



COMUNE DI SCANDICCI

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

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

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

PROGETTO:

L1001

E - GEOLOGIA E GEOTECNICA

ELABORATO:

E.01

RELAZIONE GEOLOGICA

SCALA:

PROPONENTE:

PRATELLI S.R.L.

Via XXV Aprile, n.12
Arezzo (AR) 52100
pec: fpratellisrl@legalmail.it

PROGETTISTA:

Ing. Tiziano Staiano



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



IMPIANTI ELETTRICI:

Per. Ird. Gabriele Giuliani



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

ASPETTI ARCHEOLOGICI:

Dott. Lorenzo Marasco

Archedogo I Fascia
Elenco Nazionale Operatori dei Beni Culturali n. 5605
Abilitato indagini Archeologia Preventiva

Via di San Benedetto 23 - 53100 Siena
Tel 331 6458378 - P.IVA 0128620527
e-mail: brenzo.marasco@gmail.com

GEOLOGIA E GEOTECNICA:

Dott. Roberto Checucci

#TUONDI GEOLÓGIA



Via Francesco Berni 13
50124 Firenze
Tel. 328 1340927
e-mail: dterob59@gmail.com

REV.

DATA EMISSIONE

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

00

Giugno 2025

R. Checucci

R. Checucci

R. Checucci

01

Marzo 2026

R. Checucci

R. Checucci

R. Checucci

INDICE

1.	PREMESSA	3
1.1	QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO	3
1.1.1	<i>Normativa nazionale</i>	<i>3</i>
1.1.2	<i>Normativa regionale</i>	<i>3</i>
2.	VINCOLI E SALVAGUARDIE	4
2.1	VINCOLO IDROGEOLOGICO	4
2.2	AUTORITA' DI DISTRETTO DELL'APPENNINO SETTENTRIONALE	4
2.3	L'APPLICAZIONE DEL R.D. n.523 DEL 25/07/1904	5
2.4	L'APPLICAZIONE DELLA L.R. n.41 DEL 24/07/2018	6
3.	CLASSIFICAZIONE ALL'INTERNO DEGLI STRUMENTI URBANISTICI COMUNALI	7
3.1	CONDIZIONI DI FATTIBILITA'	7
3.1.1	<i>Criteri di fattibilità in relazione agli aspetti geologici</i>	<i>8</i>
3.1.2	<i>Criteri di fattibilità in relazione a problematiche connesse alla risorsa idrica</i>	<i>9</i>
3.1.3	<i>Criteri di fattibilità in relazione al rischio di alluvioni</i>	<i>10</i>
3.1.4	<i>Criteri di fattibilità in relazione agli aspetti sismici</i>	<i>10</i>
4.	RELAZIONE GEOLOGICA	11
4.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	11
4.1.1	<i>Note di Geologia Regionale</i>	<i>11</i>
4.1.2	<i>Costituzione stratigrafica</i>	<i>13</i>
4.2	GEOMORFOLOGIA	15
4.3	CARATTERI IDROGEOLOGICI	15
4.3.1	<i>Permeabilità dei terreni</i>	<i>15</i>
4.3.2	<i>Inquadramento idrogeologico</i>	<i>16</i>
4.4	CARATTERIZZAZIONE DEL SUBSTRATO	15
4.4.1	<i>Descrizione della campagna geognostica</i>	<i>15</i>
4.4.2	<i>Caratterizzazione stratigrafica</i>	<i>17</i>
4.4.3	<i>Situazione idrogeologica locale</i>	<i>18</i>
4.5	PARAMETRIZZAZIONE FISICO-MECCANICA DEI TERRENI	18
4.5.1	<i>Caratterizzazione da prove SPT in foro</i>	<i>18</i>
4.5.2	<i>Caratterizzazione da prove penetrometriche</i>	<i>19</i>
4.6	MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO: SCHEMA RIASSUNTIVO	19
4.7	CENNI SULLA GESTIONE DEI MATERIALI DERIVANTI DALLE OPERAZIONI DI SCAVO	20
5	RICOSTRUZIONE DEL MODELLO SISMICO A GRASNDE SCALA	23
5.1	RISCHIO SISMICO TERRITORIALE	23
5.1.1	<i>Sorgenti sismogenetiche</i>	<i>23</i>
5.1.2	<i>Dati sismologici storico-inventariali</i>	<i>25</i>
5.1.3	<i>Sismicità strumentale</i>	<i>26</i>
5.2	CLASSIFICAZIONE SISMICA	27
5.2.1	<i>Classificazione nazionale</i>	<i>27</i>
5.2.2	<i>Classificazione regionale</i>	<i>28</i>
5.3	PERICOLOSITA' SISMICA	28
5.3.1	<i>Pericolosità sismica di base</i>	<i>30</i>

Indice delle figure (Appendice I)

- 1 – Ubicazione dell'area in esame in scala 1:10.000
- 2 – Planimetria in scala 1:2.000
- 3 – PGRA: Mappa di pericolosità da alluvioni fluviali
- 4 – PGRA: Distribuzione dei battenti di Arno e Serchio
- 5 – Reticolo Idrografico di Gestione
- 6 – Carta della pericolosità geologica
- 7 – Carta della pericolosità idraulica
- 8 – Carta della pericolosità sismica
- 9 – Carta della pericolosità idrogeologica e salvaguardia degli acquiferi
- 10 – Carta geologica (Progetto CARG Toscana)
- 11 – Carta idrogeologica
- 12 - Ubicazione delle indagini geognostiche utilizzate

1. PREMESSA

Il presente lavoro costituisce la relazione geologica a supporto del progetto di opere di urbanizzazione relative alla riqualificazione del Comparto RQ08e San Colombano Via del Chese (Comune di Scandicci – FI), che si concretizzeranno nella riorganizzazione della viabilità pubblica tra Via Vittorio Masiani e Via del Chese.

L'esatta ubicazione dell'area in questione è riportata in Fig.1 e Fig.2 allegate in Appendice.

1.1 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

1.1.1 Normativa nazionale

- **D.M. 17.01.2018** (*“Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni”*)
- **Circ. C.S.LL.PP. n.7 del 21.01.2019** (*“Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”*)
- **D.P.R. n.120 del 13.06.2017** (*“Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'art.8 del D.L. 12 settembre 2014 n.133, convertito con modificazioni dalla legge 11 novembre 2014 n.164”*)
- **Voto n°36 Consiglio Sup. LL.PP. Del 27.07.2007** (*“Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale”*)
- **Eurocodice 7.1 1997** (*“Progettazione geotecnica – Regole generali”*),
- **Eurocodice 7.2 2002** (*“Progettazione geotecnica – progettazione assistita da prove di laboratorio”*),
- **Eurocodice 7.3 2002** (*“Progettazione geotecnica – progettazione assistita con prove in sito”*),
- **Eurocodice 8 UNI ENV 1998** (*“Resistenza sismica – parte 5”*),
- **Ord.P.C.M. n°3274 del 20.03.03** e successive modifiche ed integrazioni

1.1.2 Normativa regionale

- **D.G.R.T n°878 del 02.10.2012** (*“Aggiornamento dell classificazione sismica regionale in attuazione dell'OPCM 3519/2006 e ai sensi del DM 14.01.2008 – Revoca della DGRT 431/2006”*)
- **D.G.R.T n°01/R del 19.01.2022** (*“Regolamento di attuazione dell'articolo 181 della LR 10.11.2014 n.65 - Norme per il governo del territorio. Disciplina sulle modalità di svolgimento dell'attività di vigilanza e verifica delle opere e delle costruzioni in zone soggette a rischio sismico”*) e collegato **Allegato 1**

2. VINCOLI E SALVAGUARDIE

2.1 VINCOLO IDROGEOLOGICO

Ai sensi della L. n°3267 del 30.12.23, del R.D. 1126/1926, artt. 21 e 22, nonché della D.P.G.R. N°32/R del 16.03.2010 (*"Testo Coordinato del DPGR 48/R del 08.08.2003"*, aggiornato al febbraio 2019), l'area interessata non è soggetta a tale vincolo.

2.2 AUTORITÀ DI DISTRETTO DELL'APPENNINO SETTENTRIONALE (EX AUTORITÀ DI BACINO DELL'ARNO)

- **Piano di Bacino del Fiume Arno, stralcio "Rischio Idraulico" (approvato con D.P.C.M. n°226 del 05.11.99)** – Nella *"Carta guida delle aree allagate"* l'area in oggetto ricade all'interno delle *"Aree soggette ad esondazioni eccezionali"*, per le quali si applicano i disposti di cui alla Norma 13 delle Norme di Piano, che così recita:
"Fatto salvo quanto stabilito nelle norme 2 e 3, le opere che comportano trasformazioni edilizie e urbanistiche, ricadenti nelle aree rappresentate nella «Carta guida delle aree allagate», potranno essere realizzate a condizione che venga documentato dal proponente ed accertato dall'Autorità amministrativa competente al rilascio dell'autorizzazione il non incremento del rischio idraulico da esse determinabile o che siano individuati gli interventi necessari alla mitigazione di tale rischio, da realizzarsi contestualmente all'esecuzione delle opere richieste".
All'interno della *"Carta degli interventi strutturali per la riduzione del rischio idraulico nel bacino dell'Arno"*, invece, l'area non è perimetrata.
- **Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.)** – Tale atto di pianificazione sostituisce in toto il Piano di Assetto Idrogeologico Idraulico per quanto attiene la pericolosità idraulica: con questo inoltre si viene ad ottemperare a quanto previsto dalla direttiva "alluvioni" 2007/60/CE che stabiliva che entro il 22 dicembre del 2015 ogni Stato dell'Unione Europea si doveva dotare di un piano per la gestione del rischio di alluvioni nei bacini del proprio territorio nazionale. Tale Piano è stato aggiornato nella seduta dello scorso 20 dicembre 2021 della Conferenza Istituzionale Permanente, con l'adozione (deliberazione n.26) del nuovo **"Piano di Gestione del rischio di Alluvioni 2021 – 2027"**.
Nella *"Cartografia Idraulica – Mappa della Pericolosità per alluvione fluviale e costiera"* l'area in esame ricade per la maggior parte in **classe P2 (pericolosità media)**, vedi Fig.3), corrispondente ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno maggiore di 30 anni e minore/uguale a 200 anni: per tale classe valgono i disposti di cui agli articoli 9 e 10 della Disciplina di Piano 2021.
Alcune zone marginali del comparto sono inoltre classificate in **classe P3 (pericolosità elevata)**: corrispondente ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno inferiore di 30 anni: per tale classe valgono i disposti di cui agli articoli 7 e 8 della Disciplina di Piano 2021.
Si ricorda inoltre che il Distretto Appennino Settentrionale dispone anche di una cartografia interattiva dei battenti idraulici afferenti al reticolo principale per $Tr = 200$ anni: tale cartografia mette in evidenza che il comparto in esame risulta caratterizzato da un battente idraulico duecentennale pari a 38.26 mt slm (vedi Fig.4).
- **Piano di Gestione delle Acque del Distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale (PGA) e Piano di Bacino, stralcio Bilancio Idrico del Fiume Arno (PBI)** - Il Piano di Gestione delle Acque (PGA) è lo strumento, previsto dalla Direttiva 2000/60/CE, con il quale vengono fissati gli obiettivi di non deterioramento e di raggiungimento del buono stato per i corpi idrici superficiali (stato ecologico e stato chimico) e per i corpi idrici sotterranei (stato quantitativo e stato chimico): tale piano - approvato con DPCM 27 ottobre 2016 - è stato aggiornato nella seduta dello scorso 20 dicembre 2021 della Conferenza Istituzionale Permanente con l'adozione (deliberazione n. 25) del nuovo **Piano di Gestione delle**

Acque 2021-2027 del Distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale.

Il **Piano di Bilancio Idrico (PBI)** del fiume Arno, approvato con DPCM 20 febbraio 2015 e pubblicato in G.U. n. 155 del 7/7/2015, è invece lo strumento conoscitivo su cui fondare la gestione della risorsa idrica, e fornisce gli strumenti per la regolazione amministrativa dei prelievi, sia superficiali che sotterranei, del bacino. Per l'area in esame il Piano di Gestione delle Acque individua la presenza di:

- Corpo idrico superficiale **“Fiume Arno Fiorentino – tratto di valle”** (che scorre immediatamente a monte del comparto in oggetto), classificato in stato ecologico SCARSO (con obiettivo del raggiungimento dello stato sufficiente al 2027) ed in stato chimico NON BUONO (con obiettivo del raggiungimento dello stato buono al 2027);
- Corpo idrico sotterraneo **“Corpo idrico della piana Firenze-Prato-Pistoia – zona Firenze”**, classificato in stato quantitativo BUONO (con obiettivo del mantenimento dello stato suddetto) e stato chimico NON BUONO (con obiettivo del raggiungimento dello stato buono al 2027).
- **Piano di Assetto Idrogeologico (PAI)** del fiume Arno, approvato con DPCM 6 maggio 2005 (GU n. 230 del 3/10/2005), ad oggi vigente nell'intero bacino del fiume Arno per la sola parte geomorfologica, è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla difesa del suolo da rischi geomorfologici. Tale piano, con deliberazione della Conferenza Istituzionale Permanente n. 28 del 21 dicembre 2022 è stato aggiornato tramite l'adozione del **“Progetto di Piano di bacino del distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale, stralcio Assetto Idrogeologico per la gestione del rischio da dissesti di natura geomorfologica”**.
In merito al comparto in esame, si segnala che questo ricade in area completamente pianeggiante, quindi non rientra nelle perimetrazioni di pericolosità da frana.
- **Piano di Bacino del Fiume Arno, stralcio «Bilancio Idrico» (dicembre 2010)** – Ai nostri scopi, interessano i contenuti di cui all'**Allegato 5 “Indirizzi per la salvaguardia della risorsa idrica in ambito di escavazioni”**. Tale allegato *“fissa gli indirizzi ai quali dovranno attenersi la autorità competenti al rilascio dei provvedimenti autorizzativi al fine di perseguire la compatibilità delle attività estrattive, e di escavazione in genere, con la salvaguardia delle risorse idriche, garantendo che tali attività non privino il corpo idrico sotterraneo della sua protezione. Gli strati di copertura hanno la funzione di impedire, ritardare e comunque attenuare la propagazione di sostanze inquinanti, sia di origine naturale che antropica, verso l'acquifero stesso. Non deve essere, pertanto, aumentata la vulnerabilità dei corpi idrici sotterranei in seguito alle attività di escavazione. In linea di principio l'attività estrattiva e/o i lavori di escavazione non devono inoltre modificare le caratteristiche quali-quantitative della risorsa idrica sotterranea”*.
In questa sede è possibile affermare che, in considerazione del fatto che non è prevista la realizzazione di locali interrati, non si ravvisano rischi di interferenze con la falda acquifera.

2.3 L'APPLICAZIONE DEL R.D N°523 DEL 25.07.1904

Tale norma impone le limitazioni d'uso alla fascia di 10 ml rispetto al piede esterno dell'argine o al ciglio di sponda del corso d'acqua più vicino, costituendo questa una fascia di territorio esclusivamente deputata al passaggio dei mezzi meccanici finalizzati alla manutenzione idraulica. Come si evince dalla planimetria riportata in Fig.5, il comparto in oggetto si trova vicino al corso del Fosso Rigone, distinto all'interno del Reticolo Idrografico e di Gestione della Regione Toscana con i seguenti codici:

GID: 74794
Nome Fosso Rigone
IDRETLR79: MV33942

Rispetto a tale asta fluviale sarà pertanto necessario mantenere la fascia d rispetto di 10 metri precedentemente citata.

2.4 L'APPLICAZIONE DELLA L.R. N°41 DEL 24.07.2018 (“DISPOSIZIONI IN MATERIA DI RISCHIO DI ALLUVIONI E TUTELA DEI CORSI D'ACQUA”)

Trovandosi l'area in esame all'interno delle classi di pericolosità P2 e P3 di PGRA, questa rientra negli ambiti di applicazione di tale normativa. In particolare, al caso in oggetto si applica l'**art.13 “Infrastrutture lineari o a rete”**.

3. CLASSIFICAZIONE ALL'INTERNO DEGLI STRUMENTI URBANISTICI COMUNALI

All'interno della Seconda Variante al Piano Strutturale, approvata con DCC n.33 del 10.04.2019 e divenuta efficace a partire dal 08.06.2019, si hanno le seguenti classificazioni di pericolosità.

- **Carta della Pericolosità Geologica** (Fig.6) – L'area di d'interesse rientra in parte in **classe G3 (pericolosità elevata)**, caratterizzata da terreni con scadenti caratteristiche geotecniche, essendo classificabile all'interno delle aree con rilevanti manomissioni antropiche quali le zone di cava abbandonate e ricolmate presenti nella pianura dell'Arno e della Greve.
La restante parte ricade invece in **classe G2 (pericolosità media)**, attribuita ad aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi e stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; corpi detritici su versanti con pendenze inferiori al 25%
- **Carta della Pericolosità Idraulica** (Fig.7) – Il comparto rientra in parte in **classe I3 (pericolosità elevata)**, cioè in un'area soggetta ad allagamenti per eventi con tempo di ritorno compreso tra 30 e 200 anni (in linea con la classificazione di pericolosità fornita dal PGRA).
La restante parte ricade invece in **classe I4 (pericolosità molto elevata)**, comprendente aree soggette ad allagamenti per eventi con tempo di ritorno inferiore a 30 anni.
- **Carta della Pericolosità Sismica** (Fig.8) - Il comparto rientra in parte in **classe S3 (pericolosità elevata)**, che viene attribuita alle coperture fluvio-lacustri con spessore non superiore a 30-50 metri poste al di sopra del substrato rigido. In queste situazioni il contrasto di impedenza sismica tra i due litotipi posto ad una profondità significativa può determinare effetti di amplificazione sismica in superficie.
Le altre situazioni particolari per le quali è attribuibile un livello di pericolosità elevato sono quelle dove sono presenti corpi franosi quiescenti, che possono subire una riattivazione del movimento, ed i terreni con caratteristiche geotecniche scadenti, quali i riempimenti di cava (come nel caso in esame), che possono subire cedimenti diffusi o differenziali sotto una forte sollecitazione sismica.
La restante parte ricade invece in **classe S2* (pericolosità media)**: con questa classe, che non è definita nelle direttive regionali di cui al DPGR.n.53/R/11, si vuole indicare una pericolosità dovuta alla eventuale presenza di spessori significativi di livelli grossolani (perlopiù ghiaie cementate/molto addensate) all'interno del corpo alluvionale della pianura dell'Arno che potrebbero dare luogo a fenomeni di amplificazione delle onde sismiche in superficie per effetto di un alto contrasto di impedenza sismica tra le due diverse litologie. Si è infatti potuto stabilire che in tutta la piana è presente un livello continuo di ghiaie grossolane di spessore massimo intorno di cinque metri, posto a profondità variabile tra i dieci e i dodici metri dal piano di campagna, e, al contempo, che questo strato mostra in maniera discontinua dei "picchi di frequenza" significativi.
- **Carta della Pericolosità Idrogeologica e Salvaguardia degli Acquiferi** (Fig.9) – Il comparto rientra in classe di **pericolosità elevata E**, in quanto caratterizzato da una vulnerabilità dell'acquifero elevata e da una media potenzialità dello stesso acquifero.

3.1 Condizioni di fattibilità

Il progetto in esame prevede la riorganizzazione della viabilità tra Via Masiani e Via del Chese tramite la realizzazione di una nuova rotatoria, così come illustrato di seguito



In linea del tutto generale, si ritiene fattibile l'intervento in fase di progettazione urbanistica senza particolari controindicazioni di carattere "geologico" e nel novero dell'applicazione dei normali criteri del "buon costruire": si impartiscono pertanto i seguenti criteri generali di fattibilità.

3.1.1 Criteri di fattibilità in relazione agli aspetti geologici

All'interno dell'**art.40 comma 3** delle NTA – tra l'altro – così si legge: *"nelle situazioni caratterizzate da pericolosità geologica elevata (G.3) la fattibilità degli interventi presuppone il rispetto dei seguenti criteri generali:*

- la realizzazione di interventi di nuova edificazione o di nuove infrastrutture è subordinata all'esito di idonei studi geologici, idrogeologici e geotecnici - da elaborare a livello di Piano Attuativo, Progetto Unitario o di intervento diretto - finalizzati alla verifica delle effettive condizioni di stabilità dell'area, prima e dopo la realizzazione dell'intervento, ed alla individuazione della eventuale necessità di realizzare, preventivamente o contestualmente, interventi di messa in sicurezza;*

- b) *gli eventuali interventi di messa in sicurezza, definiti sulla base degli studi geologici, idrogeologici e geotecnici di cui alla lett. a), devono essere comunque tali da:*
- non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti;*
 - non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione e/o prevenzione dei fenomeni;*
 - consentire l'effettuazione di successivi interventi di manutenzione delle opere stesse"*

Per quanto riguarda le aree ricadenti in classe di pericolosità G2 – invece - all'**art.40 comma 2** così si legge: *"Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità geologica media (G.2) l'attuazione degli interventi è subordinata all'effettuazione, a livello esecutivo, dei normali studi geologico-tecnici previsti dalla normativa vigente in materia, in particolare il D.P.G.R. n. 36/R/09 e il D.M. 17.01.2018 (NTC 2018), finalizzati anche alla verifica del non aggravio dei processi geomorfologici eventualmente presenti nell'area di intervento. Gli interventi di trasformazione territoriale diversi dall'ingegneria civile (es.: sistemazioni idraulico-agrarie e/o forestali) devono essere comunque mirati alla conservazione e alla difesa del suolo, con particolare riguardo alla protezione dall'erosione. A tale scopo devono essere adottate opportune tecniche di gestione delle colture e devono essere limitate le possibilità di innesco dei processi di erosione incanalata. Fermi restando i limiti e le prescrizioni di cui alle vigenti norme regionali in materia forestale, tali interventi sono consentiti a condizione che:*

- 1. gli scavi e/o i riporti abbiano caratteristiche tali da non alterare le condizioni di stabilità dei luoghi e delle opere o infrastrutture circostanti, sia in fase di esecuzione dei lavori che in fase di esercizio;*
- 2. gli interventi comprendano specifici accorgimenti atti a regolare i deflussi delle acque superficiali, siano esse meteoriche o di versante, sia in fase di realizzazione che in fase di esercizio;*
- 3. gli interventi siano correttamente inseriti nel contesto morfologico.*

3.1.2 Criteri di fattibilità in relazione a problematiche connesse alla risorsa idrica

Nella Tav.Fi4 *"Carta idrogeologica e della vulnerabilità degli acquiferi"* del quadro conoscitivo del Piano Strutturale sono individuate le classi di vulnerabilità degli acquiferi in relazione alle caratteristiche idrogeologiche del substrato. Tale valutazione, di tipo qualitativo, costituisce un ulteriore supporto, al pari della pericolosità geologica, idraulica e sismica, per la definizione delle condizioni di fattibilità degli interventi e destinazioni d'uso previste dal Piano Operativo. In particolare, Nelle aree in Classe E si prescrive quanto segue:

1. a tutela delle opere di captazione ad uso acquedottistico si applicano le disposizioni di salvaguardia di cui all'art. 36 del PO;
2. nelle fasi di cantiere degli interventi da eseguirsi nelle aree 'TR' di trasformazione ed 'RQ' di riqualificazione, di cui agli artt. 3 e 4 delle presenti norme, sono adottate tutte le misure necessarie a prevenire infiltrazioni inquinanti sulla base di un apposito documento di sicurezza che tenga conto delle caratteristiche dell'acquifero e delle eventuali interferenze con la falda derivanti dai lavori (art.35 comma 2 NTA POC)

3.1.3 Criteri di fattibilità in relazione al rischio di alluvioni

Tutti gli argomenti afferenti al rischio da alluvioni e al rischio idraulico in genere sono oggetto di specifica relazione specialistica, alla quale si rimanda integralmente.

3.1.4 – Criteri di fattibilità in relazione agli aspetti sismici

All'interno dell'**art.44 comma 3** delle NTA – tra l'altro – così si legge: “in sede di predisposizione dei Piani Attuativi di cui all'art.18, ovvero, in loro assenza, in sede di predisposizione dei Progetti Unitari di cui all'art. 19 o dei progetti relativi ad interventi urbanistico-edilizi diretti, l'attuazione degli interventi deve essere comunque supportata, oltre che dalle indagini geognostiche previste dal D.M. 17.01.2018 (NTC 2018) e dal D.P.G.R. n.36/R/09, da specifiche indagini geognostiche e geofisiche riferite alle seguenti casistiche:

- a)
- b) nel caso di terreni di fondazione particolarmente scadenti, sono da effettuare adeguate indagini geognostiche e geotecniche basate su sondaggi e analisi di campioni di terreno, finalizzate alle verifiche dei cedimenti;
- c) per i terreni potenzialmente soggetti a liquefazione dinamica sono da effettuare adeguate indagini geognostiche e geotecniche basate su sondaggi, analisi granulometriche su campioni di terreno e prove CPT, finalizzate al calcolo del coefficiente di sicurezza relativo alla liquefazione dei terreni.
- d)
- e) nelle zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzate da un alto contrasto di impedenza sismica tra copertura e substrato rigido, deve essere effettuata una campagna di indagini geofisiche (es: profili sismici a riflessione/rifrazione, prove sismiche in foro, profili MASW) e geotecniche (es: sondaggi, preferibilmente a carotaggio continuo) che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica tra coperture e bedrock sismico. Nelle zone di bordo della valle, per quanto attiene alla caratterizzazione geofisica, è preferibile l'utilizzo di prove geofisiche di superficie capaci di effettuare una ricostruzione bidimensionale del sottosuolo (sismica a rifrazione/riflessione) orientate in direzione del maggior approfondimento del substrato geologico e/o sismico;
- f) per gli interventi per i quali, ai sensi del D.P.G.R. n. 36/R/09, siano da realizzare indagini in foro, si deve procedere con l'elaborazione di un'analisi di risposta sismica locale per la valutazione dell'azione sismica di progetto ai sensi delle NTC 2018. Gli esiti dello studio di risposta sismica locale devono essere confrontati con le categorie di sottosuolo di cui alle NTC 2018 in modo da utilizzare i parametri più cautelativi”.

Infine, per le aree ricadenti in classe di pericolosità S2*, l'**art.44 comma 2** così recita: “Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità sismica locale S2*, in sede di predisposizione dei Piani Attuativi, dei Progetti Unitari o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi, sono da realizzare indagini sismiche di microtremore al fine di verificare la sussistenza o meno, all'interno del substrato di fondazione, di livelli ghiaiosi molto addensati che possono determinare effetti di amplificazione sismica in superficie. Nel caso si verifichi tale occorrenza si applicano le prescrizioni di cui al successivo punto 3”.

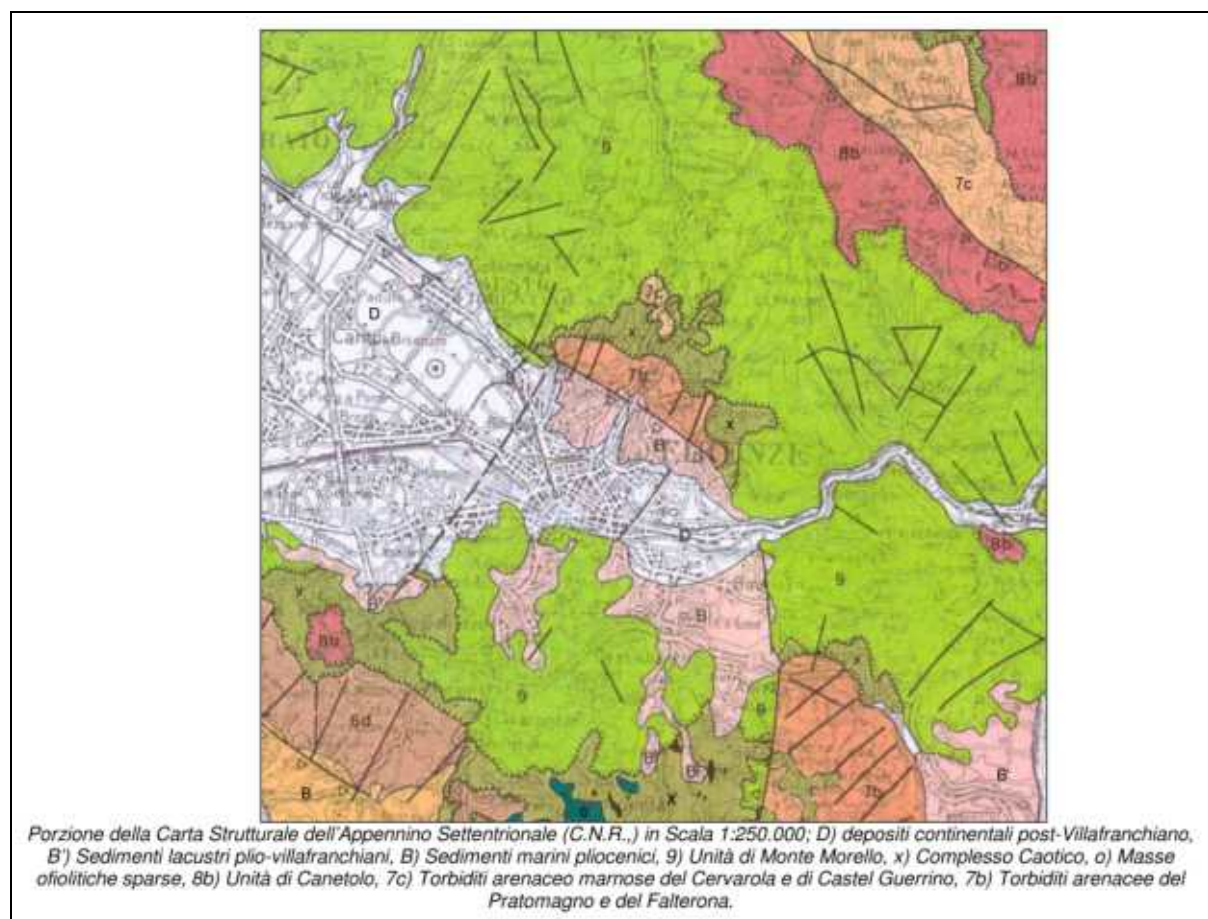
4. RELAZIONE GEOLOGICA

4.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

4.1.1 Note di Geologia Regionale

L'area di Scandicci è collocata nel settore sud-orientale del bacino di Firenze-Prato-Pistoia (vedi sotto) che si sviluppa in direzione NW-SE: tale bacino si è individuato a partire dal Pliocene superiore come depressione tettonica, sede di sedimentazione fluvio-lacustre a partire dal Pliocene. L'area è caratterizzata dall'estesa pianura alluvionale dell'Arno orientata in direzione appenninica e posta a circa 45-60 mt. slm, e in parte da rilievi collinari spesso con sommità tabulare.

In questa porzione di territorio, infatti, le formazioni pre-plioceniche (che costituiscono il substrato del bacino e che affiorano in corrispondenza dei rilievi circostanti) sono accavallate in falde sovrapposte tra loro lungo piani di scorrimento a basso angolo con vergenza verso ENE, a testimonianza di fasi di tettonica compressiva legate sia all'orogenesi alpina sia all'orogenesi appenninica, ed evolutesi a partire dal Cretaceo superiore fino al Miocene superiore.



Questa fase di tettonica compressiva provocò il sollevamento della catena nord-appenninica, coinvolgendo unità tettonico-sedimentarie (Liguri, Toscane, Umbro-Marchigiane) costituite da litologie arenacee, calcaree, calcareo-marnose ed ofiolitiche, derivanti da sedimenti provenienti da bacini di sedimentazione distinti sia per età che per localizzazione.

La fase tettonica miocenica-pliocenica provocò nella Toscana meridionale la frammentazione della crosta terrestre lungo una rete di faglie: i blocchi sprofondati divennero dei bacini lacustri o marini, mentre le zone sollevate costituirono delle dorsali che separavano le varie fosse di sedimentazione.

Ancora oggi, queste vicende tettoniche determinano lo schema della variabilità litologica e morfologica dei rilievi. In particolare, il bacino di Firenze-Prato-Pistoia presenta la sua profondità massima nella zona tra Campi Bisenzio e Calenzano (500-550 m), minori profondità si sono riscontrate tra Prato e Pistoia (400-450 m); le profondità minime sono invece presenti nella zona di Firenze (50 m nel centro cittadino). L'emissario di questo antico lago era probabilmente ubicato alla stretta della Gonfolina: avendo la depressione un carattere endoreico, aveva i principali immissari nella paleo-Ema nella conca di Firenze, nell'Ombrone all'estremo opposto del bacino e nel Bisenzio nella sua parte centrale.

Il progressivo abbassamento del fondo del lago veniva compensato dal forte trasporto solido di tali corsi d'acqua (in considerazione del fatto che l'area appenninica di provenienza era in forte sollevamento e quindi in accentuata erosione), che dettero luogo ad ampie conoidi clastiche.

Il fondo del bacino risultò di forma asimmetrica, incernierato in corrispondenza del margine meridionale, con maggiore profondità verso il margine settentrionale a causa dell'azione della faglia normale che lo delimitava a NE. Ulteriori faglie, trasversali rispetto al suo asse maggiore (faglia di Maiano – Bagno a Ripoli e di Castello – Scandicci), interessarono il substrato pre-lacustre, causando il sollevamento (di circa 150-200 m) della conca di Firenze rispetto al resto del bacino che si estinse precocemente.

Il movimento relativo di tali faglie è il principale responsabile della diversa profondità del substrato litoide pre-lacustre all'interno del bacino. L'andamento di tale substrato rappresenta un elemento di fondamentale importanza nel quadro dell'assetto geologico-stratigrafico della città, in quanto costituisce un vero e proprio bedrock potente e continuo, in grado di condizionare lo sviluppo della morfologia recente, controllare le dinamiche della circolazione idrica sotterranea dei vari acquiferi e di influenzare le diverse dimensioni della risposta sismica superficiale in funzione del contrasto di impedenza con terreni più recenti e meno consolidati.

In questa pianura così prosciugata si instaurò un reticolo idrografico controllato dal livello di base dell'Arno, il cui corso sfociava nel lago residuo in corrispondenza delle Cascine, formando una pseudoconoide che si estendeva verso Osmannoro e Campi Bisenzio: tale conoide risultava associata nella zona di Castellina a quelle dei torrente Ema, Greve e Vingone, e nella zona di Careggi a quella del Terzolle.

Conseguentemente, ciò causò un raccorciamento dell'area occupata dal lago, che veniva così ad essere delimitato a Sud-Est dall'allineamento Castello-Scandicci: nel restante bacino di Prato-Pistoia, invece, continuò senza soluzione di continuità la deposizione lacustre fino al totale colmamento.

Questi sedimenti lacustri affiorano estesamente nei dintorni di Firenze e più limitatamente lungo il fianco sud-ovest della piana, mentre mancano del tutto lungo il fianco nord-est (da Castello fino a Pistoia). Ciò testimonia una attività tettonica del fianco nord-est, continuata anche durante le fasi del riempimento lacustre.

Nella successiva fase alluvionale si instaurò un reticolo idrografico facente sempre capo all'Arno (vedi illustrazione nella pagina seguente) che, con numerosi cicli di erosione e deposizione (coincidenti con le varie fasi glaciali che si sono succedute), rimangiò l'originaria superficie depositandovi una spessa coltre di sedimenti sciolti. Questi ultimi erano in genere a granulometria grossolana in prossimità dei corsi d'acqua o entro gli alvei, ed a granulometria decisamente più fine nelle zone più distali. Si ricorda in proposito che la stessa alluvione del 1966 ha depositato in alcune aree oltre 50 centimetri di sedimenti costituiti prevalentemente da limi e sabbie fini.

La fase più recente è caratterizzata dalla migrazione del corso dell'Arno che si è spostato da NE verso SW, meandrando ed erodendo alla base le colline di San Miniato e di Bellosguardo.

L'ultima fase evolutiva del bacino vide infine sia l'abbondante sedimentazione di materiali in corrispondenza degli alvei dell'Arno e dei suoi affluenti sia l'instaurarsi di estese zone palustri, specialmente ai margini della pianura neoformata ed in prossimità dei corsi d'acqua principali, alcune delle quali perdurano fino in epoca storica: in tali ambienti, sedimentologicamente tranquilli, si depositarono sedimenti fini con frequenti intercalazioni torbose.

In tempi preistorici le aree lacustri del bacino risultarono ridotte e – pertanto – Ombrone e Bisenzio, già immissari di un lago poco profondo, divengono tributari dell'Arno. Più o meno nello stesso periodo si completa la formazione della piccola conoide del Fosso delle Grazie (a Nord di Rovezzano), quella di Ponte a Mensola (fra Campo di Marte e Coverciano) e quella del Torrente Affrico.

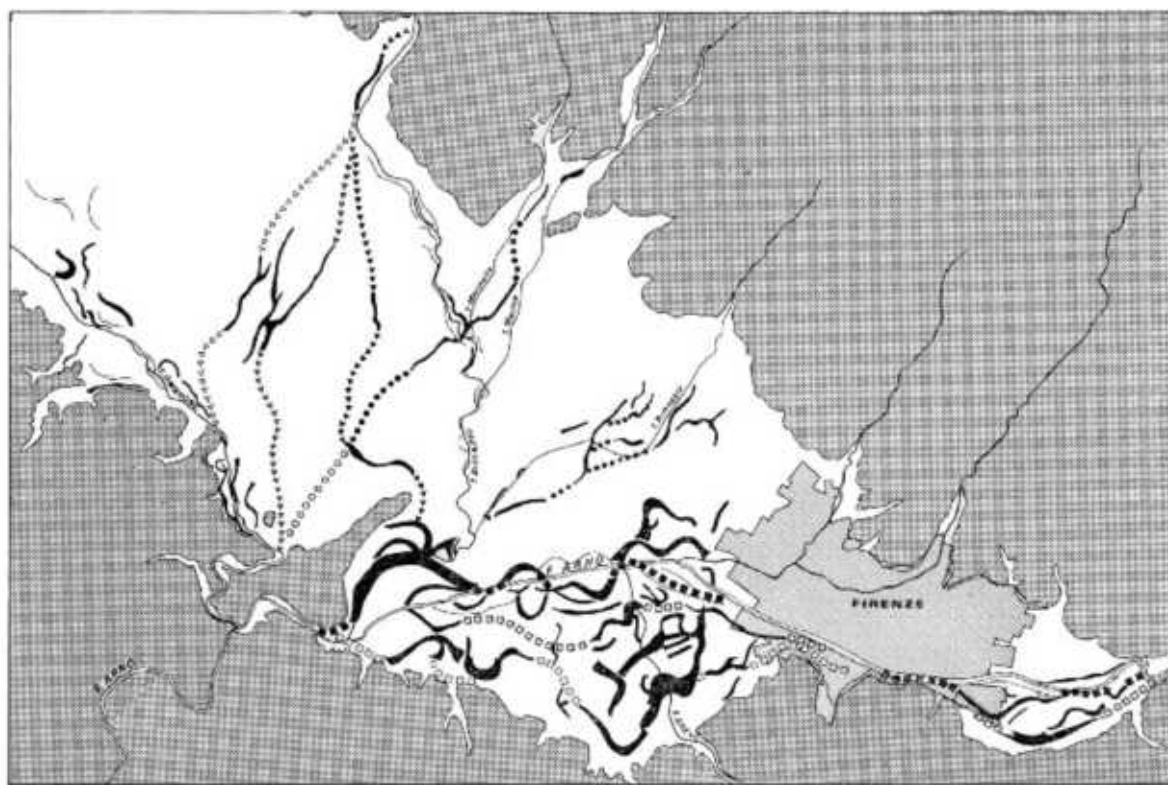


Fig. 13 – Antichi percorsi dei fiumi della Piana di Firenze-Prato desunti da foto aeree (da Conedera & Ercoli, 1973).

A questa attività costruttiva dei piccoli affluenti dell'Arno fa riscontro – nelle ultime migliaia di anni – una prevalente attività erosiva da parte dell'Arno che incide, a monte di Firenze, i suoi stessi depositi formando terrazzi fluviali di due ordini successivi. Il più recente di essi – noto come “Ripa del Bisarno” – era molto evidente fino a circa 30 anni fa prima delle più recenti urbanizzazioni.

4.1.2 Costituzione stratigrafica

Caratteristica peculiare dei terreni clastici fluvio-lacustri ed alluvionali presenti nella piana fiorentina è un'accentuata varietà di facies laterale e verticale con frequenti discontinuità stratigrafiche, spesso corrispondenti a fenomeni erosivi nell'ambito di un processo sedimentario prevalente.

Altrettanto rilevante è la complessità dei rapporti stratigrafici che – per lo più – non sono di semplice sovrapposizione, ma di incastro laterale secondo superfici sedimentarie eteropiche o secondo superfici erosive complesse e ripetute. Recentemente l'analisi critica di tutti i dati geognostici disponibili, accostata all'evoluzione geologica dell'area, ha reso possibile l'individuazione di diverse situazioni tettonico-sedimentarie distinte nel tempo, ben definite da rapporti di erosione e deposizione; pertanto ognuna di queste è stata considerata un Sistema secondo i vari ambienti fluvio-lacustri o corsi fluviali di afferenza (BRIGANTI et. Alii, 2003).

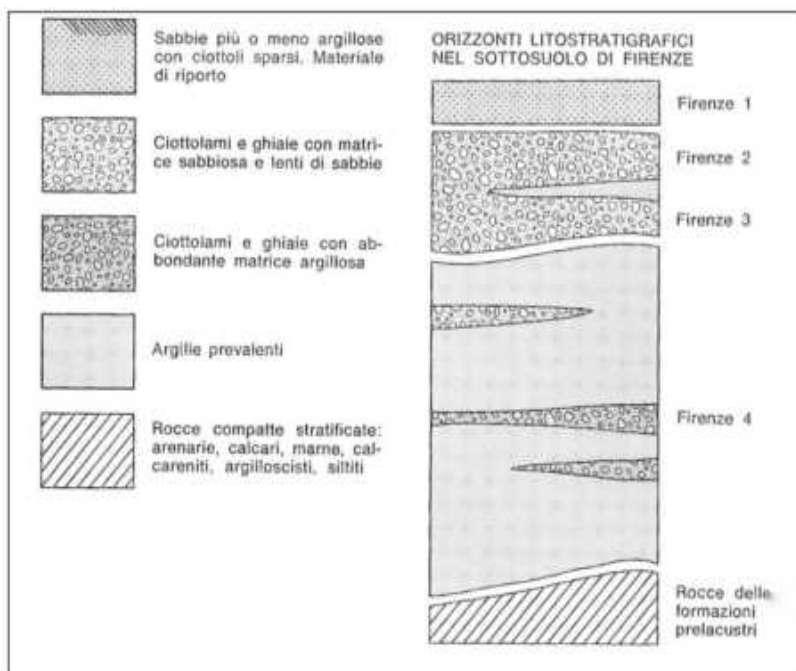
Sulla base di questa nuova classificazione, e come si nota dalla carta geologica allegata in Fig.10 (Progetto C.A.R.G.), l'area in esame ricade all'interno dei **Depositi Alluvionali Olocenici**, appartenenti al cosiddetto “**Sistema dell'Arno**”, che racchiude al suo interno i depositi d'alveo e di esondazione recenti ed attuali del materasso alluvionale dell'Arno e dei suoi affluenti nell'area fiorentina.

All'interno di tali depositi di riempimento del bacino è stato possibile riconoscere quattro successive fasi di deposizione che in bibliografia sono state denominate "Orizzonti Firenze" (vedi sotto).

- **Orizzonte Firenze 1** - È lo strato più superficiale, costituito in massima parte da materiale deposto dal Fiume Arno e dai suoi affluenti durante le piene e presenta uno spessore che oscilla tra 3 e 9 m. L'orizzonte di regola è composto da sabbia fine con argilla; le ghiaie e i ciottoli sono frequentemente dispersi nel banco mentre sono molto più rare piccole lenti di argilla. In varie località questo orizzonte è composto da sabbie anche grossolane e relativamente pulite come, per esempio, in zone in prossimità dell'Arno (Anconella).

Come è ben riportato nelle cartografie tematiche del Comune

di Scandicci, nel comparto in oggetto la sedimentazione naturale di questo primo orizzonte è stata rimaneggiata e parzialmente sostituita dai materiali di riporto prodotti dalla attività antropica che si è sviluppata negli anni



- **Orizzonte Firenze 2** - È composto da ciottolami, ghiaie e sabbie, depositi fluviali incoerenti che presentano notevoli e rapide variazioni granulometriche, sia in senso orizzontale, sia verticale. La frazione argillosa è di solito assai scarsa tanto da conferire complessivamente una buona permeabilità. Lo spessore di questo orizzonte è molto variabile (da 0,00 a 22,00 mt); diminuisce gradualmente verso i margini della pianura e verso ovest. L'età risulta compresa tra l'ultimo interglaciale e l'attuale.
- **Orizzonte Firenze 3** - È costituito da ciottolami, ghiaie e sabbie, con una matrice argillosa più abbondante che nell'orizzonte Firenze 2 soprastante, tanto da risultare mediamente meno permeabile: l'argilla a tratti è presente anche in lenti. La maggior percentuale di matrice argillosa nei sedimenti più grossolani fa pensare a un deposito lacustre prossimale, ubicato in corrispondenza dello sbocco di un fiume, con fasi di avanzamento e retrocessione della linea di riva dell'antico lago. L'orizzonte Firenze 3 è in genere separato dal soprastante da uno strato di argilla di colore turchino, probabilmente di origine palustre-lacustre e nelle poche zone dove quest'ultimo viene a mancare, i due orizzonti non possono essere distinti con certezza in quanto mostrano una sostanziale continuità deposizionale. L'età dell'orizzonte Firenze 3 è Pleistocene medio-superiore.
- **Orizzonte Firenze 4** - È costituito da argille di deposizione lacustre, compatte di colore turchino, più raramente giallastro, talora con presenza di lignite e torba. A vari livelli sono presenti lenti di ghiaie e ciottoli, più raramente di sabbie; la matrice argillosa è quasi sempre abbondante, tanto da limitare notevolmente la permeabilità del deposito. Lo spessore dell'orizzonte Firenze 4 è determinato dalla quota del fondo lago; infatti, all'Anconella lo spessore si aggira intorno a 70 metri, nel centro città è sui 25 metri, aumentando rapidamente verso le Cascine fino a superare i 300 metri nella zona di San Donnino.

4.2 GEOMORFOLOGIA

L'attuale morfologia del territorio fiorentino è frutto soprattutto degli eventi avvenuti a partire dalla fine del Pleistocene, con la formazione di un reticolo idrografico avente come livello di base il corso del Fiume Arno, le cui dinamiche sono controllate dalle fluttuazioni glacio-eustatiche e dipendenti pertanto dall'alternanza di fasi climatiche glaciali ed inter-glaciali. In particolare, la pianura fiorentina si configura come un'area di tipo alluvionale, essendo stata fino ad oggi soggetta a fenomeni di esondazione e di erosione laterale dei corsi d'acqua talora anche molto accentuati.

Il fiume Arno attualmente scorre nella porzione meridionale della pianura (vicino all'area in esame), caratterizzato da una linearità artificiale e da processi di approfondimento in alveo dovuti a progressivi interventi antropici nelle zone di monte, che negli ultimi 130 anni circa hanno raggiunto valori dell'ordine dei 4 – 6 m.

La morfologia dell'area in esame – in particolare - risulta completamente pianeggiante e posta tra le quote di 33,0 e 35,0 mt slm: questa risulta tuttavia pesantemente alterata dall'attività antropica che si è succeduta sul posto negli anni (stoccaggio, trattamento e recupero di rifiuti speciali non pericolosi inerti quali detriti da costruzione, terre di scavo etc).

Oltre a ciò, è necessario rilevare che in passato si sono svolte nell'area anche attività di escavazione di inerti che hanno dato luogo – negli anni - a numerosi bacini artificiali (di cui uno ancora esistente a sinistra del comparto in esame) in cui il pelo libero dell'acqua coincideva con la profondità nel sottosuolo della falda freatica. Sulla base della documentazione aerofotogrammetrica disponibile, si ha notizia di tali bacini sin dal 1978.

Tali bacini dovrebbero essere esistiti per tutto il decennio successivo: nella successiva foto del 1988 si nota infatti la permanenza di solo uno di questi. Successivamente – a partire dalla foto relativa al 1996 – tutti i bacini artificiali che esistevano all'interno del comparto si dimostrano ricolmatati e con il piano di campagna ricostruito al livello originario: sui materiali utilizzati per tali riempimenti non si hanno notizie certe: è tuttavia possibile ipotizzare che siano stati utilizzati materiali di ogni genere, ivi compresi gli scarti delle lavorazioni che avvenivano sul posto (fanghi di risulta etc).

In considerazione di quanto detto e delle attività che si sono svolte nel comparto da decenni a questa parte, non si esclude la presenza di significativi spessori di riporto anche nelle aree che non sono state interessate dagli invasi artificiali in passato.

4.3 CARATTERI IDROGEOLOGICI

4.3.1 Permeabilità dei terreni

La valutazione di una roccia o di un sedimento si basa su un parametro, la permeabilità, che rappresenta la maggiore o minore conduttività dell'ammasso nei confronti di un fluido; essa è definita “*primaria*” se è dovuta alla presenza di vuoti ed interstizi tra i granuli di un terreno sciolto, “*secondaria*” se è dovuta alla presenza di fratture nelle rocce lapidee. L'area in esame rientra nella zona di affioramento dei sedimenti alluvionali, fluvio-lacustri e lacustri recenti, sciolti, caratterizzati da permeabilità primaria per porosità variabile in dipendenza della granulometria e del grado di cementazione e/o addensamento della massa sedimentaria.

In particolare i limi e limi argillosi lacustri e fluvio-lacustri sono caratterizzati da valori di permeabilità generalmente modesti, ridotti verso l'alto dall'intensa pedogenesi a pseudogley dei livelli più superficiali.

Invece i termini macroclastici che costituiscono il corpo ghiaioso principale (Orizzonte *Firenze 2* della bibliografia) sono caratterizzati da valori di permeabilità generalmente assai elevati, vengono infatti definiti “*acquiferi*” in quanto consentono sia il moto (orizzontale e verticale) che l'immagazzinamento dell'acqua.

4.3.2 Inquadramento idrogeologico

Il sottosuolo della pianura di Firenze e Scandicci, che ospita un acquifero sede di una falda freatica molto importante per estensione e potenzialità, è costituito da diversi complessi idrogeologici, con caratteristiche di permeabilità variabili e strettamente dipendenti dalla costituzione delle singole unità litologiche. Il substrato di base - che funge da sostegno della circolazione idrica sotterranea - è costituito dal complesso idrogeologico roccioso delle Formazioni di Sillano e della Pietraforte, rappresentate da calcari marnosi, marne, arenarie ed argilliti, generalmente di bassa permeabilità a meno della presenza di orizzonti fratturati che ne aumentano localmente la conducibilità idraulica.

Sopra questo substrato poggia la successione dei terreni di origine alluvionale, caratterizzata da una sequenza basale di sedimenti lacustri limoso-argillosi con intercalazioni di livelli e/o lenti macroclastiche, cui segue la sequenza di depositi fluviali a granulometria prevalentemente grossolana, la cui deposizione è riconducibile all'azione dell'Arno e dei suoi affluenti (Mugnone, Affrico, Terzolle, Mensola, etc.).

L'acquifero costituito dalla coltre dei terreni alluvionali è sede di una falda freatica che si riscontra generalmente a profondità comprese tra 1 e 10 m, variabili anche in relazione al periodo stagionale e che trova la sua alimentazione dai corsi d'acqua, dalle piogge efficaci ricadenti nell'area della piana, e dalle acque di ruscellamento superficiale che scendono dai rilievi collinari e si infiltrano nei detriti di versante e nei depositi eluvio-colluviali presenti nella fascia pedecollinare.

La circolazione idrica sotterranea si sviluppa per lo più all'interno degli orizzonti clastici grossolani delle alluvioni dell'Arno (*"Orizzonte Firenze 2"* della bibliografia), che sono presenti in maniera pressoché continua nel sottosuolo di gran parte della pianura fiorentina. Solo in corrispondenza delle parti più marginali, dove l'orizzonte superiore limoso-argilloso presenta spessori maggiori e la superficie piezometrica tende a raggiungere quote prossime alla superficie topografica, si hanno condizioni tipiche di falda semiconfinata.

Infine, dall'osservazione della Carta Idrogeologica riportata in Fig.11, si evince che il comparto in esame ricade all'interno di un'unità litologica permeabile per porosità con permeabilità alta, caratterizzata dalla presenza di una falda libera con produttività idrica elevata. Dalla disposizione delle isofreatiche sulla cartografia descritta, si ricava che il livello idrico della piana di Scandicci si attesta - nell'area in oggetto - a circa 1,00 mt di profondità (misure 2002), con direzione di flusso da nord a sud (verso l'Arno).

4.4 CARATTERIZZAZIONE DEL SUBSTRATO

4.4.1 Descrizione della campagna geognostica

La caratterizzazione dei terreni di fondazione è stata possibile grazie alla consultazione della campagna geognostica eseguita all'interno dell'adiacente Comparto RQ08e. Tale campagna si è composta delle seguenti indagini, eseguite dalla Ditta SOIL TEST di Arezzo.

1. n.1 sondaggio a 30 metri di profondità, da attrezzarsi con tubo per l'esecuzione della prova sismica in foro down-hole
2. n.6 sondaggi a 10 metri di profondità, da attrezzarsi con piezometro per il monitoraggio periodico del livello di falda
3. esecuzione di n.16 prove SPT in totale nei fori di sondaggio
4. prelievo di n.4 campioni di terreno indisturbato da sottoporre ad analisi di laboratorio: il limitato numero di campioni è dipendente dalla natura sovente macroclastica dei terreni, che ha quasi ovunque impedito il campionamento con fustella
5. in laboratorio, su ogni campione, andranno svolte le seguenti analisi: peso di volume, umidità naturale, granulometria, limiti di Atterberg, classificazione stradale di Casagrande, prova di taglio CD, prova di espansione laterale libera ELL, prova di compressione edometrica, prova di permeabilità, prova Proctor modificata
6. n.5 prove di permeabilità in foro

7. n.10 prove penetrometriche spinte alla profondità di 10 metri. per la loro esecuzione sono stati utilizzati i seguenti macchinari;
 - un penetrometro dinamico superpesante D.P.S.H, dotato di massa battente del peso di 63,5 Kg e con volata di caduta libera di 0,75 mt. Con tale apparecchio è possibile misurare la resistenza del terreno inserendo una punta conica di 20 cm. nel terreno e contando il numero di colpi necessario per far avanzare tale punta senza rivestimento del foro.
 - un penetrometro statico da 20 tonn montato su mezzo semovente, con cui viene infissa nel terreno - tramite una batteria di aste metalliche protette da rivestimento - una punta calibrata tipo "Begemann" con "Friction Jacket" solidale con le aste, mediante contropinta idraulica ottenuta tramite ancoraggio del penetrometro al terreno. La punta calibrata è collegata ad un manometro attraverso il quale si misurano separatamente e successivamente sia la resistenza all'infissione della punta (R_p), che la resistenza per attrito laterale (R_l). Dal valore del rapporto tra queste due grandezze, tramite le correlazioni proposte nel diagramma di SEARLE, è possibile ottenere informazioni su costituzione granulometrica e stato fisico dei terreni (BEGEMANN 1966, AGI 1977, SCHMERTMANN 1978).
8. n.3 linee sismiche con onde P ed S con determinazione della categoria di sottosuolo
9. n.2 misure di rumore sismico HVSR
10. n.3 linee di tomografia elettrica 2D

L'ubicazione sul terreno dei vari punti di indagine effettuati in questa fase è riportata in Fig.12: al nostro scopo verranno tuttavia utilizzati solo le verticali d'indagine più prossime all'area in esame (S4, CPT3, CPT4, sismica a rifrazione 3). Pertanto i certificati di prova delle indagini utilizzate sono stati allegati in Appendice II.

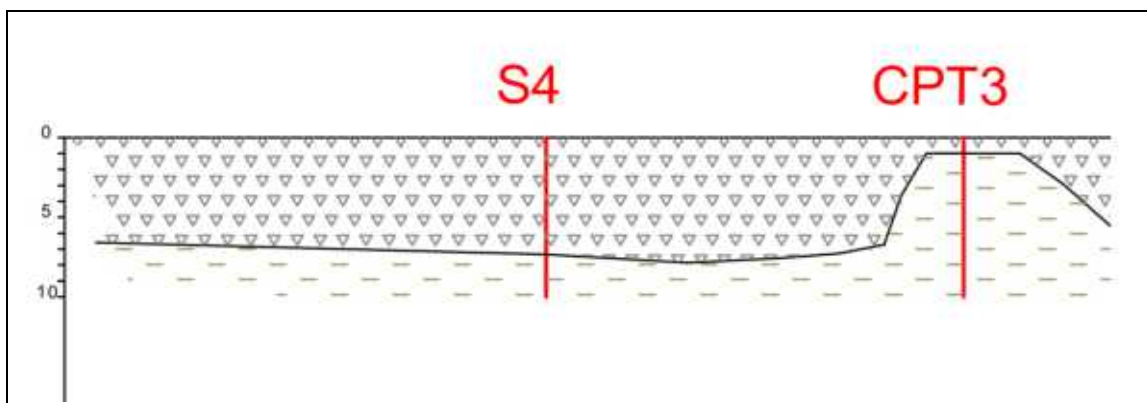
4.4.2 - Caratterizzazione stratigrafica

I suddetti dati geognostici hanno consentito di accertare che la stratigrafia naturale del terreno risulta – nell'area in oggetto – pesantemente rimaneggiata dalle attività antropiche di escavazione prima e lavorazione inerti dopo che si sono succedute nel tempo.

La disponibilità di ulteriori indagini geognostiche nelle immediate vicinanze del comparto adesso in oggetto permette di ricostruire la successione stratigrafica originaria del sito, che risulta così costituita:

- Fino a circa 2 metri di profondità si incontrano limi, limi sabbioso-argillosi e sabbie fini limose beige e marroni, generalmente privi di concrezioni ed accumuli secondari: questo livello corrisponde alla copertura alluvionale fine derivata dalle ultime esondazioni di epoca storica (**Unità 1**)
- Al di sotto inizia una sequenza sedimentaria costituita essenzialmente da sabbie pulite, sabbie grossolane, sabbie fini di colore generalmente marrone o beige: al loro interno si riconoscono facilmente strutture di sedimentazione fluviale.
Al loro interno si ritrovano intercalazioni lenticolari di vario spessore ed estensione di ghiaie in matrice sabbiosa, ghiaie pulite, ghiaietto fine pulito. Questa successione si estende sino 6,00 – 9,50 mt. di profondità rispetto al piano di campagna attuale (**Unità 2**)
- Ancora più in basso si incontra una sequenza sedimentaria prevalentemente grossolana, costituita da ghiaie medio grossolane in matrice sabbioso-limosa, ghiaie pulite addensate, ghiaietto in matrice sabbiosa (**Unità 3**)

I dati disponibili grazie alle indagini consultate è possibile ricostruire con buona approssimazione l'andamento degli spessori di riporto nelle zone direttamente indagate (vedi sotto)



Grazie all'ausilio dei dati sismici è stato possibile ricostruire con maggior dettaglio l'andamento laterale di tali riporti, il cui spessore si dimostra strettamente dipendente dalla loro originaria messa in opera:

1. gli spessori maggiori (7-9 metri) si hanno in corrispondenza di vecchi bacini artificiali derivati dall'escavazione di inerti, che sono stati appunto riempiti con materiali di varia natura (limo sabbioso ghiaioso con clasti eterogenei anche di laterizi color grigio poco addensato, sabbia debolmente limosa e ghiaia di origine antropica con clasti eterogenei e presenza di boiaccia e laterizi, sabbia limosa scarsamente addensata colore grigio con strutture di laminazione e con ciottoli bitume laterizi e litoidi calcarenitici, limi sabbiosi e ghiaia con clasti centimetrici con frequenti laterizi e materiale cementizio colore grigio non addensato).
In questo caso il riporto sostituisce completamente le precedenti Unità 1 e Unità 2, attestandosi la propria base sui primi livelli dell'Unità 3 ghiaiosa o sugli ultimi livelli dell'Unità 2, maggiormente sabbiosi.
2. Gli spessori minori (1-3 metri) sono invece conseguenza dell'attuale attività di lavorazione inerti che si è sviluppata nel tempo.
Anche in questo caso i riporti sono costituiti da sabbia debolmente limosa poco addensata con ghiaia (clasti eterogenei acne di natura antropica tipo laterizi), limi sabbiosi e ghiaia (clasti di origine antropica: laterizi, bitume agglomerati e litoidi) mediamente addensato, sabbia color marrone e ghiaia non addensata con intervalli limosi color nocciola.
Tali riporti sostituiscono completamente o quasi totalmente l'Unità 1 e la loro base è quasi sempre localizzata in corrispondenza dell'Unità 2.

4.4.2 Situazione idrogeologica locale

Le misure freatiche effettuate nei piezometri installati nei sondaggi effettuati nell'area ITALSCAVI hanno fornito un livello idrico variabile tra 4,80 mt (S1) e 5,60 mt di profondità, riferibile alla falda contenuta nei livelli più grossolani e dotata di un certo di artesianità.

4.5 PARAMETRIZZAZIONE FISICO-MECCANICA DEI TERRENI DI FONDAZIONE

4.5.1 Caratterizzazione da prove S.P.T. in foro

Dalle prove S.P.T. eseguite nel corso del sondaggio è possibile ricavare i seguenti parametri fisico-meccanici

Profondità (mt)	Sondaggio	Unità	Lettura	SPT	ϕ	Cu (kPa)	M (kN/mq)	E (kN/mq)
3,5	S4	2	03/03/05	8	26,60	51,00	4.500	7.200
6,0	S4	2	00/02/02	4	23,90	26,80	2.400	3.200
9,1	S4	2	05/06/08	14	27,90	89,50	6.000	9.600

4.5.2 Caratterizzazione da prove penetrometriche

I dati penetrometrici disponibili hanno consentito di valutare con maggior dettaglio la variazione di consistenza dei sedimenti lungo le due verticali d'indagine considerate

CPT3							
Profondità (da ... a ..., mt)	Descrizione	γ (Kg/cm ³)	Cu (Kg/cm ³)	ϕ	M (Kg/cm ³)	E (Kg/cm ³)	ν
0,00 – 1,00	Riporto	1,92	1,46	-	127,80	91,25	0,31
1,00 – 1,80	Limi sabbiosi e sabbie limose	1,83	0,53	-	47,30	33,75	0,41
1,80 – 3,60	Sabbie e ghiaietto	1,97	2,27	27,20	176,90	143,06	0,34
3,60 – 4,00	Limi sabbiosi e sabbie limose	1,88	0,89	24,90	48,80	57,50	0,35
4,00 – 5,80	Sabbie e ghiaie	1,96	2,67	28,70	135,50	168,89	0,32
5,80 – 6,20	Limi sabbiosi e sabbie limose	1,85	0,76	23,30	70,00	50,00	0,38
6,20 – 10,0	Sabbie e ghiaie	1,95	2,11	26,00	137,50	135,53	0,37

CPT4							
Profondità (da ... a ..., mt)	Descrizione	γ (Kg/cm ³)	Cu (Kg/cm ³)	ϕ	M (Kg/cm ³)	E (Kg/cm ³)	ν
0,00 – 4,2	Riporto	1,88	0,93	-	86,10	63,80	0,33
4,20 – 5,40	Limi sabbiosi e sabbie limose	1,89	1,04	26,00	93,90	67,08	0,40
5,40 – 6,20	Sabbie fini e limi	1,82	0,46	21,10	43,80	31,25	0,41
6,20 – 9,40	Sabbie e ghiaietto	1,93	1,48	25,20	134,80	96,25	0,30
9,40 – 10,0	Limi sabbiosi e sabbie	1,84	0,44	18,20	47,80	31,67	0,45

4.6 MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO (M.G.R.): SCHEMA RIASSUNTIVO

Sulla base degli elementi geologici, idrogeologici e geognostici acquisiti è possibile sintetizzare il seguente modello geologico.

Modello Geologico di Riferimento	
Ubicazione	Loc. San Colombano, Via del Chese (Scandicci - FI)
Ambiente di sedimentazione	Fluviale

Costituzione geologica	Riporto su Depositi Alluvionali Recenti (Quaternario)
Caratteri stratigrafici	Coltri di riporto eterogeneo su sedimenti alluvionali limoso-sabbiosi e ghiaiosi
Distribuzione spaziale dei livelli	Livelli sub-orizzontali grossomodo paralleli al piano campagna
Comportamento fisico-meccanico generale dei terreni al contatto con le fondazioni	Non coesivo
Caratteri geomorfologici	Area peri-urbana sub-pianeggiante tra 33,0 e 35,0 mt slm
Caratteri idrogeologici	Profondità variabile tra 4,80 e 5,60 mt
Indagini geognostiche utilizzate per la modellazione geologica	1 Sondaggio a carotaggio continuo prove penetrometriche CPT, sismica a rifrazione
Potenziali criticità individuate dalle indagini al momento a disposizione	- Eterogeneità dei terreni a contatto con le strutture fondali - Frequenti livelli di terreni e riporto scarsamente consistenti
Vincoli ambientali sovraordinati	-
Autorità Distrettuale: Pericolosità per frana (PAI)	-
Autorità Distrettuale: Pericolosità da alluvioni (PGRA)	P2 - P3
S.U. Vigente: Pericolosità geologica	G2 - G3
S.U. Vigente: Pericolosità idraulica	I3 -I4
S.U. Vigente: Pericolosità sismica	S2* - S3
Vincolo Idrogeologico	Area non soggetta a vincolo
Prescrizioni particolari da vincolistica territoriale	-

4.8 CENNI SULLA GESTIONE DEI MATERIALI DERIVANTI DALLE OPERAZIONI DI SCAVO

Le terre e rocce da scavo sono quel suolo escavato derivante da attività finalizzate alla realizzazione di un'opera (scavi in genere, perforazione, trivellazione, palificazione, consolidamento, gallerie, strade, etc.).

Questo tema è ambientalmente rilevante in considerazione del fatto che questa gran mole di materiale quotidianamente prodotto durante le attività di trasformazione del territorio dovrebbe essere considerata come rifiuto, qualora non fossero previste apposite modalità di gestione. A momento, questa particolare tematica è regolata dalla seguente normativa a carattere nazionale.

- **Decreto del Presidente della Repubblica 13 giugno 2017, n.120** - "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'art.8 del DL 12.09.2014 n.133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n.164";
- **Legge del 11 novembre 2014, n.164** - "Conversione in legge, con modificazioni, del DL 12.09.2014, n.133 (c.d. Decreto Sblocca Italia) - Misure urgenti per l'apertura dei cantieri, la realizzazione delle opere pubbliche, la digitalizzazione del Paese, la semplificazione burocratica, l'emergenza del dissesto idrogeologico e per la ripresa delle attività produttive";
- **Legge del 11 agosto 2014, n.116** - "Conversione in legge, con modificazioni, del Decreto Legge 24 giugno 2014, n.91, recante disposizioni urgenti per il settore agricolo, la tutela ambientale e

l'efficientamento energetico dell'edilizia scolastica e universitaria, il rilancio e lo sviluppo delle imprese, il contenimento dei costi gravanti sulle tariffe elettriche, nonché per la definizione immediata di adempimenti derivanti dalla normativa europea”

- **Decreto del Ministero dell'Ambiente del 3 giugno 2014, n. 120** - “Competenze e funzionamento dell'Albo Gestori Ambientali”;
- **Legge del 9 agosto 2013, n.98** - “Conversione in legge, con modificazioni, del Decreto Legge 21 giugno 2013, n.69 (c.d. Del Fare), recante disposizioni urgenti per il rilancio dell'economia”;
- **Legge del 24 giugno 2013, n.71** - “Conversione in legge, con modificazioni, del DL 26.04.2013, n.43 recante disposizioni urgenti per il rilancio dell'area industriale di Piombino, di contrasto ad emergenze ambientali, in favore delle zone terremotate del maggio 2012 e per accelerare la ricostruzione in Abruzzo e la realizzazione degli interventi per Expo 2015”;
- **Decreto 14 febbraio 2013, n.22** “Regolamento recante disciplina della cessazione della qualifica di rifiuto di determinate tipologie di combustibili solidi secondari (CSS), ai sensi dell'articolo 184 -ter, comma 2, del D.Lgs 152/2006, e successive modificazioni”;
- **Legge 24 marzo 2012, n.28** - “Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 25 gennaio 2012, n.2, recante misure straordinarie ed urgenti in materia ambientale”;
- **Decreto Ministeriale 27 settembre 2010** - “Definizione dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica, in sostituzione di quelli contenuti nel decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio 3 agosto 2005”;
- **Decreto Legislativo 29 giugno 2010, n.128** - “Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, a norma dell'articolo 12 della legge 18 giugno 2009, n. 69”;
- **Legge 28 gennaio 2009, n.2** - “Conversione in legge, con modificazioni, del decreto- legge 29 novembre 2008, n. 185, recante misure urgenti per il sostegno a famiglie, lavoro, occupazione e impresa e per ridisegnare in funzione anti-crisi il quadro strategico nazionale”;
- **Decreto Legislativo 16 gennaio 2008, n.4** - “Ulteriori disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n.152, recante norme in materia ambientale”;
- **Decreto Ministeriale 5 aprile 2006, n.186** - Decreto di modifica del Decreto Ministeriale 5/2/98 “Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del decreto legislativo 5.2.97, n. 22”;
- **Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n.152** - “Norme in materia Ambientale”;
- **Legge 23 marzo 2001, n.93** - Disposizioni in campo ambientale (collegato ambientale) pubblicata sulla G.U. Del 4.04.2001 n. 79;
- **Decreto Ministeriale 5 febbraio 1998** – Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22.

Si ricorda che, in base al D.Lgs 152/2006, significativamente modificato dal D.Lgs 116/2020 (cosiddetto “Decreto Rifiuti”), tutti i prodotti dalle attività di costruzione e demolizione all'interno di un cantiere - definiti dall'art.183, co.1, lett. B-quater del D.Lgs 152/2006 - sono qualificati come **rifiuti speciali** (art. 184, co.3, lett. b) e come tali vanno gestiti e correttamente smaltiti.

Una volta classificato il rifiuto in base alla sua origine, dovrà essere effettuata la classificazione in base alla sua pericolosità (pericolosi e non pericolosi) per la salute ambientale e dei lavoratori, con l'attribuzione del relativo codice CER. Nel nostro caso, relativamente alla realizzazione delle lavorazioni previste nel cantiere, verranno eseguiti degli scavi il cui prodotto da demolizioni edili sarà conferito in impianti adibiti al trattamento e riutilizzo con apposito codice C.E.R. 170904 “rifiuti misti dell'attività di costruzione e demolizione”, oppure con codice C.E.R. 170107 “miscugli o scorie di cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche”, con codice C.E.R. 170302 “miscele bituminose” per i materiali provenienti dalla demolizione della pavimentazione bituminosa delle strade esistenti, con codice C.E.R. 170504 “Terre e rocce da scavo” per i prodotti di origine naturale.

Si dovrà porre particolare attenzione nel mantenere separate fin dall'origine le diverse tipologie di rifiuti speciali prodotti, predisponendo per il deposito temporaneo una apposita area, organizzata in modo da agevolare il riutilizzo, il recupero o lo smaltimento presso impianti autorizzati. Inoltre, per quanto riguarda le terre e rocce di scavo (TRS), è possibile che la loro gestione all'interno del cantiere richieda il deposito delle medesime in apposite aree. Si ricorda che la possibilità di effettuare un deposito intermedio delle terre e rocce di scavo è regolato dall'art.5 del D.P.R. 120/2017 che così recita:

“1. Il deposito intermedio delle terre e rocce da scavo può essere effettuato nel sito di produzione, nel sito di destinazione o in altro sito a condizione che siano rispettati i seguenti requisiti:

- a) il sito rientra nella medesima classe di destinazione d'uso urbanistica del sito di produzione*
- b) l'ubicazione e la durata del deposito sono indicate nel piano di utilizzo o nella dichiarazione di cui all'art. 21;*
- c) la durata del deposito non può superare il termine di validità del piano di utilizzo o della dichiarazione di cui all'articolo 21;*
- d) il deposito delle terre e rocce da scavo è fisicamente separato e gestito in modo autonomo anche rispetto ad altri depositi di terre e rocce da scavo oggetto di differenti piani di utilizzo o dichiarazioni di cui all'articolo 21, e a eventuali rifiuti presenti nel sito in deposito temporaneo;*
- e) il deposito delle terre e rocce da scavo è conforme alle previsioni del piano di utilizzo o della dichiarazione di cui all'articolo 21 e si identifica tramite segnaletica posizionata in modo visibile, nella quale sono riportate le informazioni relative al sito di produzione, alle quantità del materiale depositato, nonché i dati amministrativi del piano di utilizzo o della dichiarazione di cui all'articolo 21.*

2. Il proponente o il produttore può individuare nel piano di utilizzo o nella dichiarazione di cui all'articolo 21, uno o più di siti di deposito intermedio idonei.....”.

Inoltre, è necessario mettere in evidenza che - indipendentemente dalla loro destinazione finale - il D.P.R. 120/2017 rende obbligatoria la preventiva analisi chimica di detti materiali, finalizzata alla dimostrazione analitica della loro non contaminazione. Ai sensi della norma vigente, i punti di campionamento sono funzione dell'estensione dell'area in oggetto, secondo la seguente tabella:

Dimensione dell'area	Punti di prelievo
Inferiore a 2.500 metri quadri	3
Tra 2.500 e 10.000 metri quadri	3 + 1 ogni 2.500 metri quadri
Oltre i 10.000 metri quadri	7 + 1 ogni 5.000 metri quadri

Inoltre, per ogni punto di prelievo la profondità d'indagine è determinata in base alle profondità previste degli scavi da realizzare. I campioni da prelevare sono almeno 3:

- campione 1: da 0 a 1 m dal piano campagna;
- campione 2: nella zona di fondo scavo;
- campione 3: nella zona intermedia tra i due.

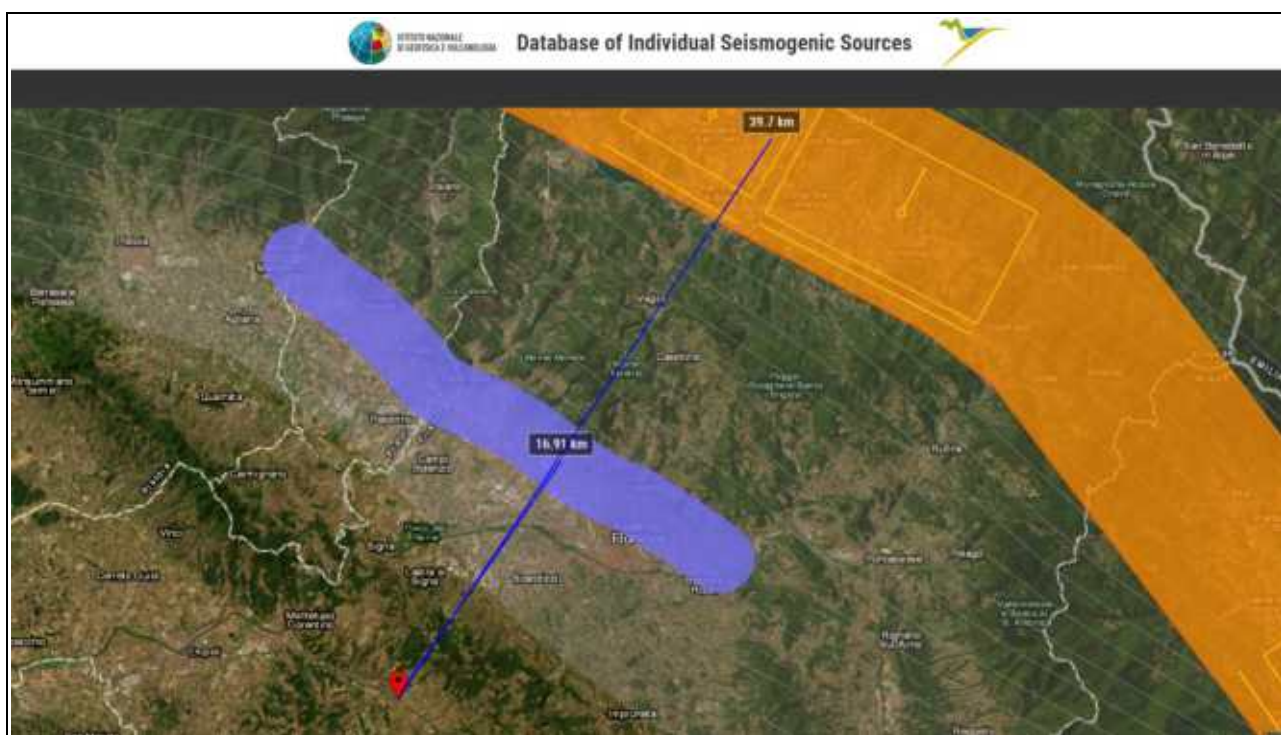
5. RICOSTRUZIONE DEL MODELLO SISMICO A GRANDE SCALA

5.1 RISCHIO SISMICO TERRITORIALE

5.1.1 Sorgenti sismogenetiche

E' importante valutare – per la stima della reale pericolosità sismica di un sito - l'individuazione delle cosiddette "faglie attive e capaci", cioè faglie che - per definizione stessa - hanno avuto un movimento negli ultimi 10ky (o due negli ultimi 500ky), che sono in grado di "rompere" il terreno in superficie e che quindi sono le principali candidate a possibili movimenti futuri.

Laddove siamo in presenza di una struttura del genere, l'analisi di pericolosità sismica con metodi deterministici è appropriata per definire per ogni zona sismogenetica un terremoto caratteristico, definito tramite il valore dello scuotimento al suolo dovuto alle sorgenti sismogenetiche più vicine. I grandi sistemi tettonici sismogenetici, considerati potenziali sorgenti di terremoti a magnitudo maggiore di 5,5, sono riportati nel **DISS3 (DISS Working Group, 2015)**.



Come è facile notare dall'immagine riportata sopra, l'area in esame è lontana (circa 40 Km) dalla sorgente sismogenetica più vicina, costituita dalla "Faglia Attiva Mugello – Città di Castello – Leonessa (ITCS037)", che si estende per più di 200 Km lungo l'ossatura principale dell'Appennino, dai settori dell'Appennino Pratese (a nord-ovest) verso l'alta valle del Fiume Nera (a sud-est), e costituisce il nucleo della cintura estensionale dell'"Etrurian Fault System".

Questa sorgente è costituita da un complesso di faglie superficiali a basso angolo che segna il confine estensionale occidentale dell'Appennino settentrionale: i cataloghi storici e strumentali mostrano terremoti (con magnitudo $4.5 < M_w < 5.0$) potenzialmente dannosi all'interno dell'area, in particolare nei settori nord-occidentale e sud-orientale. All'interno di questa struttura si rilevano:

- a) la struttura codificata come ITIS086 "Mugello East" con le seguenti caratteristiche principali:

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

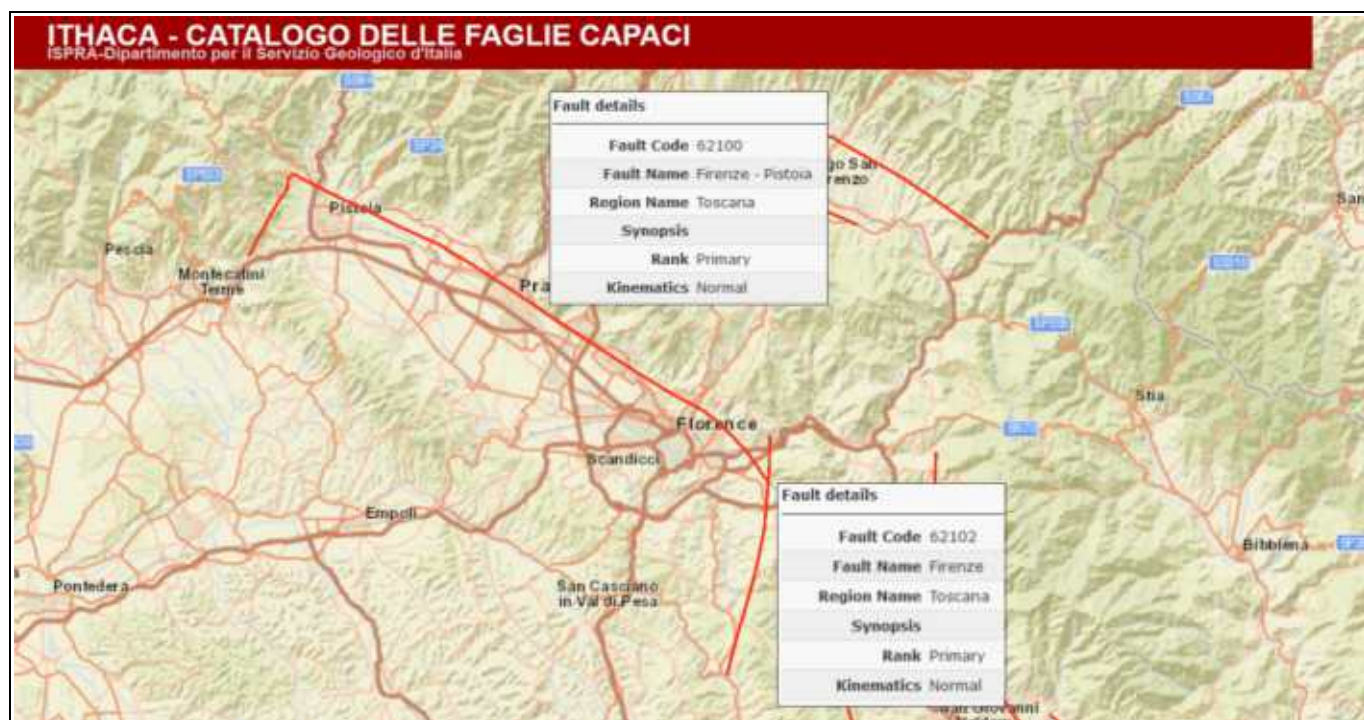
b) la struttura codificata come ITIS087 “Mugello West” con le seguenti caratteristiche principali:

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

L'area risulta inoltre abbastanza lontana (circa 16,0 km) anche dalla sorgente sismogenetica non accertata denominata “Prato-Fiesole Fault System (ITDS015)”, che fu proposta nei primi anni 2000 sulla base di evidenze geologiche. Si ricorda che le aree sismogenetiche incerte sono quelle aree caratterizzate dalla presenza di faglie potenzialmente attive, sulla scorta dei dati di letteratura, ma che non sono considerate abbastanza affidabili da includerle con certezza nelle aree sismogenetiche certe, in quanto si tratta di:

- faglie per cui sono fornite solo minime evidenze superficiali;
- faglie basate su evidenze geologiche ambigue;
- faglie di cui ci sono visioni contrastanti in letteratura;
- faglie che ricadono in zone a sismicità bassa o molto bassa;
- faglie le cui caratteristiche sono in aperto contrasto con quelle dei sistemi di faglie vicini.

Si ricorda inoltre che, all'interno del progetto ITHACA (Italy Hazard from Capable Faults) sviluppato da ISPRA, questa struttura è inserita e classificata - appunto - come “**faglia capace**”: di seguito, si riporta un estratto del portale ITHACA, dal quale si evince che nell'area fiorentina nel suo complesso in genere sono state riconosciute seguenti faglie capaci.



GENERAL IDENTIFICATION		GENERAL IDENTIFICATION	
Fault Code	62100	Fault Code	62102
Fault Name	Firenze - Pistoia	Fault Name	Firenze
Region Name	Toscana	Region Name	Toscana
Tectonic Environment	ND	Tectonic Environment	ND
System Name	Pistoia - Firenze System	System Name	Pistoia - Firenze System
Synopsis		Synopsis	
Rank	Primary	Rank	Primary
GEOMETRY AND KINEMATICS		GEOMETRY AND KINEMATICS	
Segmentation	Single Segment	Segmentation	Single Segment
Average Strike (°)	120	Average Strike (°)	190
Dip (°)	Undefined	Dip (°)	Undefined
Dip Direction	SSW	Dip Direction	WNW
Fault Length (km)	45.5	Fault Length (km)	19.6
Mapping Scale	1:	Mapping Scale	1:
Fault Depth (m)		Fault Depth (m)	
Kinematics	Normal	Kinematics	Normal
ACTIVITY		ACTIVITY	
Surface Evidence	ND	Surface Evidence	ND
Last Activity	Pleistocene generic	Last Activity	Pleistocene generic

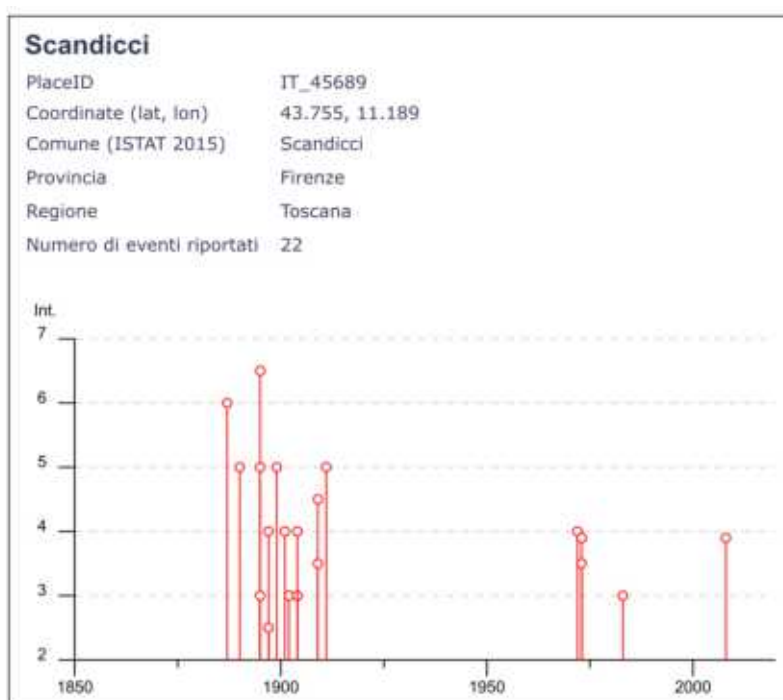
5.1.2 Dati sismologici storico-inventariali

Pur non avendo memoria di forti eventi sismici nella storia – l'area fiorentino-pistoiese non può essere comunque ritenuta un'area a rischio sismico nullo o comunque molto basso, risentendo della relativa vicinanza di importanti sorgenti sismiche (vedi sopra), poste a nord ed a sud della città. La prima, capace nel passato di generare terremoti di magnitudo Ms compresa tra 5 e 6, si situa nel bacino del Mugello (come già detto in precedenza) a nord di Firenze (circa 30-40 km dal centro cittadino).

La seconda, con magnitudo storiche stimate più basse, si situa invece a sud, relativamente più vicina al nucleo urbano fiorentino rispetto alla precedente (circa 15 km di distanza dal centro). Proprio questa costituisce l'area sismogenetica responsabile dei maggiori effetti macrosismici risentiti a Firenze e zone limitrofe. In particolare il terremoto del 18 maggio 1895 (e replica del 6 giugno) rappresenta l'evento più importante finora documentato, ed ha avuto un'intensità stimata e corretta del VII grado della Scala MERCALLI-CANCANI-SEBEL:

per questo motivo tale evento può essere considerato il terremoto di progetto per l'area fiorentino-pratese, di riferimento per le valutazioni qualitative e quantitative dell'impatto sismico sul territorio del Comune.

Il grado di sismicità di una determinata zona viene valutato sulla base delle informazioni disponibili nei cataloghi sismici: sebbene i cataloghi sismici si estendano ai primi periodi della nostra civiltà, l'intervallo di osservazione è pur sempre limitato per poter essere significativo. Nel nostro caso, la sismicità storica del Comune di Pistoia è stata ricostruita con la consultazione del "Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPT115 Release v1.5 - Rovida A.,



Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P. (eds), 2016", dal quale è possibile anche ricavare la distribuzione territoriale dei terremoti che hanno interessato l'area in oggetto.

Tale catalogo fornisce dati parametrici omogenei, sia macrosismici, sia strumentali, relativi ai terremoti con intensità massima ≥ 5 o magnitudo ≥ 4.0 d'interesse per l'Italia nella finestra temporale 1000-2019. Per l'area di Scandicci – in particolare – sono stati registrati 22 eventi sismici, verificatisi dal 1897 al 2008, con vario grado di intensità sismica, sempre superiore a 2 (vedi illustrazione precedente).

Concludendo, nonostante che in questo bacino l'attività sismica sia nel complesso modesta, l'alta densità di popolazione, concentrata in tre città principali e numerosi centri minori, la cospicua presenza di infrastrutture industriali e l'ingente patrimonio storico-artistico implicano una vulnerabilità molto elevata e rendono quindi particolarmente importante valutare in modo realistico la pericolosità sismica.

5.1.3 – Sismicità strumentale (INGV 2005 - 2025)

A partire da Marzo 2017 il data base ISIDE (catalogo che fornisce i parametri dei terremoti ottenuti integrando i dati provenienti da localizzazioni effettuate in tempo quasi-reale con i dati del Bollettino Sismico Italiano) è stato sostituito da un nuovo portale dati, al momento della consultazione, la fase di migrazione dei dati è ancora in corso da parte del INGV Centro Nazionale Terremoti e le funzioni di ISIDE non sono ancora tutte disponibili sul nuovo sito.

Il nuovo portale dati del Centro Nazionale Terremoti (CNT) mostra i dettagli di ogni evento sismico registrato e localizzato presso le sale operative dell'INGV. Selezionando un terremoto nella lista della pagina principale, si accede alla sezione di dettaglio con i dati dell'evento, la Sismicità e la Pericolosità sismica dell'area interessata, le informazioni sull'impatto, del terremoto sulla popolazione, le varie localizzazioni (calcoli dell'epicentro) realizzate per quello specifico terremoto, i meccanismi focali.

La figura riportata di seguito illustra la distribuzione degli epicentri dei terremoti inclusi nel Data Base per una distanza di 30 km di raggio dal comune di Scandicci (periodo gennaio 2005 – gennaio 2025). In tale area, per l'intervallo di tempo considerato, sono segnalati n.328 terremoti caratterizzati da profondità massima 60 km, profondità minima 5 km e magnitudo variabile da 2,0 a 4,1.



5.2 CLASSIFICAZIONE SISMICA

5.2.1 Classificazione nazionale

La legislazione antisismica italiana - oggi allineata alle più moderne normative a livello internazionale - prescrive norme tecniche in base alle quali un edificio debba sopportare senza gravi danni i terremoti meno forti e senza crollare i terremoti più forti, salvaguardando soprattutto le vite umane.

Sino al 2003 il territorio nazionale era classificato in tre categorie sismiche a diversa severità. I Decreti Ministeriali emanati dal Ministero dei Lavori Pubblici tra il 1981 ed il 1984 avevano classificato complessivamente 2.965 comuni italiani su di un totale di 8.102, che corrispondono al 45% della superficie del territorio nazionale nel quale risiede il 40% della popolazione. Il Comune di Scandicci – in particolare – è stato classificato sismico per la prima volta con D.M. 19.03.1982 e fu inserito in classe 2.

Nel 2003 vennero emanati i criteri di nuova classificazione sismica del territorio nazionale, basati sugli studi e le elaborazioni più recenti relative alla pericolosità sismica del territorio (analisi della probabilità che il territorio venga interessato in un certo intervallo di tempo da un evento che superi una determinata soglia di intensità o magnitudo). A tal fine è stata pubblicata l'**O.P.C.M. n.3274 del 20.03.2003** (*"Criteri generali per la riclassificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"*), che dettava i principi generali sulla cui base le Regioni, a cui lo Stato ha delegato l'adozione della classificazione sismica del territorio (D.L. n.112/1998 e D.P.R. n.380/2001 *"Testo Unico delle Norme per l'Edilizia"*), dovevano compilare l'elenco dei comuni con la relativa attribuzione ad una delle quattro zone in cui veniva riclassificato il territorio nazionale.

Zona 1 - E' la zona più pericolosa. Possono verificarsi fortissimi terremoti

Zona 2 - In questa zona possono verificarsi forti terremoti

Zona 3 - In questa zona possono verificarsi forti terremoti ma rari

Zona 4 - E' la zona meno pericolosa. I terremoti sono rari

Di fatto, spariva il territorio "non classificato" e veniva introdotta la zona 4, nella quale è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica. Ad ogni zona, inoltre, viene attribuito un'azione sismica utile per la progettazione (in termini di accelerazione massima su roccia) (zona 1 = 0.35 g, zona 2 = 0.25 g, zona 3 = 0.15 g, zona 4 = 0.05 g). Sulla base di questa classificazione, il Comune di Scandicci veniva riconfermato in classe 2.

Le novità introdotte con l'ordinanza sono state recepite e affinate con le norme successive. Un aggiornamento dello studio di pericolosità di riferimento nazionale, previsto dall'OPCM 3274/03, fu adottato con l'**O.P.C.M. n.3519/2006**. Tale norma proponeva l'adozione di una normativa coerente con il codice europeo in materia antisismica (EC8), favorendo un'impostazione prestazionale: questo nuovo studio di pericolosità ha fornito alle Regioni uno strumento aggiornato per la classificazione del territorio, introducendo degli intervalli di accelerazione (ag), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, da attribuire alle 4 zone sismiche.

Zona 1 $ag > 0.25$

Zona 2 $0.15 < ag \leq 0.25$

Zona 3 $0.05 < ag \leq 0.15$

Zona 4 $ag \leq 0.05$

A ciascuna zona o sottozona è stato attribuito un valore di pericolosità di base, espressa in termini di accelerazione massima su suolo rigido (ag). Tale valore di pericolosità di base non ha però influenza sulla progettazione. Le attuali Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. Del 14.01.2008 aggiornato con D.M. 14.01.2018) hanno modificato il ruolo che la classificazione sismica aveva ai fini progettuali: infatti, per ogni costruzione ci si deve riferire ad una accelerazione di riferimento "propria" individuata sulla base delle coordinate geografiche dell'area di progetto e in funzione della vita nominale dell'opera.

5.2.2 – Classificazione regionale

Con la **D.G.R.T. n°431 del 19.06.2006** la Regione Toscana ha approvato la riclassificazione del territorio, applicando i criteri nazionali prescritti nelle ordinanze nazionali. In particolare, con tale Delibera veniva istituita una nuova “zona 3S”, nella quale non viene diminuito il livello di protezione precedente e le costruzioni dovevano essere progettate e realizzate con le azioni sismiche della zona 2. Ai sensi di tale normativa, il Comune di Scandicci veniva inserito all'interno della zona 3S. Tale classificazione venne nuovamente aggiornata a seguito dell'entrata in vigore delle NTC 2008, grazie alla **D.G.R.T. n°878 del 08.10.2012** volta alla verifica dell'interazione della mappa di pericolosità sismica con i dati amministrativi di comuni classificati a bassa sismicità, nonché al superamento della zona 3S. Tale aggiornamento di classificazione è fu condotta seguendo tre fasi di approfondimento:

1. *selezione dei comuni in zona 3 e 3S con aree con accelerazione $a > 0,15g$*
2. *per ogni comune, calcolo della percentuale di area con $a > 0,15g$ rispetto all'intero territorio comunale*
3. *per ogni comune, calcolo della percentuale di popolazione ed abitazioni all'interno delle aree con $a > 0,15g$.*

In particolare, per quei comuni che hanno mostrato una percentuale di popolazione ed abitazioni all'interno di aree con $a > 0,15g$ superiore al 30%, si è ritenuto necessario l'innalzamento della zona sismica da 3S a 2. Tali Comuni sono 5 in tutta la regione: conseguentemente, **tutti gli altri comuni che erano stati inseriti in zona 3S vengono riconfermati in zona 3.** Ne consegue una zona sismica 2 caratterizzata da 95 comuni ed una zona sismica 3 relativa a 168 comuni; la zona sismica 4 rimane inalterata a 24 comuni. Il Comune di Scandicci – in particolare – ricade tra i 105 Comuni che vengono trasferiti dalla Zona 3S alla **Zona 3**, caratterizzata dai seguenti parametri.

Decreti fino al 1984	Grado di sismicità	9
Classificazione 2003	Accelerazione orizz. di ancoraggio spettro di risposta elastico	0.25
Classificazione	Fascia di accelerazione massima ($T_r = 475$ anni)	0.125 - 0.150
Toscana 2012	Fascia di accelerazione minima ($T_r = 475$ anni)	0.100 - 0.125

Infine, con la **D.G.R.T. n°421 del 25.05.2014** è stata approvata la classificazione sismica regionale, relativa all'aggiornamento dell'elenco dei comuni, divenuto necessario a seguito della fusione di 14 comuni toscani, con conseguente istituzione dal 01.01.2014 di 7 nuove amministrazioni comunali. Alla luce di questa norma, la classificazione sismica del Comune di Scandicci non è mutata.

Contestualmente all'entrata in vigore della nuova classificazione sismica, è stato approvato con **D.G.R.T. n°886 del 08.10.2012** il **Regolamento 58/R** (“Regolamento di attuazione dell'art.117, comma 2, lett. g) della LR 01/2005. Verifiche nelle zone a bassa sismicità. Determinazione del campione da assoggettare a verifica”), secondo il quale il territorio comunale è confermato in zona 2, in particolare esso ricade all'interno della **fascia B**, caratterizzata da valori di a_g compresi tra 0,125 e 0,150 g.

5.3 - PERICOLOSITÀ SISMICA

La pericolosità sismica viene descritta dalla probabilità che – in un determinato periodo di tempo – vi possa verificare un evento sismico di entità pari almeno ad un valore prefissato: tale periodo di tempo viene definito come “**periodo di riferimento V_R** ” e la probabilità denominata “**Probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR}** ”. Tale stima viene effettuata considerando che lo scuotimento limite venga superato nel 10% dei casi in 50 anni: in buona sostanza, si tratta di individuare quel terremoto che mediamente si verifica ogni 475 anni.

La pericolosità sismica viene definita convenzionalmente riferendosi a un suolo rigido con superficie topografica orizzontale in condizioni di campo libero: le caratteristiche del moto sismico atteso per una fissata P_{VR} si ritengono individuate una volta note l'accelerazione massima ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione. La definizione della pericolosità di un sito viene separata in due fasi distinte:

- **Fase 1: definizione della pericolosità sismica di base**, grazie allo studio delle sorgenti di propagazione profonda.
- **Fase 2: definizione della pericolosità sismica locale**, che definisce l'azione sismica locale tramite lo studio degli effetti della struttura geologica più superficiale: gli ultimi metri di propagazione possono infatti influenzare la severità del terremoto in modo determinante, e costituiscono i cosiddetti "effetti di sito".

Studi di pericolosità sismica di base sono stati condotti a livello nazionale dall'I.N.G.V., in particolare dal Gruppo di Lavoro per la redazione della Mappa di Pericolosità Sismica in ottemperanza ai disposti dell'OPCM N°3274 del 20.03.2003. In particolare, è stata sviluppata una nuova zonazione sismogenetica – **ZS9** – partita da un ripensamento della precedente ZS4 alla luce di evidenze di tettonica attiva e di valutazioni sul potenziale sismogenetico acquisite negli ultimi anni.

Da ciò discende la suddivisione del territorio in zone sismogenetiche, omogenee dal punto di vista del comportamento geodinamico e del meccanismo di rottura. Una tale cartografia così strutturata fornisce una stima della "profondità efficace" e del meccanismo di fagliazione prevalente usabile in combinazione con le relazioni di attenuazione modulate sulla base dei coefficienti proposti da BOMMER et alii (2003).

Ogni zona sismogenetica è caratterizzata da una propria **Mw – Magnitudo Momento** – grandezza assoluta che esprime la quantità effettivamente liberata dal terremoto in profondità (tale grandezza è infatti derivata dal parametro sismologico "momento sismico" che equivale al prodotto tra area di faglia, dislocazione e la resistenza delle rocce. Il momento sismico e la magnitudo momento rappresentano quindi la migliore stima della reale grandezza del terremoto). Nel nostro caso ci troviamo all'interno della **zona sismogenetica n.916 (Versilia – Chianti)**, collegata al settore in distensione tirrenica per fagliazione normale e caratterizzata da una sismicità di bassa energia che solo sporadicamente giunge a magnitudo relativamente elevate (vedasi "Redazione della Mappa di Pericolosità Sismica – Rapporto conclusivo" - aprile 2004):

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
nome ZS	N ZS	DISS2 MwMax	CPTI2 MwMax	CPTI2 MwMax (classe)	CPTI2 completo 04.2	Az1	Mw Max1	Az2	Mw Max2
Versilia-Chianti	916		5.52	5.45	5.45	+1(c)	5.68	+3(d)	6.14

Tabella 6. Valori di Mwmax da DISS2 e CPTI2 (col.3, 4, 5); valori di Mwmax dopo l'applicazione degli intervalli di completezza CO-04.2 (col.6); azioni e valore finale di Mwmax1 (col.7, 8); azioni e valori finali di Mwmax2 (col.9, 10). Le azioni indicano l'aumento (in numero di classi) rispetto ai valori della colonna 6 determinato da:

a = aumento di 1 classe per convenzione (i) (arrotondamento alla classe superiore);
b = aumento per convenzione (ii) (adozione dell'evento massimo osservato anche se al di fuori del periodo di completezza);
c = aumento per motivazioni particolari descritte nel testo;
d = aumento fino alla classe 6.14 per ragioni di maggiore cautela (vedi testo);
G = aumento per adeguamento al dato geologico di DISS2.

E' tuttavia doveroso ricordare che nella zona 916 i dati pubblicati dall'INGV evidenziano che negli anni di monitoraggio strumentale - che hanno portato alla zonazione sismogenetica ZS9 - la magnitudo massima registrata è stata di 4.6 Md, la profondità efficace è di 6 km e che la maggior parte dei terremoti che si verificano hanno basse magnitudo, indicando così un frequente movimento che ha funzione dissipativa delle energie tettoniche che potrebbero potenzialmente accumularsi nell'area (nella tabella sono riportati i dettagli delle misurazioni effettuate).

Zona	Numero di eventi Md>2.0	Numero di eventi Md>2.5	Numero di eventi Md>3.0	Magnitudo massima (Md)	Classe di profondità (km)	Profondità efficace (km)
916	140	83	16	4.6	5-8	6 *

5.3.1 – Pericolosità sismica di base

L'elemento di conoscenza primario per la valutazione delle azioni sismiche in un determinato sito è rappresentato dalla "pericolosità sismica di base". Questa viene espressa, per ogni stato limite, in funzione della probabilità di superamento in termini di spettro di risposta in accelerazione per un suolo di categoria A. I parametri che identificano la pericolosità sismica di base sono:

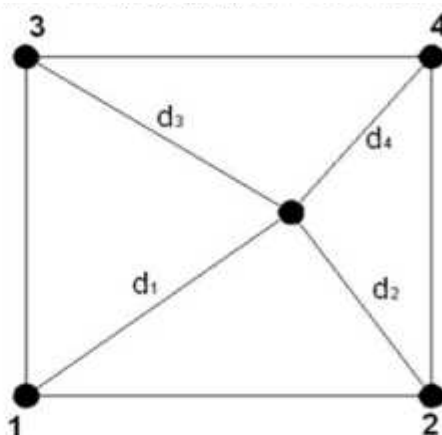
- p : accelerazione orizzontale massima al sito;
- d_i : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- p_i : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Tali parametri vengono forniti dalla norma (NTC 2018), per diversi periodi di ritorno, su tutto il territorio nazionale in un numero di punti che definiscono un reticolo di riferimento. Pertanto, per ogni punto del territorio nazionale è possibile individuare quattro punti del reticolo in modo da definire una maglia. I parametri sismici di tale punto si ottengono da quelli della maglia attraverso la seguente relazione:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}}$$

dove:

- p : generico parametro (a_g, F_0, T_C^*) da calcolare per il punto oggetto di studio;
- d_i : distanza tra il punto oggetto di studio e l' i -esimo punto della maglia;
- p_i : valore del generico parametro (a_g, F_0, T_C^*) nell' i -esimo punto della maglia.



Nel nostro caso specifico, si ricava quanto segue.

Coordinate del sito

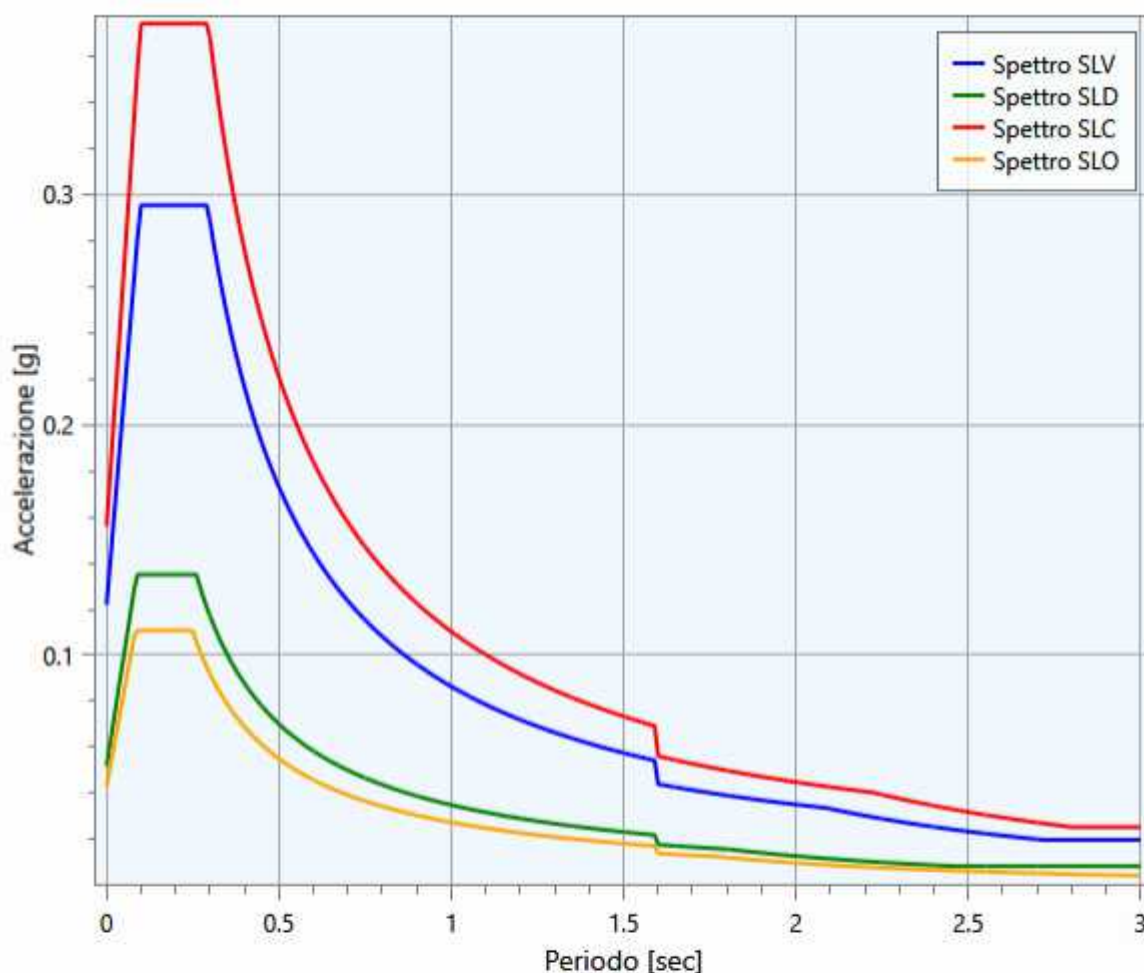
Latitudine (ED50): 43°.6978

Longitudine (ED50): 11°.1025

Identificativi e coordinate (Datum ED50) dei punti che includono il sito		
Numero punto	Latitudine [°]	Longitudine [°]
20278	43°.7099	11°.0694
20501	43°.6613	11°.1404
20500	43°.6599	11°.0714
20279	43°.7113	11°.1384

	Parametri dello spettro di risposta orizzontale			
	SLV	SLC	SLD	SLO
Tempo di ritorno [anni]	475	975	50	30
Accelerazione sismica [g]	0.122	0.156	0.052	0.043
Coefficiente Fo	2.42	2.397	2.597	2.577
Periodo T _c *[sec]	0.293	0.295	0.26	0.249

Le forme spettrali così valutate vengono riportate per ogni stato limite nella figura seguente.



	Periodi caratteristici dello spettro di risposta orizzontale			
	SLV	SLC	SLD	SLO
$T_B[sec]$	0.098	0.098	0.087	0.083
$T_C[sec]$	0.293	0.295	0.26	0.249
$T_D[sec]$	2.088	2.224	1.808	1.772
C_c	1.00	1.00	1.00	1.00

	Periodi caratteristici dello spettro di risposta verticale			
	SLV	SLC	SLD	SLO
$T_B[sec]$	0.05	0.05	0.05	0.05
$T_C[sec]$	0.15	0.15	0.15	0.15
$T_D[sec]$	1.00	1.00	1.00	1.00
C_c	1.00	1.00	1.00	1.00

Firenze, marzo 2026

Dott. Geol. ROBERTO CHECCUCCI



APPENDICE I

ELABORATI GRAFICI RICHIAMATI NEL TESTO



Regione Toscana - SIPT: Cartoteca

Scala 1 : 10,000

672,729.5

4,850,486

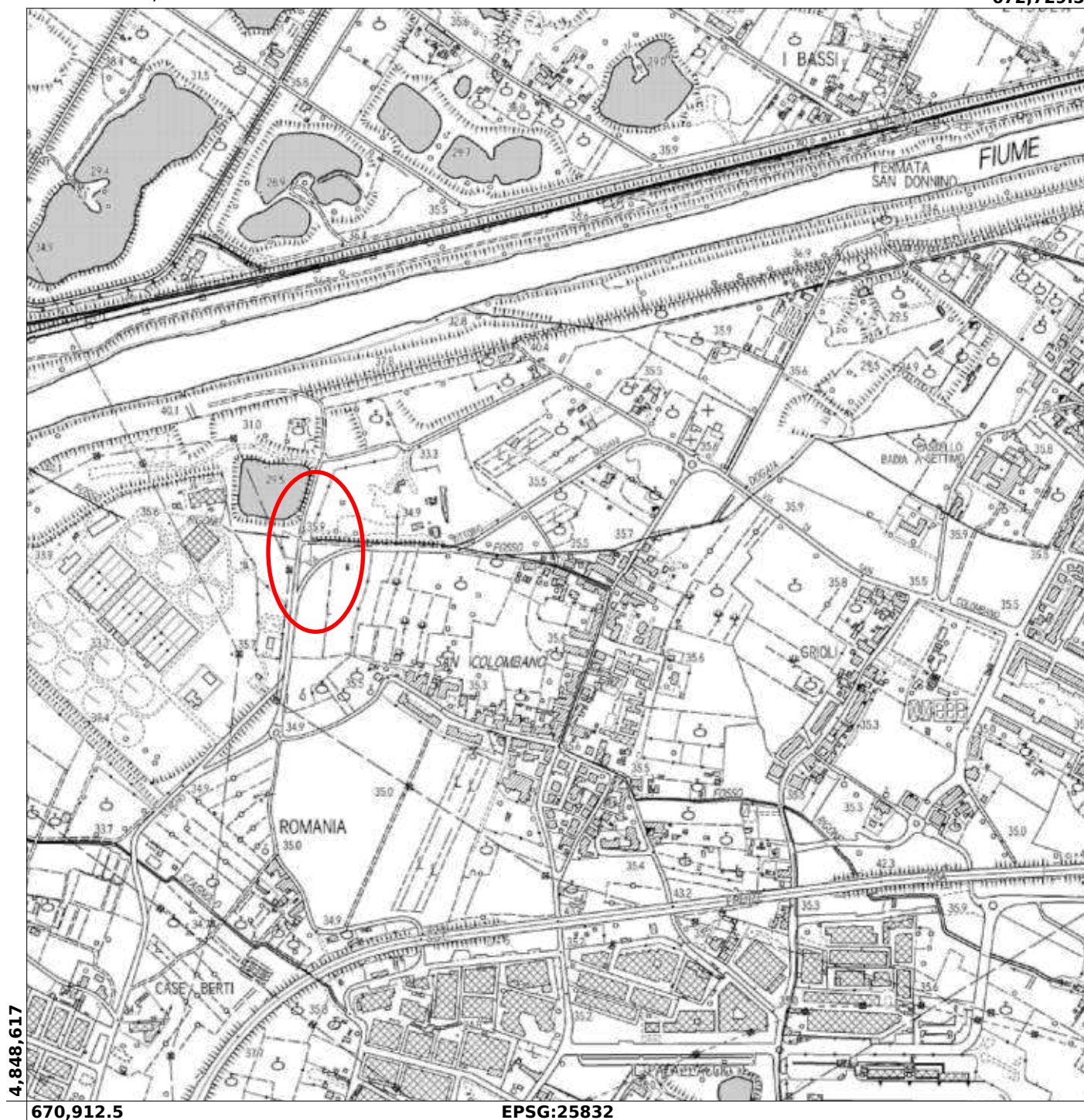
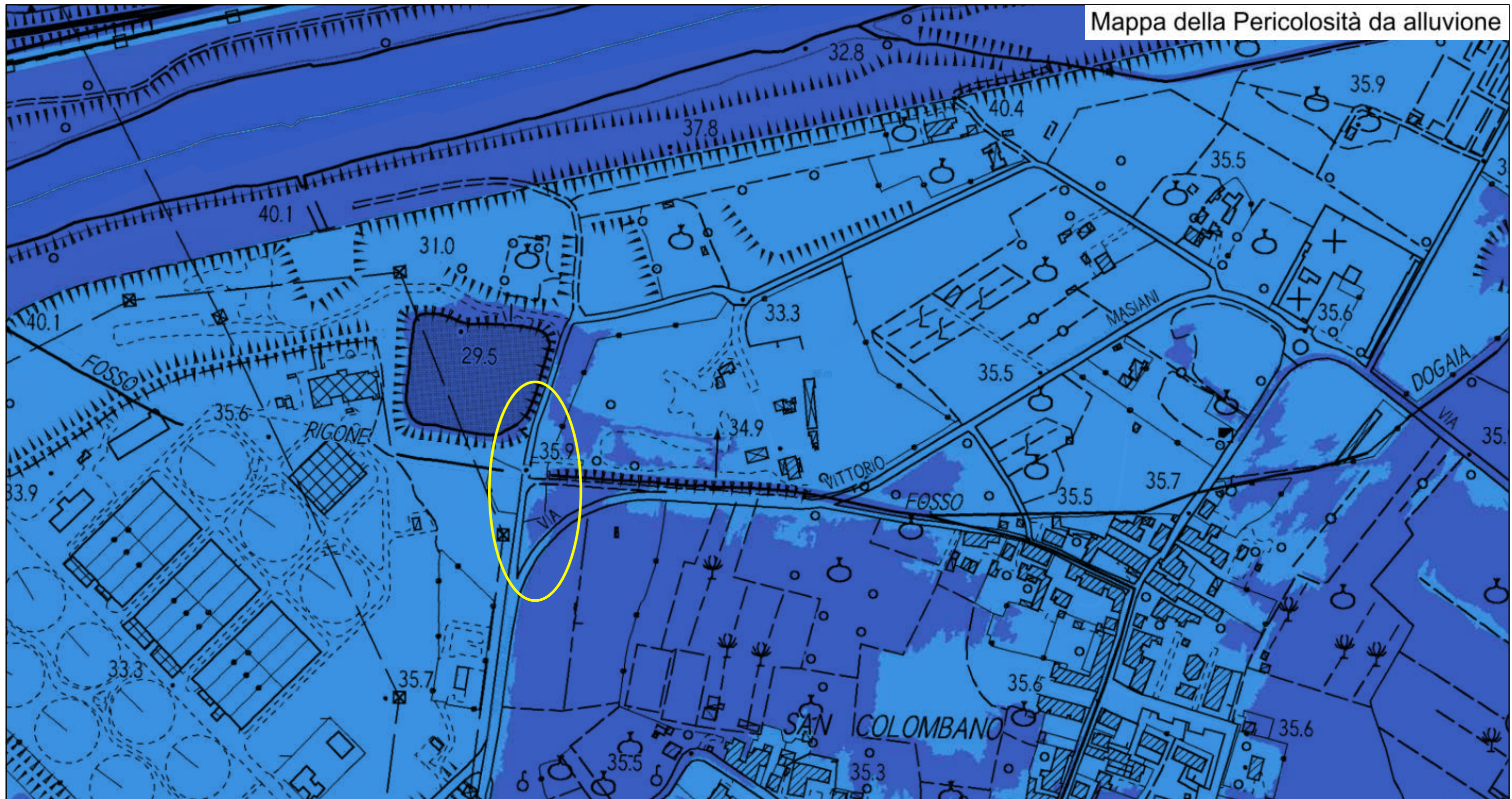


Fig.1 - Ubicazione dell'area in esame

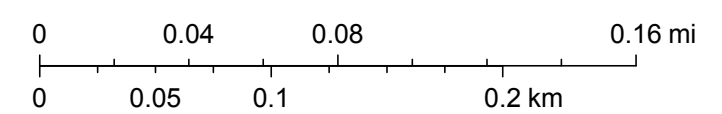
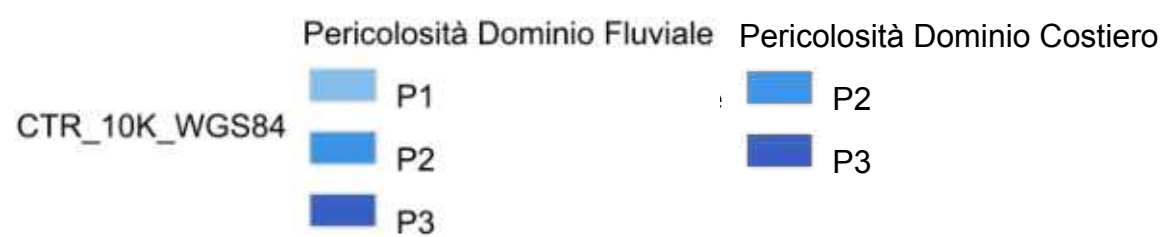


Fig.2 - Planimetria di progetto (scala indicativa)



14/10/2024, 15:09:39

1:4,514



Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Settentrionale, Esri, Community Maps Contributors, Esri, TomTom, Garmin, Foursquare, GeoTechnologies, Inc, METI/NASA, USGS, Sources: Esri, Airbus DS, USGS, NGA, NASA, CGIAR, N Robinson, NCEAS, NLS, OS, NMA, Geodatastyrelsen, Rijkswaterstaat, GSA, Geoland, FEMA,

Fig.3 - Autorità Distrettuale Appennino Settentrionale: Piano di Gestione del Rischio Alluvioni PGRA



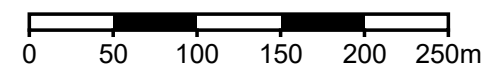
Regione Toscana

Ret. idrografico aggiornato con DCR 25/2024

- SI
- TOMBATO
- TRATTO DA APPROFONDIRE



Fig.5 - Reticolo Idrografico e di Gestione della Regione Toscana



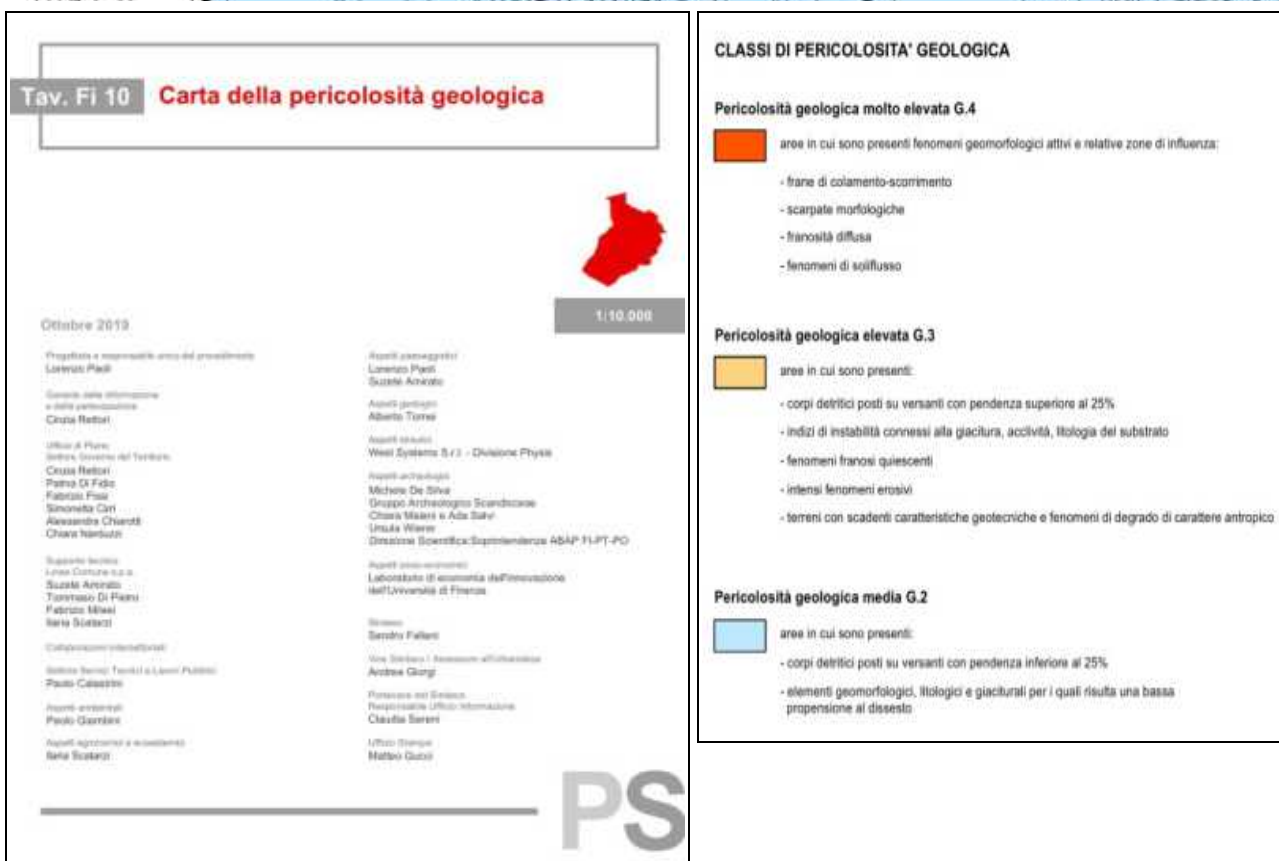
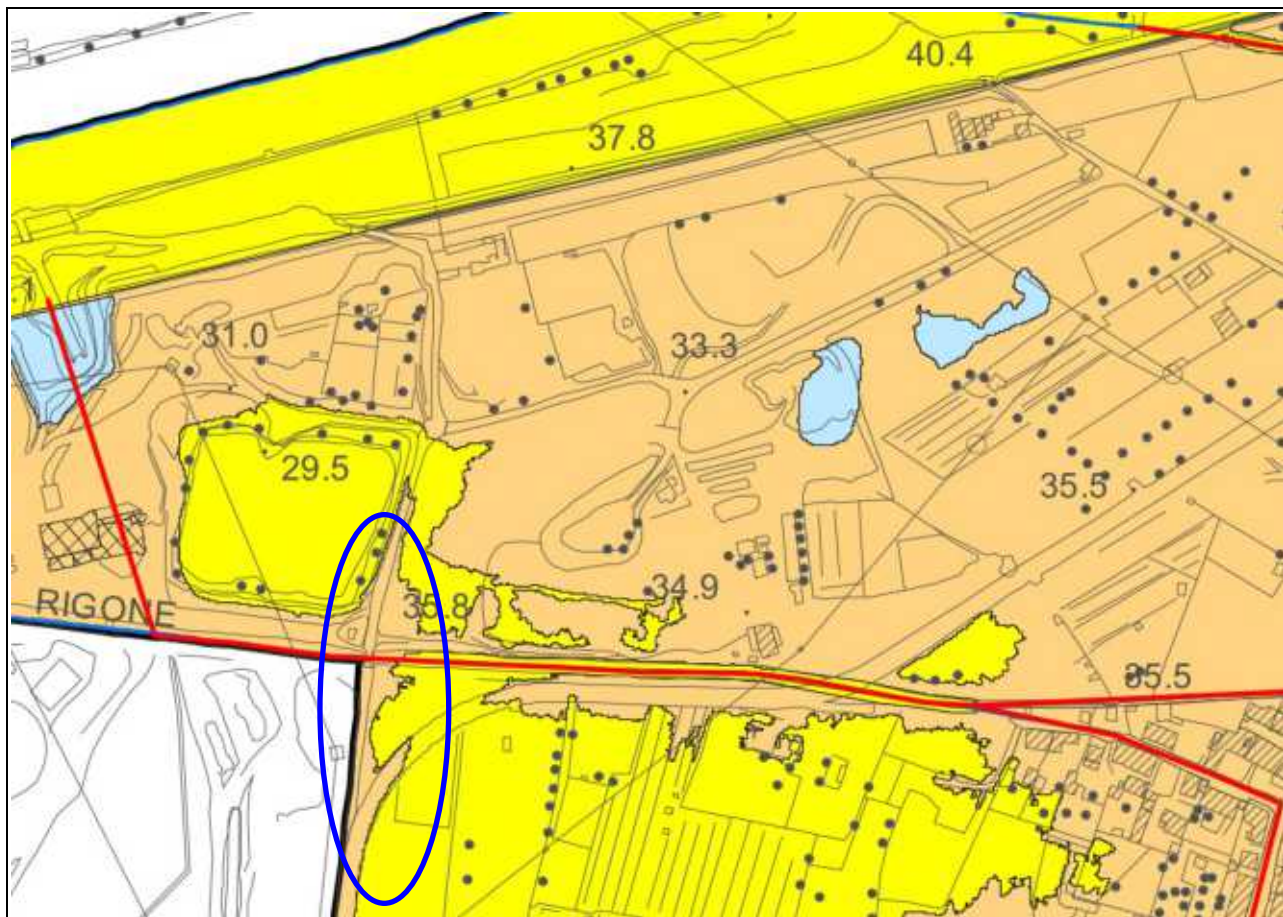


Figura 6 (scala indicativa)



Perimetrazioni definite sulla base di studi idrologico-idraulici di dettaglio (Tr=tempe di ritorno)

Pericolosità per alluvioni frequenti, pericolosità idraulica molto elevata (I.4)
pericolosità da alluvione elevata (P3)

aree soggette ad allagamenti per eventi alluvionali
con Tr inferiore o uguale a 30 anni

Pericolosità per alluvioni poco frequenti, pericolosità idraulica elevata (I.3),
pericolosità da alluvione media (P2)

aree soggette ad allagamenti per eventi alluvionali
con Tr compreso tra 30 e 200 anni

Pericolosità idraulica media (I.2), pericolosità da alluvione bassa (P1)

aree soggette ad allagamenti per eventi alluvionali
con Tr superiore a 200 anni

reticolo idraulico del modello di studio

Perimetrazioni definite sulla base di caratteristiche morfologiche e notizie storiche

Pericolosità idraulica molto elevata I.4

aree di fondovalle per le quali ricorrono le seguenti condizioni:

- vi sono notizie storiche di inondazioni
- sono poste in condizione sfavorevole rispetto al corso d'acqua

Pericolosità idraulica elevata I.3

aree di fondovalle per le quali ricorre almeno una delle seguenti condizioni:

- vi sono notizie storiche di inondazioni
- sono poste in condizione sfavorevole rispetto al corso d'acqua

Pericolosità idraulica media I.2

aree di fondovalle per le quali ricorrono le seguenti condizioni:

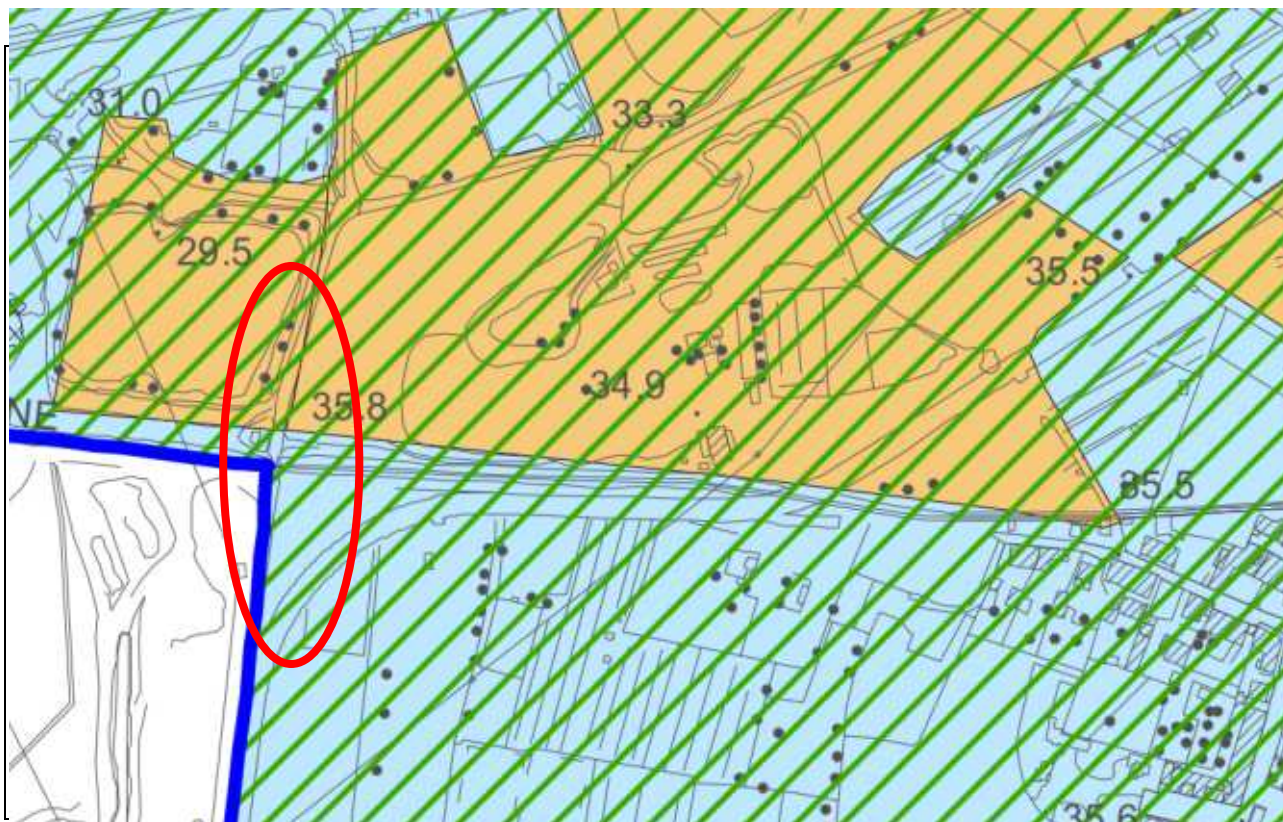
- non vi sono notizie storiche di inondazioni
- sono poste in condizioni di alto morfologico rispetto alla pianura alluvionale adiacente

Pericolosità idraulica bassa I.1

aree collinari prossime ai corsi d'acqua per le quali ricorrono le seguenti condizioni:

- non vi sono notizie storiche di inondazioni
- sono poste in condizioni di alto morfologico rispetto al corso d'acqua

Figura 7 (scala indicativa)



CLASSI DI PERICOLOSITA' SISMICA

Pericolosità sismica molto elevata S.4

zona suscettibile di instabilità di versante per fenomeni geomorfologici attivi

Pericolosità sismica elevata S.3

aree in cui si possono verificare:

- effetti di amplificazione locale per particolari condizioni stratigrafiche, litologiche o topografiche
- instabilità di versante per fenomeni geomorfologici quiescenti
- cedimenti diffusi per presenza di terreni di fondazione particolarmente scadenti
- terreni potenzialmente suscettibili di liquefazione dinamica

Pericolosità sismica media S.2

aree con presenza di bedrock sismico ($V_s > 800$ m/s) su versanti con pendenza superiore ai 15°
 aree con presenza di litotipi lapidei assimilabili al substrato rigido alterato
 aree con presenza di forti spessori di coperture alluvionali al di sopra del substrato rigido
 aree con presenza di litotipi riferibili ai cicli marini e fluvio-lacustri pliocenici (versanti della Pesa)

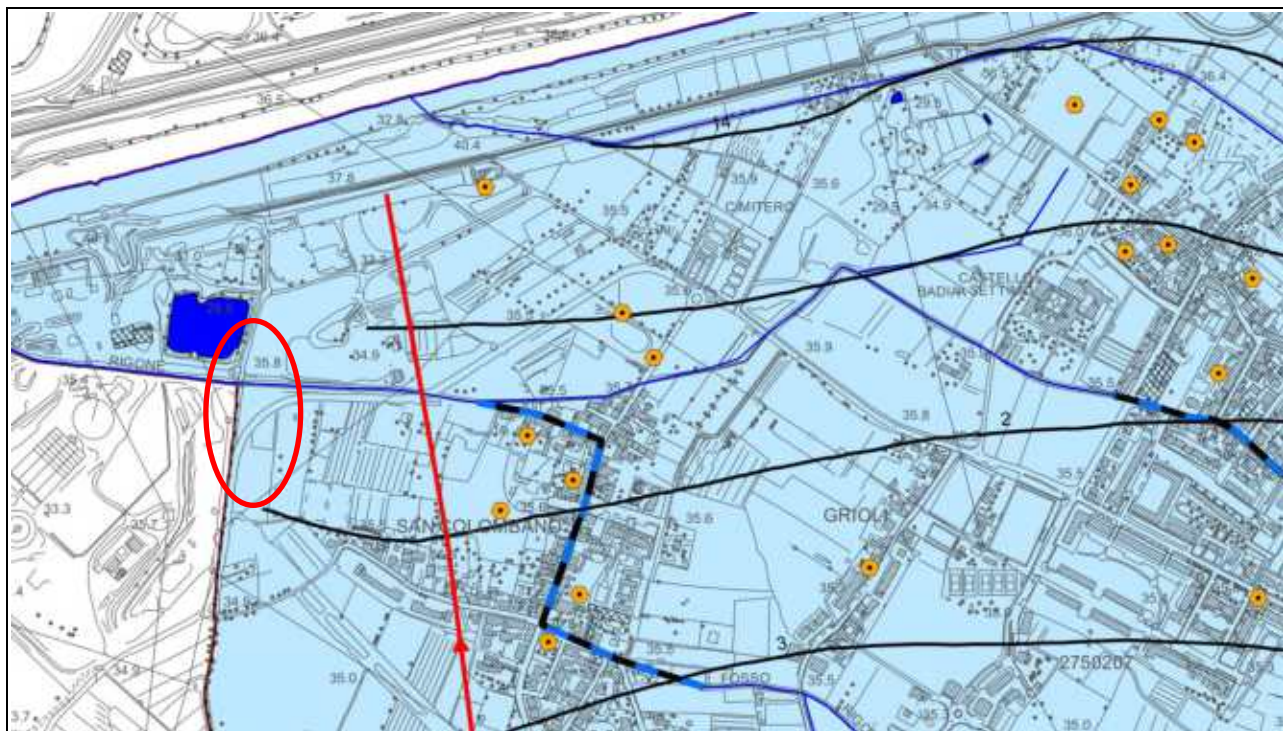
S2° - possibile presenza di livelli ghiaiosi molto addensati giacenti a profondità significativa

area interessata dallo studio di Microzonazione Sismica di livello 1

Figura 8 (scala indicativa)



Figura 9 (scala indicativa)



VULNERABILITA' DEGLI ACQUIFERI

Permeabilità del substrato				Tipologia di falda
alta	media	bassa	molto bassa	
AL	DT		AA	falda libera
	SG	AG	LA	falda semi-confinata
	CM	AR		falda confinata

Classi di vulnerabilità



Figura 11 (scala indicativa)

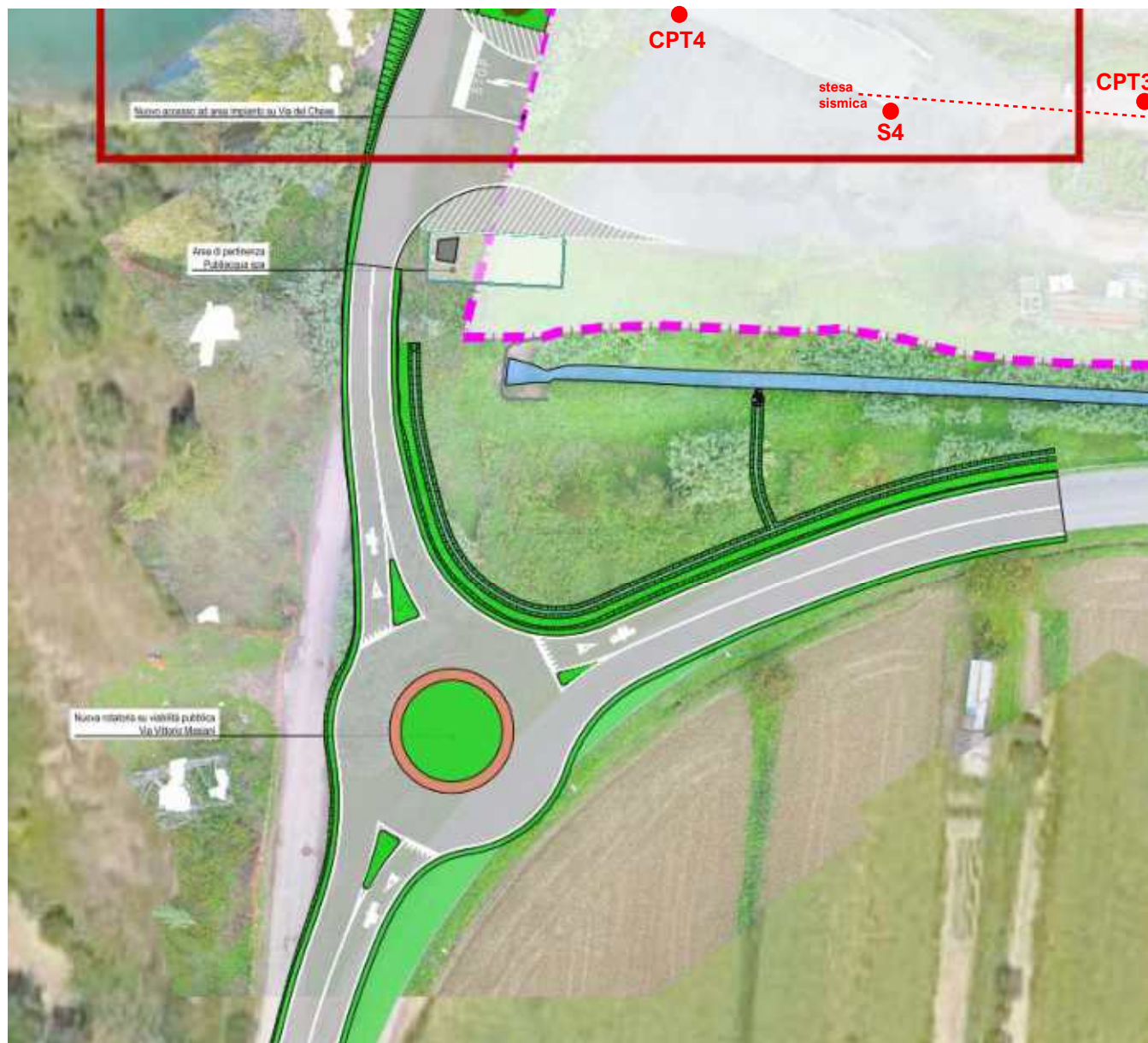


Fig.12 - Ubicazione delle indagini geognostiche utilizzate (scala indicativa)