519	33.756	3.663	2.637	1.7	118.64	0.968	0.235	0.137	1.723	No	0	Molto basso
4.40	91.200	57.857	32.317	3.672	2.651	1.7	121.87	0.966	0.248	0.137	1.809	No	0	Molto basso
4.60	95.500	60.196	30.990	3.680	2.665	1.6612	122.22	0.965	0.250	0.138	1.811	No	0	Molto basso
4.80	99.800	62.535	29.763	3.688	2.679	1.5991	120.64	0.963	0.243	0.139	1.756	No	0	Molto basso
5.00	104.10	64.873	28.623	3.697	2.693	1.5414	119.16	0.962	0.237	0.139	1.706	No	0	Molto basso
5.20	108.40	67.212	27.564	3.706	2.705	1.4878	117.75	0.960	0.232	0.140	1.661	No	0	Molto basso
5.40	112.70	69.551	26.575	3.714	2.718	1.4377	116.42	0.959	0.227	0.140	1.619	No	0	Molto basso
5.60	117.00	71.889	25.651	3.723	2.730	1.3910	115.16	0.957	0.222	0.140	1.581	No	0	Molto basso
5.80	121.30	74.228	24.784	3.732	2.742	1.3471	113.97	0.956	0.218	0.141	1.546	No	0	Molto basso
6.00	125.70	76.667	23.939	3.741	2.754	1.3043	112.78	0.954	0.213	0.141	1.513	No	0	Molto basso
6.20	130.10	79.105	23.145	3.750	2.766	1.2641	111.64	0.953	0.209	0.141	1.483	No	0	Molto basso
6.40	134.50	81.544	22.023	4.368	2.447	1.1073	191.02	0.951	0.728	0.141	5.150	No	0	Molto basso
6.60	138.90	83.983	21.911	4.371	2.451	1.0912	189.72	0.950	0.715	0.142	5.051	No	0	Molto basso
6.80	143.30	86.421	21.846	4.374	2.455	1.0756	188.47	0.948	0.703	0.142	4.958	No	0	Molto basso
7.00	147.70	88.860	21.826	4.377	2.459	1.0608	187.27	0.946	0.691	0.142	4.871	No	0	Molto basso
7.20	152.10	91.299	21.847	4.380	2.463	1.0465	186.11	0.945	0.680	0.142	4.789	No	0	Molto basso
7.40	156.50	93.737	21.906	4.383	2.467	1.0328	185.00	0.943	0.669	0.142	4.711	No	0	Molto basso
7.60	160.90	96.176	21.901	4.385	2.471	1.0196	183.93	0.942	0.659	0.142	4.637	No	0	Molto basso
7.80	165.30	98.615	21.930	4.388	2.475	1.0090	182.89	0.940	0.649	0.142	4.568	No	0	Molto basso
8.00	169.70	101.05	21.921	4.391	2.479	0.9947	181.89	0.939	0.640	0.142	4.501	No	0	Molto basso
8.20	174.10	103.49	21.982	4.394	2.482	0.9829	180.93	0.937	0.631	0.142	4.439	No	0	Molto basso
8.40	178.50	105.93	22.011	4.397	2.486	0.9716	180.00	0.936	0.622	0.142	4.379	No	0	Molto basso
8.60	182.90	108.37	22.046	4.400	2.489	0.9606	179.10	0.934	0.614	0.142	4.322	No	0	Molto basso
8.80	187.30	110.80	22.081	4.403	2.493	0.9499	178.22	0.933	0.607	0.142	4.268	No	0	Molto basso
9.00	191.70	113.24	22.116	4.406	2.496	0.9396	177.38	0.931	0.599	0.142	4.216	No	0	Molto basso
9.20	196.10	115.68	22.151	4.409	2.500	0.9297	176.55	0.928	0.592	0.142	4.172	No	0	Molto basso
9.40	200.50	118.12	22.186	4.411	2.503	0.9200	175.76	0.923	0.585	0.141	4.142	No	0	Molto basso
9.60	204.90	120.56	22.221	4.414	2.506	0.9107	174.98	0.918	0.578	0.141	4.113	No	0	Molto basso
9.80	0.000	0.000	62.522	4.414	2.506	0.9107	174.98	0.918	0.578	0.141	4.113	No	0	Molto basso
10.00	0.000	0.000	62.522	4.414	2.506	0.9107	174.98	0.918	0.578	0.141	4.113	No	0	Molto basso

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



<PIELO1>  
 <PIELO2>  
 <PIELO3>  
 <PIELO4>



**Matassino – settore Via della Libertà**

Prova di riferimento: 94\_CPT

Fattore sicurezza normativa 1.25

Profondità falda idrica 1.0 m

DATI SIMICI

Accelerazione Bedrock 0.15

Tipo Suolo: C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m , caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero NSPT30 compreso tra 15 e 50 nei terreni a grana grossa cu30 compreso tra 70 e 250 kPa nei terreni a grana fina).

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) 5.65

Peak ground acceleration (PGA) 0.2

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)	D50 granuli (mm)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1	0.4	1.2	20	22	0	0	10.39	89.24	0
2	1.2	1.8	19	21	0	0	4805	255	0
3	1.8	3.6	19	21	0	0	980.7	85.71	0
4	3.6	4.8	19.5	21.5	0	0	134.84	78.45	0
5	4.8	7.4	20	22	0	0	4020	188.99	0

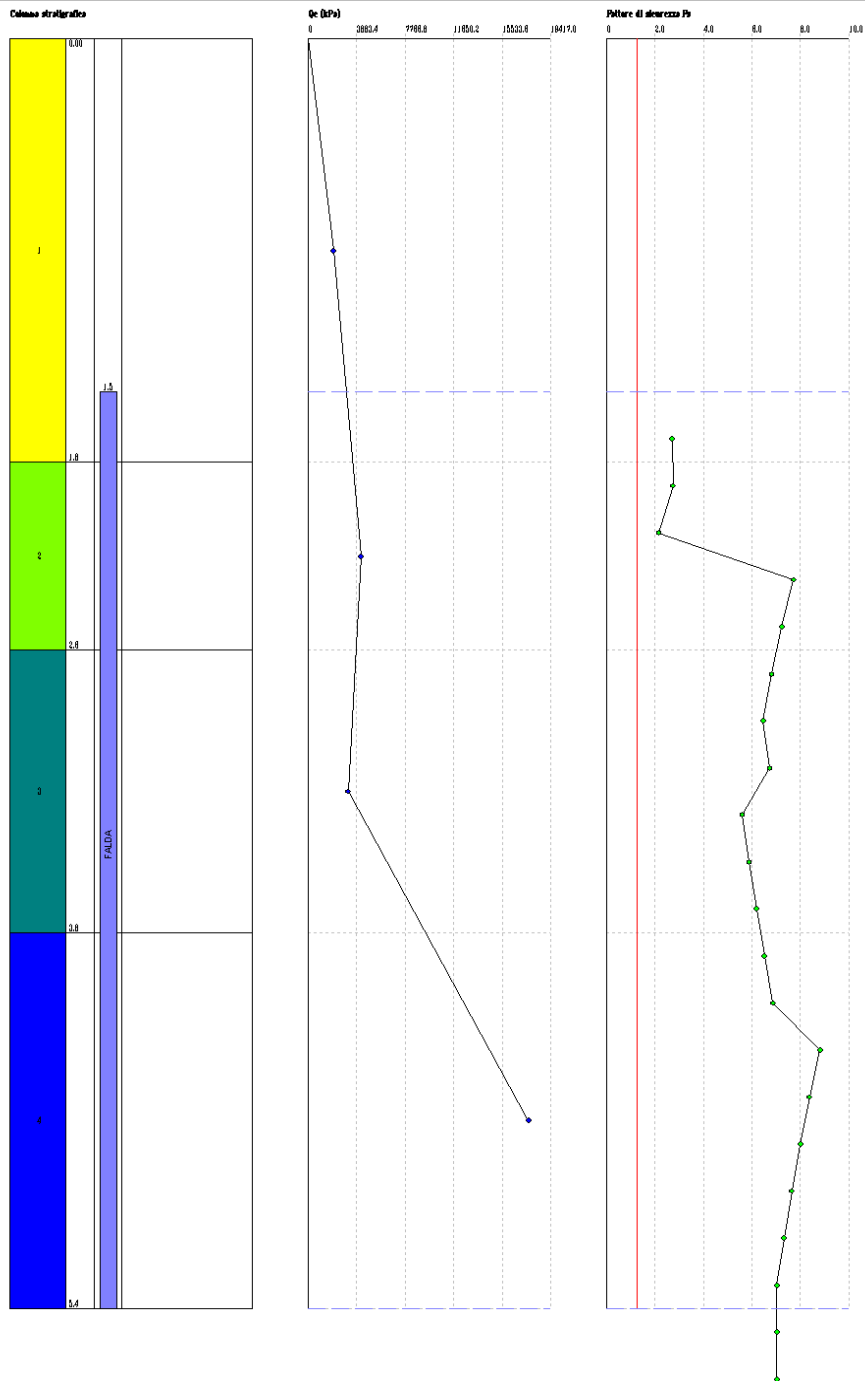
Correzione per la magnitudo (MSF) 1.62

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale $\sigma_{vD,0}$	Pressione verticale effettiva $\sigma'_{vD,0}$	Resistenza alla punta normalizzata $\sigma_{p,0}$	Attrito laterale normalizzato $F_{0,0}$	Indice di comportamento $I_c$	Correzione per la pressione litostatica $a_{f,0,0}$	Resistenza alla punta corretta $q_{c1}$ $\sigma'_{vD,0}$	Coefficiente riduttivo $r_{c,0}$	Resistenza alla liquefazione $\sigma'_{vD,0}$	Sforzo di taglio normalizzato $\tau_{sp}$	Coefficiente di sicurezza $F_s$	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio
1.20	24.000	22.039	0.221	-65569	0.000	1.7	-3.158	0.991	0.047	0.097	0.487	Si	5.97	Alto
1.40	28.200	24.277	97.520	5.338	2.447	1.7	205.22	0.989	0.884	0.104	8.533	No	0	Molto basso
1.60	32.400	26.516	93.312	5.343	2.458	1.7	209.69	0.988	0.938	0.109	8.617	No	0	Molto basso
1.80	36.600	28.755	89.606	5.348	2.470	1.7	213.94	0.986	0.991	0.113	8.755	No	0	Molto basso
2.00	40.800	30.993	30.326	9.119	2.950	1.7	103.51	0.985	0.183	0.117	1.567	No	0	Molto basso
2.20	45.000	33.232	28.157	9.160	2.974	1.7	107.62	0.983	0.196	0.120	1.633	No	0	Molto basso
2.40	49.200	35.471	26.261	9.201	2.996	1.7	111.64	0.982	0.209	0.123	1.706	No	0	Molto basso
2.60	53.400	37.709	24.591	9.243	3.017	1.7	115.58	0.980	0.224	0.125	1.787	No	0	Molto basso
2.80	57.600	39.948	23.108	9.285	3.037	1.7	119.43	0.979	0.238	0.127	1.875	No	0	Molto basso
3.00	61.800	42.187	21.782	9.327	3.056	1.7	123.22	0.977	0.254	0.129	1.969	No	0	Molto basso
3.20	66.000	44.425	20.590	9.370	3.075	1.7	126.93	0.976	0.270	0.131	2.068	No	0	Molto basso
3.40	70.300	46.764	19.468	9.415	3.093	1.7	130.74	0.974	0.288	0.132	2.181	No	0	Molto basso
3.60	74.600	49.103	18.453	9.459	3.111	1.7	134.48	0.972	0.306	0.133	2.299	No	0	Molto basso
3.80	78.900	51.441	1.087	140.24	4.809	1.7	113.12	0.971	0.215	0.134	1.599	No	0	Molto basso
4.00	83.200	53.780	0.960	151.91	4.872	1.7	117.99	0.969	0.233	0.135	1.722	No	0	Molto basso
4.20	87.500	56.119	0.844	165.71	4.938	1.7	123.21	0.968	0.254	0.136	1.867	No	0	Molto basso
4.40	91.800	58.457	0.736	182.27	5.010	1.7	128.83	0.966	0.279	0.137	2.039	No	0	Molto basso
4.60	96.200	60.896	0.635	203.02	5.089	1.6421	130.51	0.965	0.287	0.137	2.087	No	0	Molto basso
4.80	100.60	63.335	0.541	229.11	5.175	1.5789	131.90	0.963	0.293	0.138	2.127	No	0	Molto basso
5.00	105.00	65.773	55.041	4.827	2.572	1.3691	173.87	0.962	0.569	0.138	4.110	No	0	Molto basso
5.20	109.40	68.212	53.559	4.833	2.580	1.3323	171.80	0.960	0.552	0.139	3.974	No	0	Molto basso
5.40	113.80	70.651	52.166	4.838	2.588	1.2976	169.85	0.959	0.536	0.139	3.849	No	0	Molto basso
5.60	118.20	73.089	50.855	4.844	2.596	1.2650	167.99	0.957	0.521	0.140	3.733	No	0	Molto basso
5.80	122.60	75.528	49.619	4.849	2.604	1.2342	166.23	0.956	0.507	0.140	3.627	No	0	Molto basso
6.00	127.00	77.967	49.932	4.855	2.602	1.2825	172.26	0.954	0.555	0.140	3.964	No	0	Molto basso
6.20	131.40	80.405	48.362	4.860	2.612	1.2436	170.08	0.953	0.538	0.140	3.831	No	0	Molto basso
6.40	135.80	82.844	46.886	4.866	2.622	1.2070	168.01	0.951	0.521	0.141	3.708	No	0	Molto basso
6.60	140.20	85.283	45.493	4.871	2.631	1.1725	166.04	0.950	0.506	0.141	3.594	No	0	Molto basso
6.80	144.60	87.721	44.178	4.877	2.640	1.1399	164.15	0.948	0.491	0.141	3.488	No	0	Molto basso
7.00	149.00	90.160	42.935	4.882	2.649	1.1091	162.36	0.946	0.478	0.141	3.390	No	0	Molto basso
7.20	153.30	92.499	41.803	4.888	2.658	1.0810	160.71	0.945	0.466	0.141	3.301	No	0	Molto basso
7.40	157.60	94.837	40.727	4.893	2.666	1.0544	159.13	0.943	0.455	0.141	3.218	No	0	Molto basso
7.60	161.90	97.176	59.580	6.199	2.631	1.0290	215.70	0.942	1.013	0.141	7.164	No	0	Molto basso

7.80	166.20	99.515	58.137	6.204	2.638	1.0048	213.41	0.940	0.984	0.142	6.950	No	0	Molto basso
8.00	170.50	101.85	56.759	6.208	2.645	0.9818	211.20	0.939	0.956	0.142	6.750	No	0	Molto basso
8.20	174.80	104.19	55.444	6.213	2.652	0.9597	209.08	0.937	0.930	0.142	6.561	No	0	Molto basso
8.40	179.10	106.53	54.187	6.218	2.659	0.9386	207.03	0.936	0.905	0.142	6.384	No	0	Molto basso
8.60	183.40	108.87	52.983	6.222	2.665	0.9185	205.05	0.934	0.882	0.142	6.216	No	0	Molto basso
8.80	187.70	111.20	51.830	6.227	2.672	0.8992	203.15	0.933	0.860	0.142	6.058	No	0	Molto basso
9.00	192.00	113.54	50.725	6.232	2.678	0.8806	201.31	0.931	0.839	0.142	5.909	No	0	Molto basso
9.20	196.30	115.88	49.664	6.236	2.685	0.8629	199.53	0.928	0.819	0.142	5.776	No	0	Molto basso
9.40	200.60	118.22	48.645	6.241	2.691	0.8458	197.81	0.923	0.800	0.141	5.665	No	0	Molto basso
9.60	204.90	120.56	47.666	6.246	2.697	0.8294	196.14	0.918	0.782	0.141	5.561	No	0	Molto basso
9.80	209.20	122.90	46.724	6.250	2.703	0.8136	194.52	0.912	0.765	0.140	5.462	No	0	Molto basso
10.00	213.50	125.24	45.817	6.255	2.709	0.7984	192.96	0.907	0.748	0.139	5.368	No	0	Molto basso
10.20	217.80	127.57	44.944	6.260	2.715	0.7838	191.44	0.902	0.733	0.139	5.279	No	0	Molto basso
10.40	0.000	0.000	44.944	6.260	2.715	0.7838	191.44	0.902	0.733	0.139	5.279	No	0	Molto basso
10.60	0.000	0.000	44.944	6.260	2.715	0.7838	191.44	0.902	0.733	0.139	5.279	No	0	Molto basso

IPL (Iwasaki)=0.96 Zcrit=20 m Rischio=Basso

<FIELD1>  
 <FIELD2>  
 <FIELD3>  
 <FIELD4>



Per il territorio della frazione Matassino viene di seguito riportata anche la valutazione qualitativa del potenziale di liquefazione desunto dall'analisi delle prove dinamiche S.p.t. eseguite nell'area di interesse durante l'esecuzione di sondaggi geognostici.

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE			
(da prove dinamiche SPT)			
Metodo semplificato			
Metodo di Youd e Idris (2001)			
<b>PARAMETRI:</b>			
$\gamma$	=	1,85	g/cm <sup>3</sup>
$\sigma_{v0}$	=	1,11	kg/cm <sup>2</sup>
$\sigma'_{v0}$	=	0,81	kg/cm <sup>2</sup>
profondità dello strato	=	600	cm
$N_{SPT}$	=	18	
profondità falda	=	300	cm
$\gamma_{H_2O}$	=	1,0	g/cm <sup>3</sup>
Pressione neutra	=	0,3	kg/cm <sup>2</sup>
$z$	=	6	m
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;">           R= Resistenza al taglio mobilizzata            T= Sforzo di taglio indotto dal sisma         </div>			
<b>FORMULE:</b>		<b>RISULTATI:</b>	
$N_a$	=	$N_{SPT} \cdot (1,7 / (\sigma_{v0} + 0,7)) + N_r$	= 20,26490066 $N_a$
$N_r$	=	0	
$R$	=	$0,2565 \cdot [0,16 \cdot \text{Rad}Q N_a + (0,2133 \cdot \text{Rad}Q]$	= 0,301528036 $R$
$T$	=	$0,65 \cdot (a_{max}/g) \cdot (\sigma_{v0}/\sigma'_{v0}) \cdot r_d$	= 0,127478361 $T$
$a_{max}/g$	=	0,15	
$r_d$	=	0,9541	
$F_s = R/T$	>	1,3	Sabbie sciolte
	>	1,5	Sabbie mediamente addensate
	=	2,365327212	Verificato $F_s$
			Verificato $F_s$

La prova risulta verificata.

## Vaggio

Prova di riferimento: 126\_CPT

Fattore sicurezza normativa 1.25

Profondità falda idrica 1.5 m

## DATI SIMICI

Accelerazione Bedrock 0.15

Tipo Suolo: B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero  $NSPT_{30}$  maggiore di 50 nei terreni a grana grossa e  $cu_{30}$  maggiore di 250 kPa nei terreni a grana fine).

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

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS) 1.2

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico ( $M_w$ ) 5.65

Peak ground acceleration (PGA)

0.1517

## PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unia volume (KN/mc)	Peso unia volume saturo (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1	0.4	2.2	19	21	0	0	2020.17	107.87	0
2	2.2	3	19	21	0	0	4216.86	213.29	0
3	3	4.2	19	21	0	0	3202.85	196.133	0
4	4.2	5.8	19.5	21.5	0	0	17651	159.35	0

Correzione per la magnitudo (MSF)

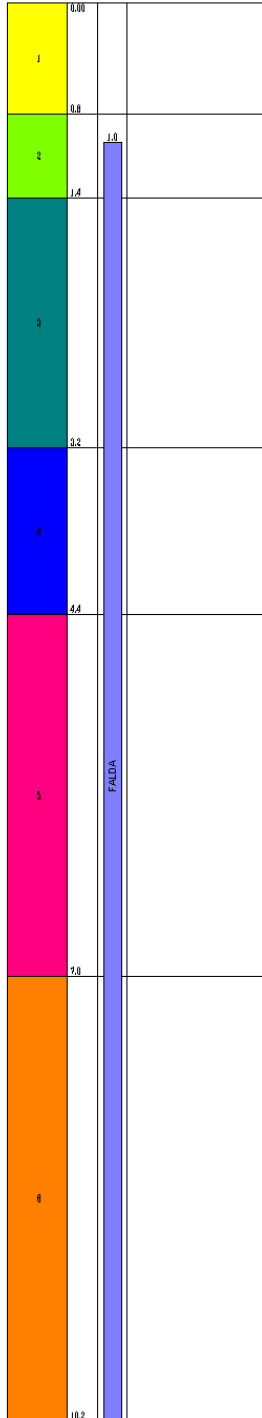
1.62

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale $\sigma_{vD}$	Pressione verticale effettiva $\sigma'_{vD}$	Resistenza alla punta normalizzata $q$	Attrito laterale normalizzato $F_{0.5}$	Indice di comportamento $I_c$	Correzione per la pressione litostatica $a_{eff-0.5}$	Resistenza alla punta corretta $q_{cD}$	Coefficiente riduttivo $r_{rD}$	Resistenza alla liquefazione $f_{sp}$	Sforzo di taglio normalizzato $\tau_{sp}$	Coefficiente di sicurezza $r_s$	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio
1.70	32.700	30.739	48.936	5.428	2.644	1.7	123.85	0.987	0.257	0.095	2.712	No	0	Molto basso
1.90	36.900	32.977	46.422	5.439	2.660	1.7	127.57	0.985	0.273	0.099	2.747	No	0	Molto basso
2.10	41.100	35.216	56.198	5.451	2.605	1.7	115.34	0.984	0.223	0.104	2.152	No	0	Molto basso
2.30	45.300	37.455	68.903	5.113	2.526	1.6339	200.17	0.982	0.826	0.107	7.712	No	0	Molto basso
2.50	49.500	39.693	66.931	5.118	2.535	1.5872	197.50	0.981	0.797	0.110	7.224	No	0	Molto basso
2.70	53.700	41.932	65.120	5.123	2.543	1.5442	195.03	0.979	0.770	0.113	6.810	No	0	Molto basso
2.90	57.900	44.171	63.449	5.128	2.551	85.06.0	192.73	0.978	0.746	0.116	6.455	No	0	Molto basso
3.10	62.100	46.409	56.962	6.245	2.646	1.7	197.13	0.976	0.792	0.118	6.730	No	0	Molto basso
3.30	66.300	48.648	64.474	6.253	2.612	1.7	185.16	0.975	0.670	0.120	5.598	No	0	Molto basso
3.50	70.500	50.887	61.555	6.262	2.625	1.7	189.74	0.973	0.715	0.122	5.885	No	0	Molto basso
3.70	74.700	53.125	58.882	6.270	2.638	1.7	194.27	0.972	0.762	0.123	6.186	No	0	Molto basso
3.90	78.950	55.414	56.374	6.278	2.651	1.7	198.84	0.970	0.811	0.125	6.510	No	0	Molto basso
4.10	83.250	57.753	54.017	6.287	2.663	1.7	203.45	0.969	0.863	0.126	6.859	No	0	Molto basso
4.30	87.550	60.091	227.70	0.907	1.620	1.2900	223.48	0.967	1.118	0.127	8.803	No	0	Molto basso
4.50	91.850	62.430	223.39	0.908	1.626	1.2656	220.23	0.966	1.073	0.128	8.382	No	0	Molto basso
4.70	96.150	64.769	219.32	0.908	1.632	1.2425	217.12	0.964	1.032	0.129	7.999	No	0	Molto basso
4.90	100.45	67.107	215.46	0.908	1.637	1.2207	214.16	0.963	0.994	0.130	7.650	No	0	Molto basso
5.10	104.75	69.446	211.81	0.908	1.642	1.1999	211.33	0.961	0.958	0.131	7.330	No	0	Molto basso
5.30	109.05	71.785	208.33	0.908	1.647	1.1802	208.62	0.959	0.925	0.131	7.036	No	0	Molto basso
5.50	0.000	0.000	208.33	0.908	1.647	1.1802	208.62	0.959	0.925	0.131	7.036	No	0	Molto basso
5.70	0.000	0.000	208.33	0.908	1.647	1.1802	208.62	0.959	0.925	0.131	7.036	No	0	Molto basso

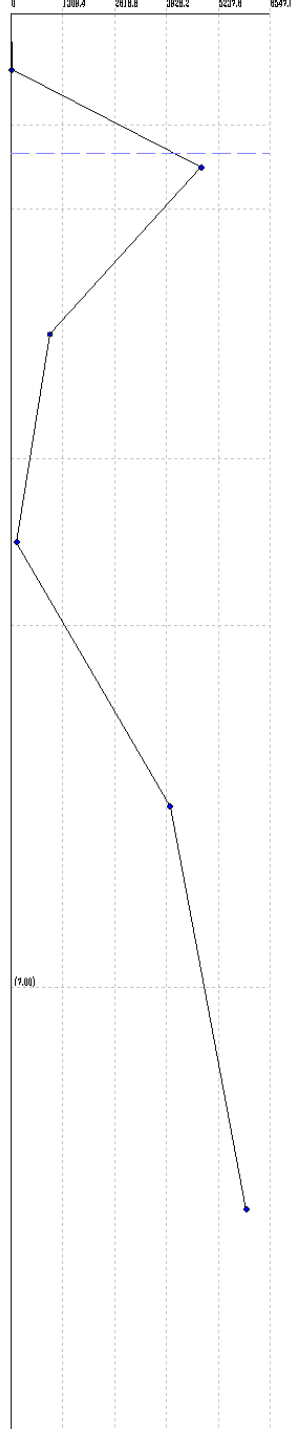
IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso

<PIED1>  
 <PIED2>  
 <PIED3>  
 <PIED4>

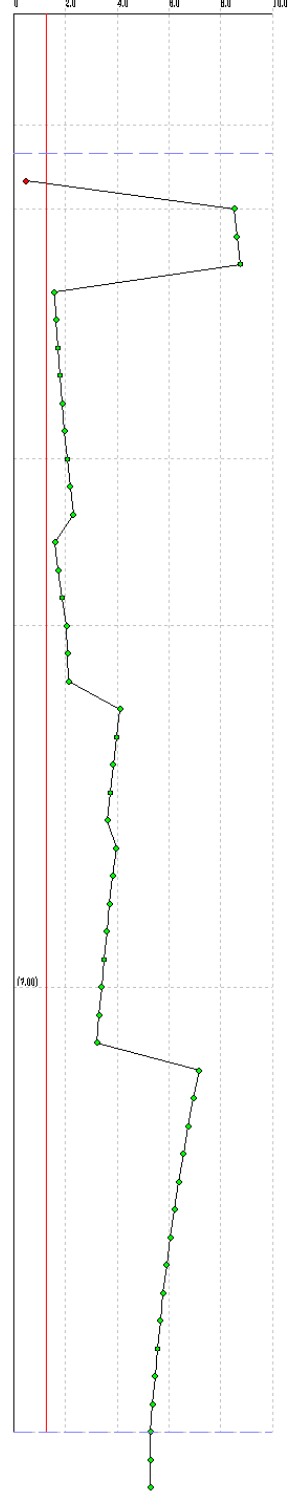
**Colonne stratigrafiche**



**Qc (kPa)**



**Profili di sicurezza Ps**



Per il settore in esame viene di seguito riportata anche la valutazione qualitativa del potenziale di liquefazione desunto dall'analisi delle prove dinamiche S.p.t. eseguite nell'area di interesse durante l'esecuzione di sondaggi geognostici.

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE				
(da prove dinamiche SPT)				
Metodo semplificato				
Metodo di Seed e Idris (1982)				
<b>PARAMETRI:</b>				
$\gamma$	=	1,8	g/cm <sup>3</sup>	
$\sigma_{vo}$	=	1,08	kg/cm <sup>2</sup>	
$\sigma_{vo}'$	=	0,63	kg/cm <sup>2</sup>	
profondità dello strato	=	600	cm	
$N_{SPT}$	=	16,8		
profondità falda	=	150	cm	
$\gamma_{H_2O}$	=	1	g/cm <sup>3</sup>	
Pressione neutra	=	0,450	kg/cm <sup>2</sup>	
z	=	6	m	
				R= Resistenza al taglio mobilizzata
				T= Sforzo di taglio indotto dal sisma
				$d_{50}$ = Diametro della curva granulometrica corrispondente al passante al 50%
<b>FORMULE:</b>			<b>RISULTATI:</b>	
$N_a$	=	$(N_{SPT} * (1,7 / (\sigma_{vo} + 0,7))) + N_f$	=	21,47368421 $N_a$
$N_f$	=	0		
R	=	$N_a / 90$	=	0,238596491 R
T	=	$0,65 * ((a_{max}/g) * (\sigma_{vo}' / \sigma_{vo})) * r_d$	=	0,1521 T
$a_{max}/g$	=	0,15		
$r_d$	=	0,91		
1,3	≤	$F_s = R/T$ Sabbie sature	=	1,568681731 Verificato $F_s$

La prova risulta verificata.

### San Clemente

Prova di riferimento: 73\_CPT

Fattore sicurezza normativa 1,25

Profondità falda idrica 5 m

#### DATI SIMICI

Accelerazione Bedrock 0,15

Tipo Suolo: E - Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con Vs maggiore di 800m/s)

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) 5,65

Peak ground acceleration (PGA) 0,2124

#### PARAMETRI GEOTECNICI



Strato Nr	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unia volume (KN/mc)	Peso unia volume saturo (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1		0,2	0,8	19,5	21	0	0	2451	83,86
2		0,8	1,6	19,2	20,9	0	0	3040	127,48
3		1,6	4,2	19	20,5	0	0	5884	209,86
4		4,2	5	18,5	20	0	0	7355	539,4
5		5	6,6	19,3	20,8	0	0	5884	441,3
6		6,6	7,6	19,5	21	0	0	9807	294

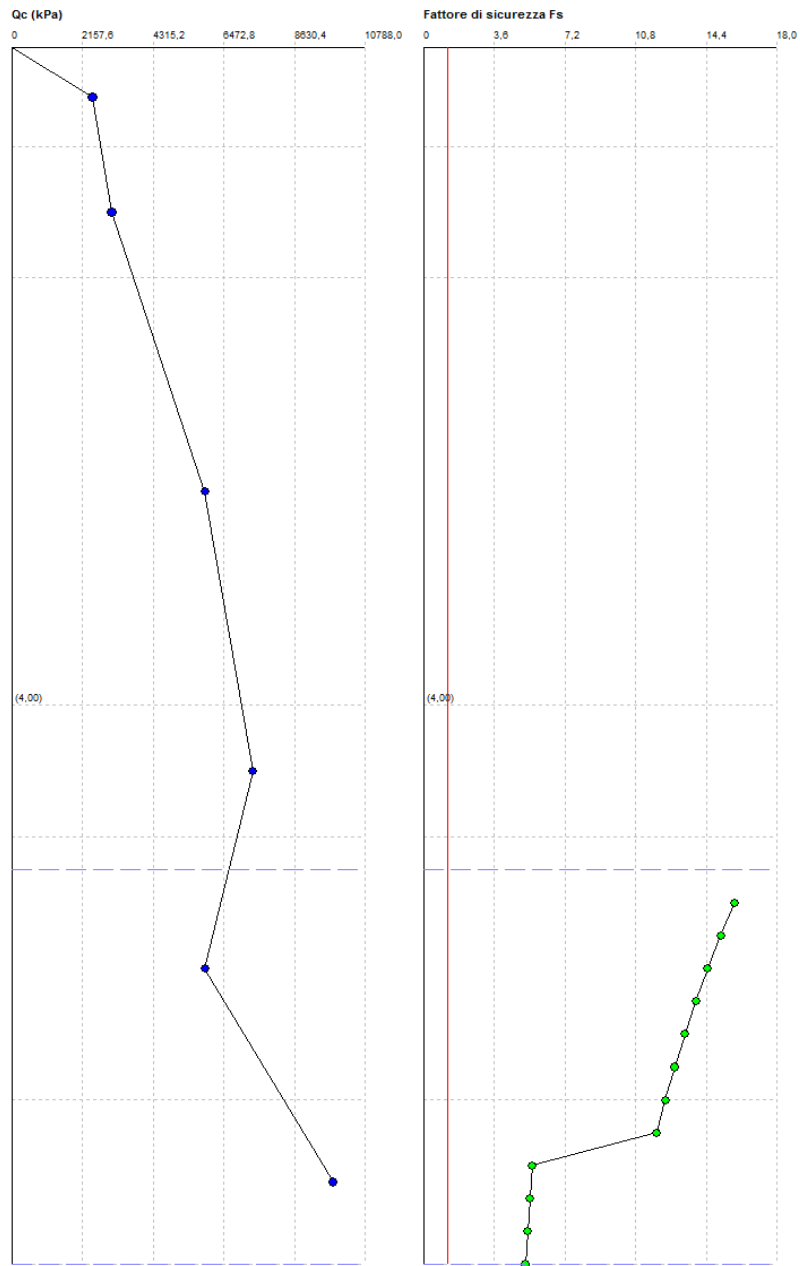
Correzione per la magnitudo (MSF) 1,62

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Resistenza alla punta normalizzata Q	Attrito laterale normalizzato F(%)	Indice di comportamento Ic	Correzione per la pressione litostatica efficace $\gamma_{eff}$	Resistenza alla punta corretta q <sub>cl</sub> (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza F <sub>s</sub>	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio
5,20	99,280	97,319	59,441	7,629	2,701	1,027552	242,130	0,960	1,400	0,088	15,856	No	0	Molto basso
5,40	103,440	99,517	58,086	7,634	2,708	1,00485	239,615	0,959	1,359	0,090	15,134	No	0	Molto basso
5,60	107,600	101,716	56,789	7,640	2,714	0,983129	237,190	0,957	1,321	0,091	14,473	No	0	Molto basso
5,80	111,760	103,915	55,548	7,645	2,720	0,962328	234,849	0,956	1,285	0,093	13,865	No	0	Molto basso
6,00	115,920	106,113	54,358	7,651	2,727	0,942388	232,589	0,954	1,250	0,094	13,306	No	0	Molto basso
6,20	120,080	108,312	53,216	7,656	2,733	0,923258	230,403	0,953	1,217	0,095	12,789	No	0	Molto basso
6,40	124,240	110,511	52,119	7,662	2,739	0,904889	228,289	0,951	1,186	0,096	12,310	No	0	Molto basso
6,60	128,400	112,749	51,047	7,667	2,745	0,886923	226,204	0,950	1,156	0,098	11,860	No	0	Molto basso
6,80	132,640	114,988	91,456	3,039	2,275	0,93	171,122	0,948	0,546	0,099	5,539	No	0	Molto basso
7,00	136,840	117,227	90,578	3,040	2,278	0,923606	170,279	0,946	0,539	0,100	5,414	No	0	Molto basso
7,20	141,040	119,465	89,725	3,042	2,281	0,914911	169,460	0,945	0,533	0,101	5,296	No	0	Molto basso
7,40	145,240	121,704	88,896	3,043	2,284	0,906457	168,664	0,943	0,526	0,101	5,185	No	0	Molto basso

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

<FIELD1>  
<FIELD2>  
<FIELD3>  
<FIELD4>

1:33



Per il settore in esame viene di seguito riportata anche la valutazione qualitativa del potenziale di liquefazione desunto dall'analisi delle prove dinamiche S.p.t. eseguite nell'area di interesse durante l'esecuzione di sondaggi geognostici.

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE					
(da prove dinamiche SPT)					
Metodo semplificato					
Metodo di Seed e Idris (1982)					
<b>PARAMETRI:</b>					
$\gamma$	=	1,8	g/cm <sup>3</sup>		
$\sigma_{vo}$	=	2,34	kg/cm <sup>2</sup>		
$\sigma_{vo}'$	=	2,24	kg/cm <sup>2</sup>		
profondità dello strato	=	1300	cm		
$N_{SPT}$	=	21,3			
profondità falda	=	1200	cm		
$\gamma_{H_2O}$	=	1	g/cm <sup>3</sup>		
Pressione neutra	=	0,100	kg/cm <sup>2</sup>		
z	=	13	m		
				R=	Resistenza al taglio mobilizzata
				T=	Sforzo di taglio indotto dal sisma
				d <sub>50</sub> =	Diametro della curva granulometrica corrispondente al passante al 50%
<b>FORMULE:</b>			<b>RISULTATI:</b>		
$N_a$	=	$(N_{SPT} \cdot (1,7 / (\sigma_{vo} + 0,7))) + N_f$	=	12,31632653	$N_a$
$N_f$	=	0			
R	=	$N_a / 90$	=	0,136848073	R
T	=	$0,65 \cdot ((a_{max}/g) \cdot (\sigma_{vo}' / \sigma_{vo})) \cdot r$	=	0,081991406	T
$a_{max}/g$	=	0,15			
$r_d$	=	0,805			
1,3	≤	$F_s = R/T$	Sabbie sature	=	1,669053854
					Verificato $F_s$

La prova risulta verificata.

### 13. CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA

Dall'analisi e dalla valutazione integrata di quanto emerge dall'acquisizione delle conoscenze relative agli elementi esistenti di tipo geologico, geomorfologico e delle indagini geofisiche, con riferimento al regolamento regionale n. 53/R del 25 ottobre 2011, si deve tener conto, sulla base del quadro conoscitivo acquisito delle aree ove possono verificarsi effetti locali o di sito.

La valutazione preliminare degli effetti locali o di sito ai fini della riduzione del rischio sismico consente di rappresentare:

1. probabili fenomeni di amplificazione stratigrafica, topografica e per morfologie sepolte;
2. la presenza di faglie e/o strutture tettoniche;
3. i contatti tra litotipi a caratteristiche fisico-meccaniche significativamente differenti;
4. accentuazione della instabilità dei pendii;
5. terreni suscettibili a liquefazione e/o addensamento;
6. terreni soggetti a cedimenti diffusi e differenziali.

Tale valutazione è stata rappresentata nel presente piano strutturale, come in precedenza argomentato, attraverso la realizzazione di uno studio di MS di livello 1 secondo i criteri definiti nelle specifiche tecniche di cui all'o.d.p.c.m. 3907/2010.

Tale studio è stato realizzato in corrispondenza dei centri urbani maggiormente significativi o laddove vi sono previsioni di sviluppo urbanistico che il Comune, di concerto con la struttura regionale competente, ha individuato secondo le specifiche di cui al paragrafo 1.B.1.2 delle istruzioni tecniche del Programma VEL e perimetrato secondo i criteri definiti al par. 3.4.2 degli ICMS.

Lo studio di MS di livello 1 ha la finalità di determinare nella pianificazione attuativa scelte mirate e idonee che tendano ad assicurare la riduzione del rischio sismico.

In generale, la sintesi di tutte le informazioni derivanti dallo studio di MS di livello 1, deve consentire di valutare le condizioni di pericolosità sismica dei centri urbani studiati secondo le seguenti graduazioni di pericolosità sotto elencate in ordine decrescente con i criteri di attribuzione alle stesse così come rappresentate nella tavola di pericolosità sismica G.15 realizzata in scala 1:5.000:

**Pericolosità sismica locale molto elevata (S.4):** zone suscettibili di instabilità di versante attiva che pertanto potrebbero subire una accentuazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; terreni suscettibili di liquefazione dinamica in comuni classificati in zona sismica 2.

**Pericolosità sismica locale elevata (S.3):** zone suscettibili di instabilità di versante quiescente che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi; terreni suscettibili di liquefazione dinamica (per tutti i comuni tranne quelli classificati in zona sismica 2); zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse; aree interessate da deformazioni legate alla presenza di faglie attive e faglie capaci (faglie che potenzialmente possono creare

deformazione in superficie); zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzati da un alto contrasto di impedenza sismica atteso tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri.

**Pericolosità sismica locale media (S.2):** zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (che non rientrano tra quelli previsti per la classe di pericolosità sismica S.3).

**Pericolosità sismica locale bassa (S.1):** zone stabili caratterizzate dalla presenza di litotipi assimilabili al substrato rigido in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata e dove non si ritengono probabili fenomeni di amplificazione o instabilità indotta dalla sollecitazione sismica.

Per ogni singola frazione sono state identificate le classi di pericolosità sismica secondo lo schema riassuntivo di seguito riportato, in funzione delle zone stabili suscettibili di amplificazioni locali e le zone di instabilità presenti nel territorio comunale (MOPS), così come precedentemente definite.

<i><b>ID ZONA MOPS</b></i>	<i><b>CLASSE PERICOLOSITA' SISMICA</b></i>
<b><u>Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali</u></b>	
Z1	S.2
Z2	S.2
Z3	S.3
Z4	S.3
Z5	S.3
Z6	S.3
Z7	S.2
Z8	S.2
Z9	S.3
Z10	S.3
Z11	S.3
Z12	S.3
Z13	S.2
Z14	S.2
Z15	S.3
Z16	S.3
Z17	S.2
Z18	S.2
Z19	S.3
Z20	S.3
Z21	S.3
Z22	S.2

Z23	S.2
Z24	S.3
Z25	S.3
Z26	S.2
Z27	S.2
Z28	S.2
Z29	S.2
Z30	S.2
Z31	S.2
Z32	S.2
Z33	S.2
Z34	S.2
Z35	S.2
Z36	S.3
Z37	S.3
Z38	S.3
Z39	S.2
Z40	S.2
Z41	S.2
Z42	S.2
Z43	S.2
Z44	S.2
Z45	S.2
Z46	S.2
Z47	S.2
Z48	S.2
Z49	S.2
Z50	S.2
Z51	S.2
Z52	S.2
Z53	S.2
Z54	S.2
Z55	S.2
Z56	S.2
Z57	S.2
Z58	S.2
Z59	S.2
Z60	S.2
Z61	S.2
Z62	S.2
Z63	S.2

Z64	S.2
Z65	S.2
Z66	S.2
Z67	S.2
Z68	S.2
Z69	S.2
Z70	S.2
Z71	S.2
Z72	S.2
Z73	S.2
Z74	S.3
Z75	S.2
Z76	S.3
Z77	S.3
Z78	S.3
Z79	S.2
Z80	S.2
Z81	S.2
Z82	S.2
Z83	S.2
Z84	S.2
Z85	S.2
<b><u>Zone di attenzione per le instabilità</u></b>	
ZAFR1...n corpi di frana attiva o movimenti attivi non definiti	S.4
ZAFR1...n corpi di frana quiescente	S.3
ZAFR1...n corpi di frana inattivi su zona stabile suscettibile di amplificazione locale con classe di pericolosità sismica S.3	S.3
ZAFR1...n corpi di frana inattivi su zona stabile suscettibile di amplificazione locale con classe di pericolosità sismica S.2	S.2
ZACD	S.3
ZALQ	S.3
ZAID	S.3
faglia potenzialmente attiva e capace con apposizione di “buffer” di 30,0 m simmetrico a partire dalla struttura	S.3

Firenze li 27.01.2017

---

Prof. Geol. Eros Aiello

---

Dott. Geol. Gabriele Grandini



## APPENDICE “A”

Parere istruttorio da parte della Regione Toscana – Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile – Settore Genio Civile Valdarno Superiore – Sede di Firenze (formalizzate con protocollo AOOGR/17392/N060060 del 13.01.2017 in relazione al deposito n. 3315 del 11.10.2016).



Oggetto: L. R. 65/2014 - DPGR 25/10/11, n. 53/R.  
Comune di Reggello  
Deposito n. 3315 del 11/10/16  
Nuovo Piano Strutturale – Intero territorio  
Pratica sottoposta a controllo obbligatorio.  
Comunicazione ai sensi art. 9 comma 2 DPGR 25/10/11, n. 53/R - Richiesta integrazioni.

Al Comune di Reggello

p.c. all'Autorità di Bacino del Fiume Arno

Si comunica che, visti gli esiti dell'istruttoria effettuata in merito alle indagini in oggetto, questo Ufficio ha riscontrato ai sensi dell'art.9 comma 2 del D.P.G.R. 53/R/2011 la necessità delle seguenti integrazioni:

In merito agli aspetti idraulici:

Nella documentazione idraulica non sono esplicitate le condizioni al contorno Fiume Arno / affluenti. Ai fini dell'applicazione della DCI 235/2016 -Disciplina di Piano del nuovo PGRA del Bacino del Fiume Arno - art. 14, punto 6, si richiedono chiarimenti in merito. Infatti l'esplicitazione di tali condizioni risulta necessaria a quest'Ufficio per il controllo e la validazione degli studi sugli affluenti e dei relativi calcoli idraulici in merito alla confluenza fra gli affluenti stessi (nella fattispecie di competenza del Comune e sottoposti al controllo di quest'Ufficio) e il Fiume Arno, (di competenza dell'Autorità di Bacino, che ci legge per conoscenza).

Si rileva inoltre come non siano state perimetrare le aree a diversa pericolosità in aggiunta a quelle soggette a modellazione idraulica. Così come previsto dal punto C.2 dell'Allegato A del DPGR 53/R/11, si richiede di estendere tale perimetrazione su base morfologica e storico inventariale anche agli altri tratti dei corsi d'acqua non modellati, con particolare riferimento ai corsi d'acqua elencati nel PIT.

Nel corso dei sopralluoghi effettuati, in destra idrografica del Torrente Leccio, sono emerse discrepanze morfologiche fra quanto modellato attraverso la tecnologia LIDAR e l'attuale topografia, presumibilmente a causa dell'intensa urbanizzazione avvenuta successivamente al rilievo LIDAR. Poiché tale discrepanza potrebbe comportare anche un'errata attribuzione di pericolosità idraulica per quelle zone, si prescrive di rivedere la carta dei battenti e la relativa carta di pericolosità attraverso l'aggiornamento anche speditivo della topografia delle zone comprese fra la sponda destra del Torrente Leccio e il bacino del Fosso S. Carlino, fino al confine nord dell'attuale zona recentemente urbanizzata.

In merito agli aspetti sismici:

In località capoluogo è individuata nelle cartografie della documentazione sismica la presenza di due strutture tettoniche attive e capaci con relativa area di influenza. Si ritiene condivisibile attribuire alle rispettive aree di influenza la pericolosità sismica elevata S3 ma limitandola all'immediato



intorno delle strutture, escludendo perciò le aree fra loro intercluse che, come si evince dalle misure HVSR, non presentano significativi contrasti di impedenza sismica. A tali zone andrà quindi più correttamente attribuita una pericolosità sismica media (S2).

La documentazione sismica e gli elaborati cartografici evidenziano per le aree di Matassino, Ciliegi, Cascia e S. Clemente la presenza di depositi sabbiosi diffusi presumibilmente interessati dalla presenza di falda acquifera superficiale. Si ritiene pertanto di dover approfondire tale aspetto, anche in relazione alla corretta attribuzione della pericolosità sismica, mediante la valutazione dei dati geotecnici raccolti (in particolare CPT), anche mediante l'applicazione di metodi semplificati in corrispondenza delle varie sulle varie verticali d'indagine, per le quali dovrà essere elaborata la stima dell'indice del potenziale di liquefazione. Nel caso in cui, in seguito ai suddetti approfondimenti, emergano problematiche non precedentemente individuate, dovranno essere opportunamente modificate le carte di pericolosità sismica perimetrando le aree caratterizzate da suscettibilità alla liquefazione.

Si fa presente che, a questo proposito, vista la mancanza di prove CPT nella zona Ciliegi, sarà opportuno programmare in una seconda fase, successiva al presente Piano Strutturale (implementazione degli studi di microzonazione sismica o Regolamento Urbanistico), la realizzazione di una campagna di studi corredata da prove penetrometriche statiche *ad hoc*.

#### In merito agli aspetti geologici:

Siano controllate e riviste per l'intero territorio comunale le aree di influenza (come da punto C.1. dell'Allegato A del DPGR 53/R/11) relative ai fenomeni attivi individuati nella carta geomorfologica e menzionati nella relazione geologico - tecnica. Per tutte le casistiche del territorio in cui sono previste le suddette aree di influenza (frane attive, franosità diffusa, scarpate attive, ripe fluviali con erosione laterale di sponda etc.), devono essere specificate le modalità e i criteri con cui viene stabilita l'entità dell'area di possibile evoluzione del dissesto e la sua rappresentazione in carta.

In merito alla zona della frana delle Lastre, a monte del capoluogo, risulta necessaria una verifica della perimetrazione dell'area a pericolosità elevata, sulla base anche di un'analisi multitemporale della documentazione disponibile. Sia infine valutato anche lo stato di attività del fenomeno (e, se del caso, aumentata la classe di pericolosità) sulla base delle evidenze di campagna e dati satellitari INSAR.

Il Dirigente  
Ing. Leandro Radicchi

Referente istruttoria: Geol. Andrea Banchelli

Calcoli e modellazione idraulica: Ing. Maria Elena Iritale

P.O. Ing. Lorenzo Conti