

**PROVINCIA DI PRATO**  
**COMUNE DI PRATO**

**COSTRUZIONE DI SCALA ESTERNA AD EDIFICIO  
ESISTENTE**

**STUDIO DI FATTIBILITA' GEOLOGICA**

Il Richiedente:  
Spett.le **Comune di Prato**

Dot. **Geo. Andrea Fiaschi**  
n.1271 Ordine dei Geologi della Toscana



Giugno 2022

## SOMMARIO

1.	PREMESSA .....	3
<b>1.1</b>	<b>Ubicazione e descrizione dell'intervento in progetto.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2</b>	<b>Riferimenti normativi.....</b>	<b>5</b>
2.	INQUADRAMENTO E CARTOGRAFIA DI PIANO STRUTTURALE.....	6
3.	INQUADRAMENTO E CARTOGRAFIA DI PIANO DI BACINO .....	9
4.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE .....	10
5.	INDAGINI PER LA CARATTERIZZAZIONE DEL SITO.....	12
6.	MODELLAZIONE GEOLOGICA .....	13
<b>6.1</b>	<b>Geomorfologia ed idrografia .....</b>	<b>13</b>
<b>6.2</b>	<b>Geologia e idrogeologia .....</b>	<b>14</b>
<b>6.3</b>	<b>Stratigrafia di dettaglio .....</b>	<b>15</b>
7.	ELEMENTI DI RISCHIO.....	16
7.1	<u>Rischio Idraulico</u> .....	16
7.2	<u>Rischio Sismico</u> .....	16
8.	FATTIBILITA' DEGLI INTERVENTI .....	19

Allegati:

Prova DPSH  
Prova CPT

## 1. PREMESSA

### 1.1 Ubicazione e descrizione dell'intervento in progetto

Su incarico del Comune di Prato viene redatto il presente studio di fattibilità geologica a supporto del progetto di realizzazione di una scala esterna alla palestra sita in via Roma.

Nelle figure seguenti viene riportato l'inquadramento topografico tratto dalla cartografia tecnica regionale 1:10000 e 1:2000.

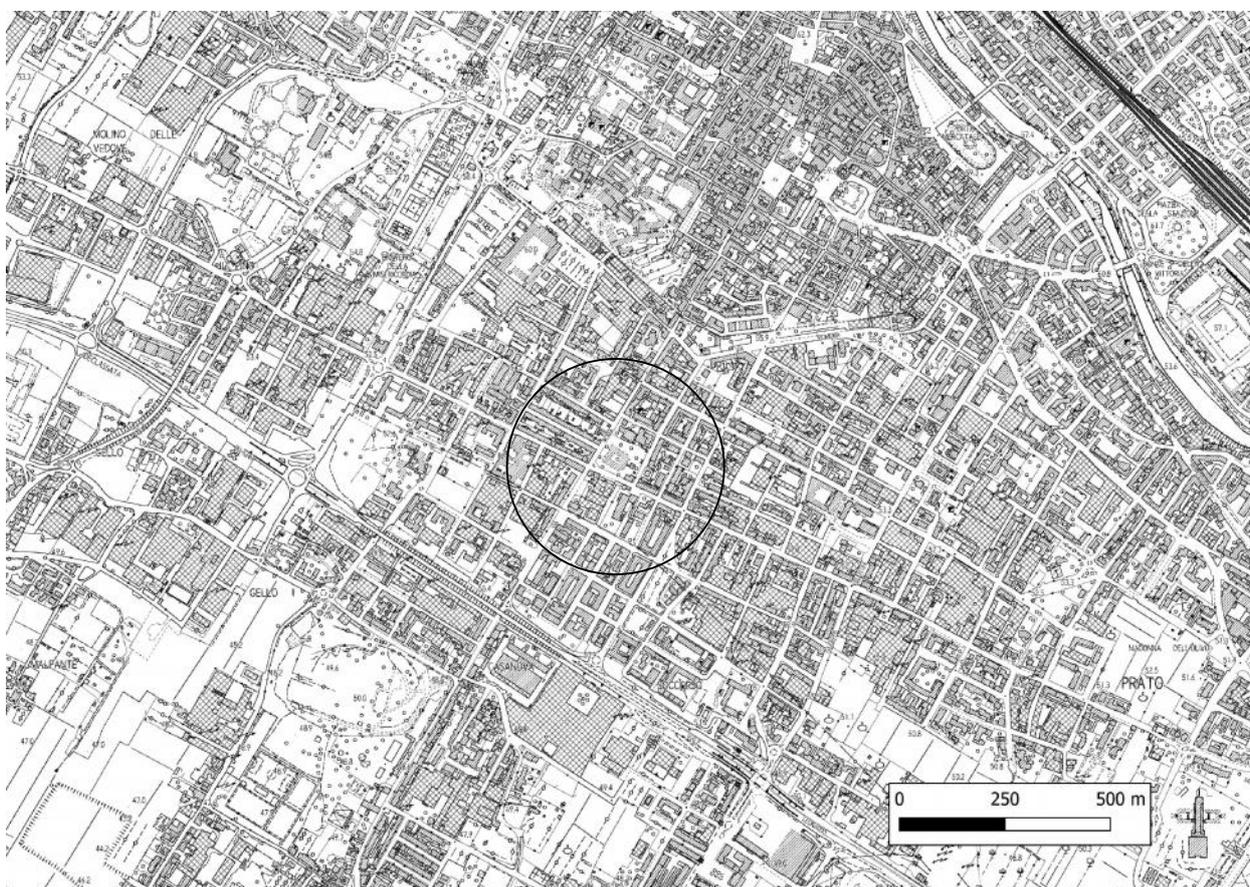


Figura 1 – Estratto dalla CTR 1:10000.

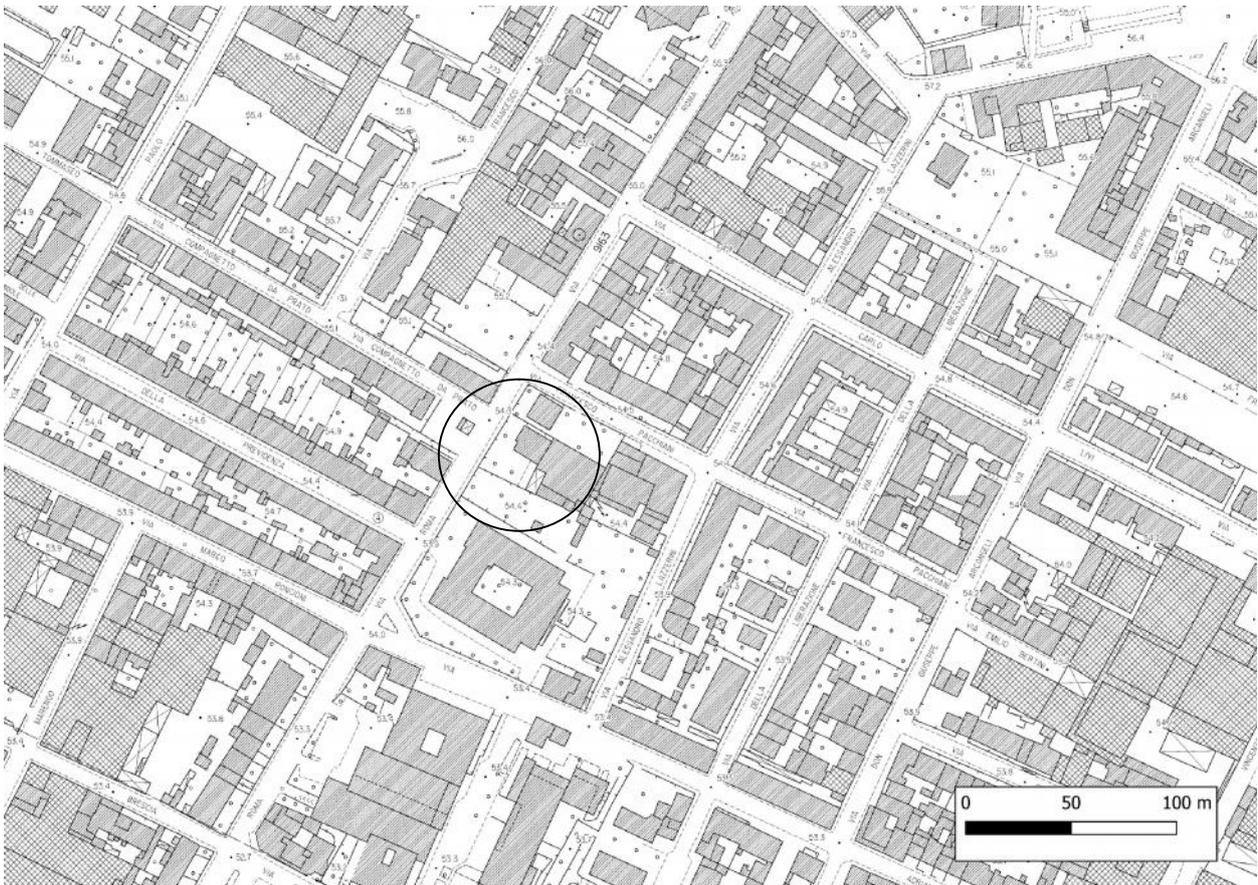


Figura 2 – Estratto dalla CTR 1:2000.

Il progetto (per i cui dettagli si rimanda alle tavole del progettista) prevede la realizzazione di una scala esterna in metallo autoportante con fondazioni su platea (vedi figura seguente).

In base alle norme in vigore le indagini geognostiche necessarie ad acquisire il quadro conoscitivo dell'area dovrebbero essere commisurate all'importanza e alle prestazioni richieste all'opera, tuttavia in questa fase limitata allo studio di fattibilità geologica faremo riferimento alle indagini di archivio nella disponibilità dello scrivente o reperibili su studi ufficiali e pubblicati.

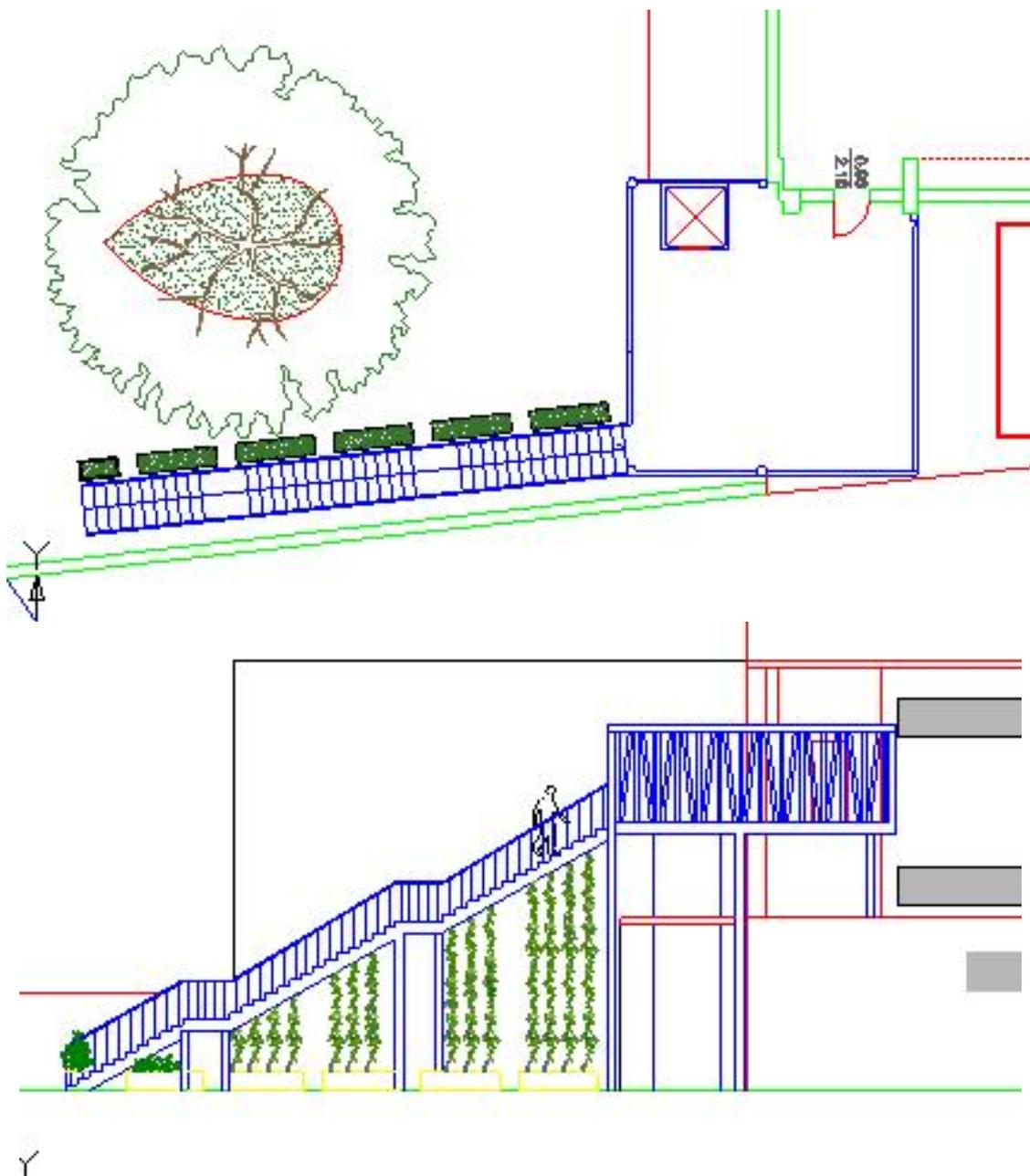


Figura 3 – Estratto dagli elaborati progettuali.

## 1.2 Riferimenti normativi

La relazione è stata redatta in conformità alle disposizioni di legge in vigore ed in particolare:

- ) **D.M. 14.01.2008 - Norme Tecniche per le Costruzioni;**
- ) **D.M. LL.PP. 11.03.1988** e relativa **Circolare 24.09.1988 n. 30483**, emanato in sostituzione del **D.M. LL.PP. 21.01.1981**, che riporta le "Norme tecniche e relative istruzioni riguardanti le

indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";

- J **D.M.LL.PP. del 16/01/96** “Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche”;
- J deliberazione **n. 878 Giunta Regionale Toscana** del 8 ottobre 2012, “Riclassificazione sismica del territorio regionale: Attuazione dell’O.P.C.M. 3519 del 28 aprile 2006 e del D.M. 14.1.2008 - Revoca della DGRT 431/2006” che classifica il territorio comunale di Prato nella **classe 3**;
- J **DPGR 1/R/2022** Regolamento di attuazione dell'art. 181 della L.R. 10/11/2014 (Norme per il governo del territorio). Disciplina sulle modalità di svolgimento delle attività di vigilanza e verifica delle opere e delle costruzioni in zone soggette a rischio sismico;
- J **D.P.G.R. 25.10.2011 n. 53/R** “Regolamento di attuazione dell’articolo 62 della L.R. 03.01.2005 n. 1 (Norme per il governo del Territorio) in materia di indagini geologiche”, che sostituisce il precedente D.P.G.R. 26/R/07.
- J **Piano Strutturale e Piano Operativo** del comune di **Prato**;
- J **d.P.C.M. 6 maggio 2005** "Approvazione del piano di bacino del fiume Arno, stralcio assetto idrogeologico" (GU n. 230 del 3/10/2005);
- J **Delibere n. 231 e 232 del 17/12/2015** “Adozione del Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA)”.

## **2. INQUADRAMENTO E CARTOGRAFIA DI PIANO STRUTTURALE**

Dall’esame della cartografia dei vincoli sovraordinati non si rileva la presenza di vincoli particolari.

La classe di pericolosità idraulica è la 2 – PI2 media (Figura 4) per eventi alluvionali con  $T_r > 200$  anni.

La classe di pericolosità geomorfologica è la 2 – PG2 media (Figura 5) tipica di aree caratterizzate da bassa propensione al dissesto.

La classe di pericolosità sismica è la 2 – PS2 (Figura 6) per la presenza di zone stabili suscettibili di amplificazioni locali.



Figura 4 – Estratto dalla carta della pericolosità idraulica.

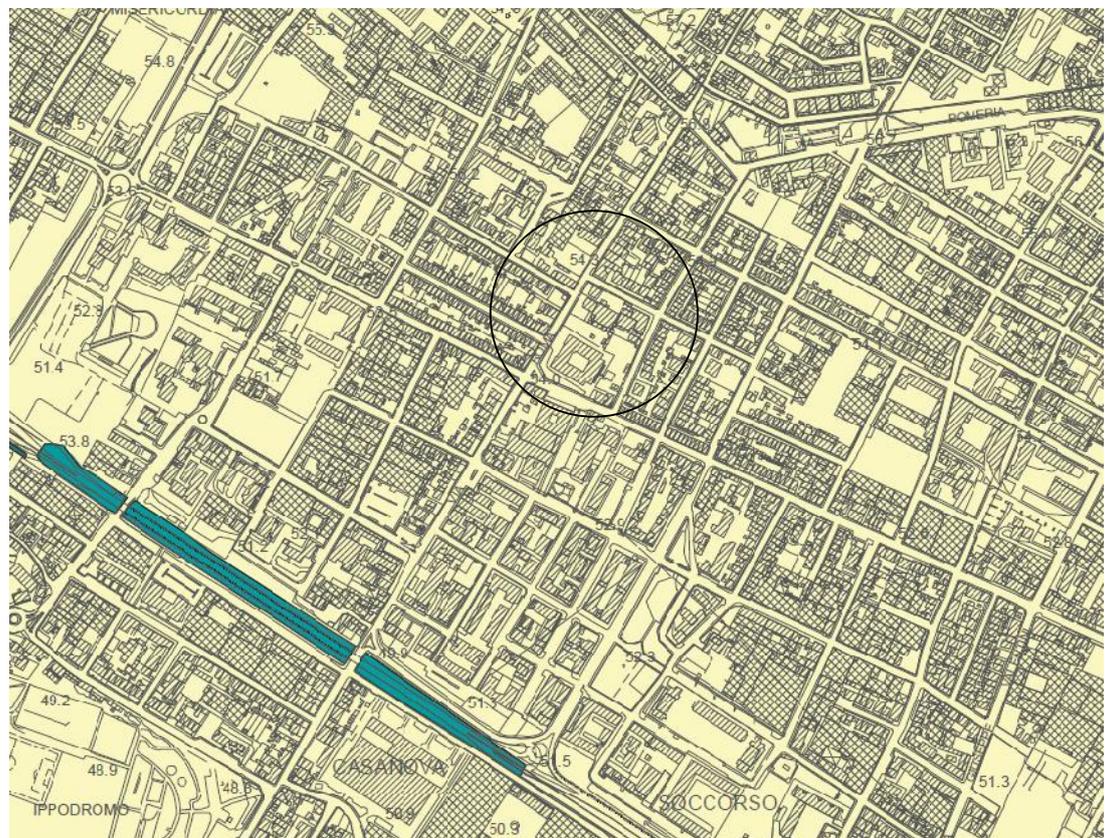


Figura 5 – Estratto dalla carta della pericolosità geomorfologica.

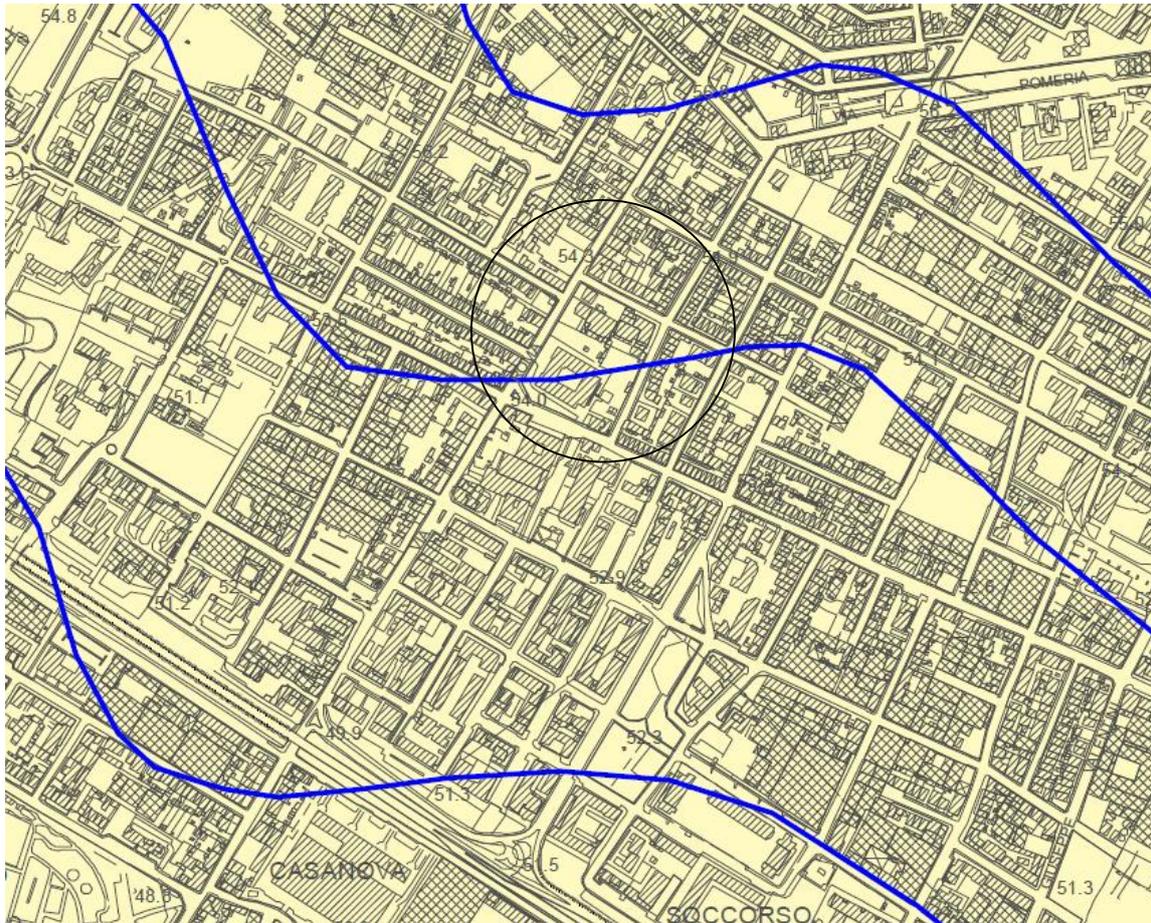


Figura 6 – Estratto dalla carta della pericolosità sismica.

Per quanto riguarda l'inquadramento litostratigrafico si rileva la presenza di depositi alluvionali della pianura caratterizzati da una copertura con granulometria prevalente a limi e argille seguita da sabbie e ghiaie (Figura 7).



Figura 7 – Estratto dalla carta litotecnica.

### 3. INQUADRAMENTO E CARTOGRAFIA DI PIANO DI BACINO

La pericolosità geomorfologica ed idraulica attribuita in sede di piano strutturale deve accordarsi con quanto stabilito dall'Autorità di bacino del fiume Arno.

Nella cartografia del PAI la zona è esterna alle aree classificate in quanto non soggetta a rischio da frana, mentre nella cartografia del PGRA la zona rientra in classe 1 della pericolosità idraulica.



Figura 8 – Estratto dalla cartografia del PAI.

#### 4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE

Il Valdarno Medio, all'interno del quale si trova la zona oggetto di studio, è un bacino intermontano la cui storia geologica deve essere inquadrata nel più ampio contesto dell'evoluzione tettonica dell'Appennino Settentrionale.

La catena Appenninica è una complessa catena montuosa originatasi per l'impilamento successivo di formazioni terrigene depostesi in ambiente marino tra il Cretaceo ed il Miocene. Tale processo di accrezione, legato ai complessi movimenti che hanno interessato le placche Europea ed Africana, si è realizzato in tempi successivi procedendo da Ovest verso Est. Nel complesso la catena è andata strutturandosi a partire dal Miocene, tuttavia la sua formazione non è avvenuta in maniera continua ed ininterrotta, ma piuttosto in maniera impulsiva, con periodi di intensa crescita seguiti da periodi di quiete. A partire dal Pliocene Sup. un intenso impulso tettonico ha prodotto un forte sollevamento del rilievo, concomitante a questo nuovo periodo orogenetico si sono avuti dei forti movimenti distensivi che hanno favorito l'apertura dei grandi bacini intermontani. Tali dislocazioni, prodottesi lungo sistemi di faglie dirette con direzione principale NW-SE, hanno

portato alla formazione di una serie di depressioni tettoniche longitudinali delimitate da alti strutturali. Mentre nelle depressioni si instauravano ambienti di sedimentazione di tipo continentale, nelle aree montuose circostanti prevalevano i fenomeni erosivi favoriti anche dalle forti variazioni climatiche degli ultimi 500.000 anni.

I rapporti fra la sedimentazione terrigena e la subsidenza del fondale guidavano il processo deposizionale, favorendo ora gli ambienti lacustri, ora quelli più marcatamente fluviali, questi diversi ambienti si succedevano non solo in senso temporale, ma anche arealmente.

In una fase in cui probabilmente il bacino era ancora lontano dal colmamento sedimentario, un'ulteriore dislocazione tettonica lungo faglie trasversali all'asse del bacino medesimo portarono al sollevamento della conca di Firenze rispetto alla porzione di Prato-Pistoia, dove la sedimentazione continuò con caratteristiche più spiccatamente lacustri fino al colmamento o quasi. Terminata questa fase, i corsi d'acqua hanno continuato il processo deposizionale divagando attraverso la pianura e coprendo estesamente i sedimenti fluvio-lacustri con materiali alluvionali; sedimenti più grossolani (ciottoli e ghiaie) si depositarono in corrispondenza dei fiumi principali (Arno, Bisenzio e Ombrone) e in particolare nei punti di sbocco all'interno del bacino, dando origine anche a vaste conoidi, mentre nelle altre zone i sedimenti risultano più fini.

Nel complesso il Valdarno Medio risulta delimitato prevalentemente da rilievi montuosi costituiti da formazioni terrigene appartenenti alle Unità Liguri o alla Falda Toscana, mentre l'ampia depressione risulta riempita da sedimenti di tipo continentale provenienti dallo smantellamento delle aree montuose circostanti (Figura 9).

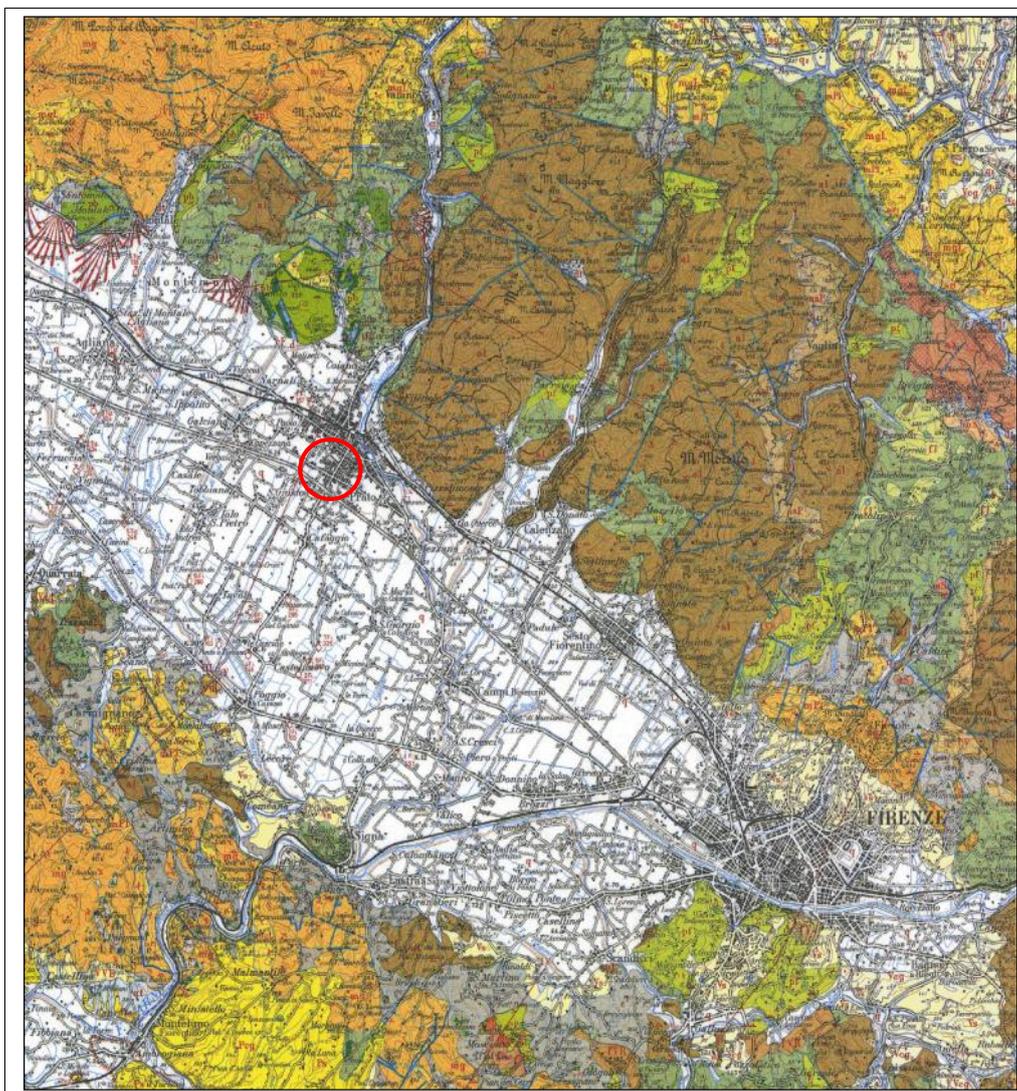


Figura 9 – Estratto dal foglio 106 Firenze della carta geologica d'Italia al 100.000.

## 5. INDAGINI PER LA CARATTERIZZAZIONE DEL SITO

Nella scelta e nella programmazione delle indagini necessarie alla caratterizzazione geologica dell'area, si è tenuto conto delle caratteristiche progettuali dell'intervento e della natura dei terreni interessati.

Considerando che in questa fase preliminare lo studio geologico deve semplicemente valutare la fattibilità dell'opera in relazione al quadro conoscitivo generale e alle condizioni litostratigrafiche del sito, si ritiene sufficiente fare riferimento ad indagini di archivio ricavate dal database on line del Comune di Prato e a dati nella disponibilità dello scrivente relativi alla medesima zona e al medesimo contesto stratigrafico. In particolare sarà utilizzata la penetrometria CPT n.342 realizzata in via Giovanni Pascoli e alcune delle prove eseguite per l'ampliamento della scuola Collodi in via del Purgatorio.



## 6.2 Geologia e idrogeologia

La geologia della zona è interessata dalla presenza di depositi quaternari di grande spessore, caratterizzati dall'alternanza di limi, argille, sabbie e ghiaie in percentuali variabili, spesso in contatto eteropico tra loro e con inclinazioni che seguono quelle dell'assetto di deposizione originario, legato alle numerose divagazioni fuori alveo del Bisenzio che hanno originato il conoide di Prato (Figura 11).



Figura 11 – Estratto dalla cartografia geologica regionale 1:10000 foglio 263100 (non in scala).

Per gli aspetti idrogeologici le stratigrafie dei sondaggi e dei pozzi realizzati in zona evidenziano l'esistenza di un sistema acquifero caratterizzato dallo sviluppo di più falde localizzate in corrispondenza dei livelli di ghiaie con matrice sabbiosa e/o limosa ad elevata permeabilità, intercalate da livelli limoso-argillosi scarsamente permeabili. I pozzi impostati sulla falda freatica hanno un livello idrico prossimo al piano di campagna, mentre quelli profondi che attingono alle falde confinate hanno livelli notevolmente più bassi, con differenze che raggiungono anche i 20 metri. Studi pregressi eseguiti dalla Provincia di Prato collocano il tetto superiore dell'acquifero a profondità intorno ai 27 m dal p.c., tuttavia misure eseguite nel mese di novembre 2022 in un piezometro installato in via Valentini hanno individuato il tetto della falda a 13.8 m dal p.c.

### 6.3 Stratigrafia di dettaglio

La stratigrafia ricavata dai dati disponibili, che dovrà trovare conferma in sede di progettazione definitiva degli interventi con apposita campagna geognostica, è riportata nella seguente tabella. Da tenere conto che l'area è stata edificata da diversi decenni e che il giardino antistante la palestra, dove sarà realizzata la scala, è stato interamente pavimentato, quindi il terreno di fondazione è costituito da riporto per almeno 50 cm seguito da limi fino al tetto delle ghiaie che presumibilmente dovrebbero trovarsi a circa 3 m dal p.c. attuale.

Ciò premesso:

m dal p.c.	Litologia
0.0-0.5	Pavimento e massiciata con riporto
0.5-3.0	Limi e terreno vegetale
3.0-15.0	Ghiaie poligeniche eterometriche

Tabella 1

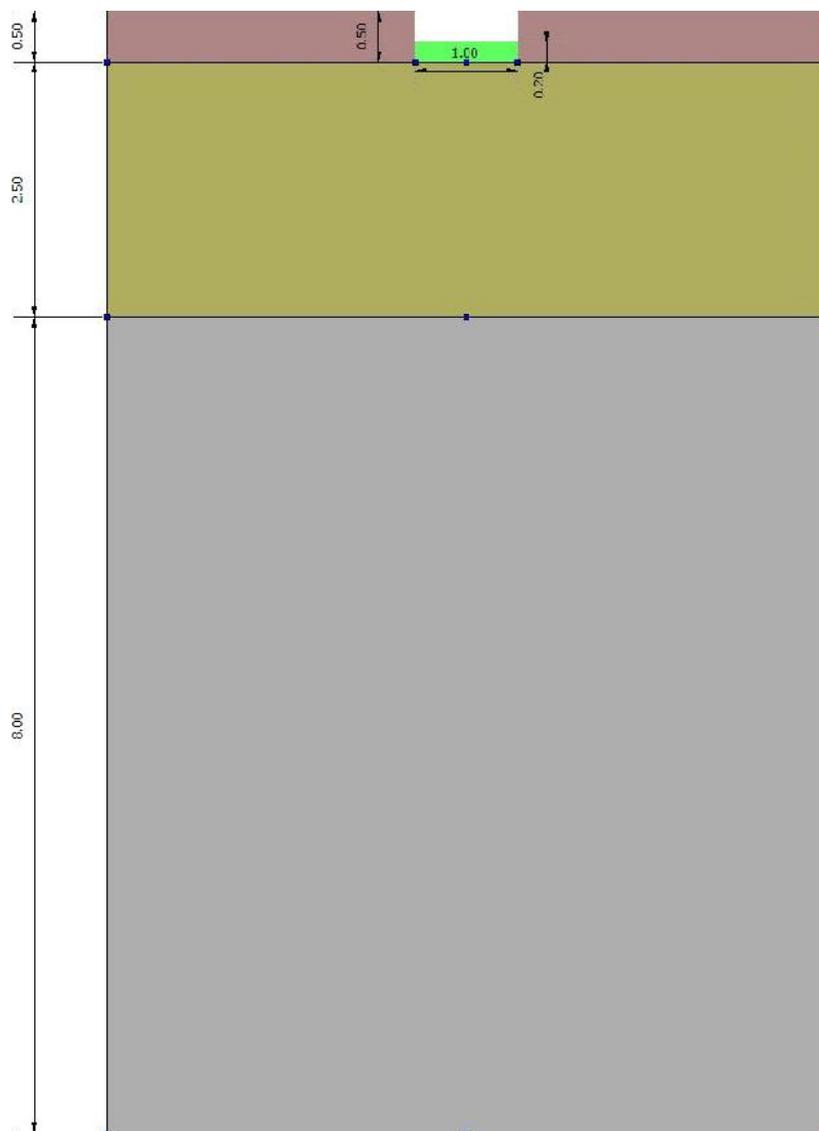


Figura 12 – Schema litostratigrafico.

Dalla penetrometria dinamica eseguita in via del Purgatorio sono stati ricavati i valori di alcuni parametri geotecnici validi come indicazione di massima dei terreni a costituire il piano di appoggio della fondazione, tenendo conto che il piano di imposta dovrà prevedere l'asportazione di almeno 50 cm di terreno:

Profondità dal p.c. (cm)	Angolo di attrito $\varphi$	Cu (kg/cmq)	Comportamento geotecnico
50-200	29°	1.0	Coesivo/Incoerente
200-1500	33°	-	Incoerente

Tabella 2 – Parametri geotecnici espressi a valori medi.

Da evidenziare che tali valori dovranno essere oggetto di verifica mediante indagini geognostiche eseguite direttamente nel lotto.

Il profilo di velocità delle onde sismiche, ricavato da una prova sismica in foro eseguita in via Valentini ha fornito valore della **Vs30 pari a 415 m/s**, questo valore sulla base delle indicazioni fornite dalle NTC -2018 consente di classificare il terreno come di **tipo B**.

## 7. ELEMENTI DI RISCHIO

### 7.1 Rischio Idraulico

Sulla base delle informazioni raccolte l'area è soggetta a rischio idraulico basso.

### 7.2 Rischio Sismico

In base all'O.P.C.M. 3519/2006 il Comune di Prato è attribuito alla **classe di pericolosità sismica 2** corrispondente a valori di accelerazione orizzontale massima convenzionale su suoli di categoria A pari a 0.25g. La Regione Toscana, con successive delibere ha ridotto la classe di appartenenza del comune alla **3**.

Questa classificazione attualmente continua ad avere validità solo per quanto riguarda gli aspetti amministrativi (in particolare il deposito presso gli uffici regionali del Genio Civile) in quanto con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC) la stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido ( $V_{s30} > 800 \text{ m/s}$ ), viene definita mediante un approccio "**sito dipendente**" e non più tramite un criterio "**zona dipendente**". Ciò comporta delle non trascurabili differenze nel calcolo dell'accelerazione sismica di base rispetto

alle precedenti normative. In particolare, applicando il criterio zona dipendente avremmo potuto stimare l'accelerazione di base (senza considerare l'incremento dovuto ad effetti locali dei terreni) tenendo conto solamente della zona sismica di appartenenza del comune (nel caso di Prato, zona sismica 2), adesso invece, secondo quanto riportato nell'allegato A delle NTC, la stima dei parametri spettrali necessari viene effettuata calcolandoli direttamente, per il sito in esame, utilizzando le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento riportato nella tabella 1 dell'Allegato B delle NTC. In particolare, i caratteri del moto sismico su sito di riferimento rigido orizzontale sono descritti dalla distribuzione sul territorio nazionale delle seguenti grandezze, sulla base delle quali sono compiutamente definite le forme spettrali per la generica "probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento" $P_{VR}$  :

$a_g$  = accelerazione massima al sito;

$F_0$  = 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.

Il valore di  $a_g$  è desunto direttamente dalla pericolosità di riferimento, attualmente fornita dall'INGV, mentre  $F_0$  e  $T_C$  sono calcolati in modo che gli spettri di risposta elastici in accelerazione, velocità e spostamento forniti dalle NTC approssimino al meglio i corrispondenti spettri di risposta elastici in accelerazione, velocità e spostamento derivanti dalla pericolosità di riferimento.

La possibilità di descrivere il terremoto in forma di accelerogrammi è ammessa, a condizione che essi siano compatibili con le predette caratteristiche del moto sismico.

In un quadro operativo finalizzato a sfruttare al meglio la puntuale definizione della pericolosità di cui si dispone, si è ritenuto utile consentire, quando opportuno, il riferimento a 4 stati limite per l'azione sismica. Si sono dunque portati a due gli **Stati Limite di Esercizio (SLE)**, facendo precedere lo **Stato Limite di Danno (SLD)** - ridefinito come stato limite da rispettare per garantire inagibilità solo temporanee nelle condizioni post sismiche - dallo **Stato Limite di immediata Operatività (SLO)**, particolarmente utile come riferimento progettuale per le opere che debbono restare operative durante e subito dopo il terremoto (ospedali, caserme, centri della protezione civile, etc.), in tal modo articolando meglio le prestazioni della struttura in termini di esercizio. In modo analogo, si sono portati a due gli **Stati Limite Ultimi (SLU)** facendo seguire allo **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)** lo **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC)**, particolarmente utile come riferimento progettuale per alcune tipologie strutturali (strutture con

isolamento e dissipazione di energia) e, più in generale, nel quadro complessivo della progettazione antisismica.

I quattro stati limite così definiti, consentono di individuare quattro situazioni diverse che, al crescere progressivo dell'azione sismica, ed al conseguente progressivo superamento dei quattro stati limite ordinati per azione sismica crescente (**SLO**, **SLD**, **SLV**, **SLC**), fanno corrispondere una progressiva crescita del danneggiamento all'insieme di struttura, elementi non strutturali ed impianti, per individuare così univocamente ed in modo quasi "continuo" le caratteristiche prestazionali richieste alla generica costruzione.

Ai quattro stati limite sono stati attribuiti valori della probabilità di superamento  $P_{VR}$  pari rispettivamente a 81%, 63%, 10% e 5%, valori che restano immutati quale che sia la classe d'uso della costruzione considerata; tali probabilità, valutate nel periodo di riferimento  $V_R$  proprio della costruzione considerata, consentono di individuare, per ciascuno stato limite, l'azione sismica di progetto corrispondente.

Nel caso specifico considerando l'intervento in classe d'uso 2, con la vita nominale superiore o uguale a 50 anni, i parametri delle forme spettrali proposte dal T.U. sono i seguenti (Tabella 3):

<b>STATO LIMITE</b>	<b>Tr</b>	<b>Ag [g]</b>	<b>F<sub>0</sub></b>	<b>Tc*</b>
<b>SLO</b>	30	0.049	2.528	0.250
<b>SLD</b>	50	0.060	2.557	0.266
<b>SLV</b>	475	0.139	2.437	0.299
<b>SLC</b>	975	0.179	2.389	0.310

Tabella 3 – Valori dei parametri spettrali relativi al sito ed all'edificio oggetto di studio.

Mentre gli spettri di risposta elastici (rimandando al testo di legge per l'espressione analitica) assumono la seguente forma grafica in relazione allo stato limite considerato (Figura 13).

Ciascuno di questi spettri deve essere poi modificato in funzione della categoria di suolo e della categoria topografica, valutandolo per ciascuno degli stati limite sopra definiti e adattato alle caratteristiche progettuali mediante il coefficiente di struttura.

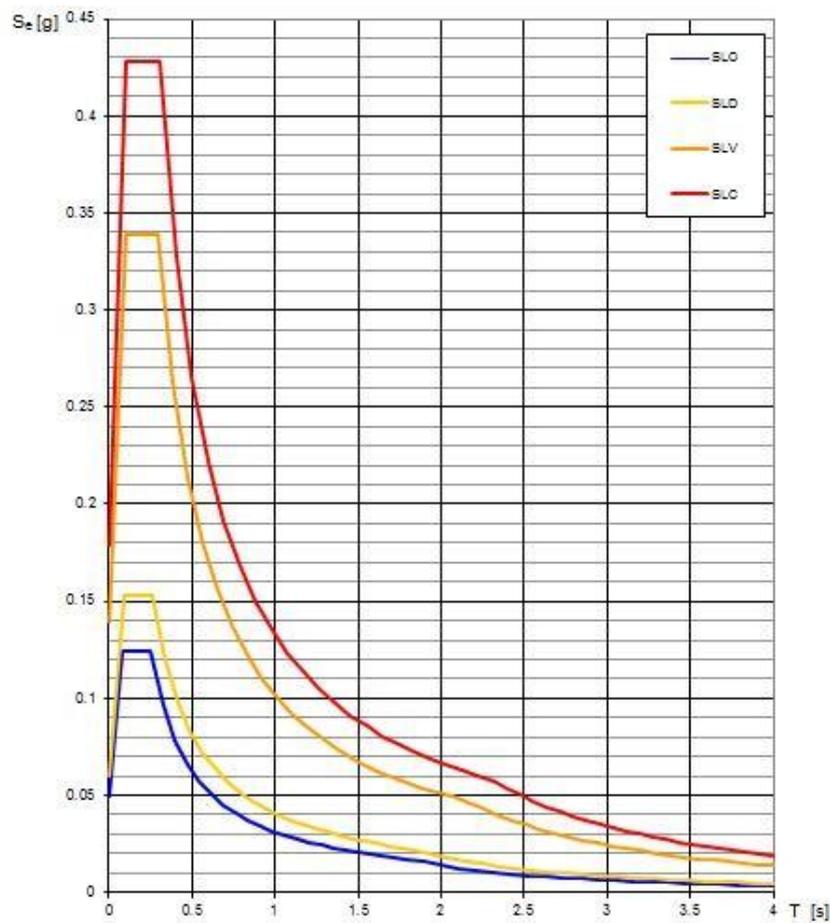


Figura 13 – Spettri di risposta elastici per i diversi stati limite.

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.016	0.019	0.052	0.074
kv	0.008	0.009	0.026	0.037
Amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.762	0.927	2.114	2.586
Beta	0.200	0.200	0.240	0.280

Tabella 4

Considerate le condizioni geologiche e le caratteristiche geo-meccaniche dei terreni del sottosuolo che possono essere desunte dai caratteri di inquadramento e dai dati raccolti con le indagini, non si attendono cedimenti e cedimenti differenziali di eventuali depositi grossolani poco addensati e/o di terreni con caratteristiche fisico-meccaniche scadenti (limi e argille molli).

## 8. FATTIBILITA' DEGLI INTERVENTI

In definitiva in base alla classe di pericolosità geomorfologica, idraulica e sismica considerando quanto prescritto dalle Norme Tecniche di Attuazione e dalla Relazione di Fattibilità

Geologica allegata al PO, tenendo conto di tutto il quadro conoscitivo raccolto all'intervento in esame viene assegnata fattibilità idraulica, geomorfologica e sismica 2 (Fattibilità con normali vincoli), senza ulteriori prescrizioni rispetto a quanto già previsto nelle norme tecniche in vigore e nei regolamenti regionali vigenti.

Prato, Giugno 2022

Dott. Geol. Andrea Fiaschi



Firmato da:

**FIASCHI ANDREA**

codice fiscale FSCNDR67E04G9990

num.serie: 786264

emesso da: InfoCamere Qualified Electronic Signature CA

valido dal 01/10/2021 al 01/10/2024