

AUTOSTRADA (A1) : MILANO - NAPOLI

TRATTO: FIRENZE NORD - FIRENZE SUD

SVINCOLO DI SCANDICCI

ALLACCIAMENTO A1 - S.G.C. FI-PI-LI - VIABILITA' URBANA

PROGETTO DEFINITIVO

DOCUMENTAZIONE GENERALE

GEOLOGIA

Relazione geologica, geomorfologica con
elementi di idrogeologia generale

IL GEOLOGO

Dott. Vittorio Boerio
Ord. Geol. Lombardia N. 794

IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. Michele Angelo Parrella
Ord. Ingg. Avellino N. 933


IL DIRETTORE TECNICO

Ing. Piero Bongio
Ord. Ingg. Sondrio N. 538

TECHNICAL AUTHORITY GEOLOGIA E GEOTECNICA

CODICE IDENTIFICATIVO

RIFERIMENTO PROGETTO			RIFERIMENTO DIRETTORIO				RIFERIMENTO ELABORATO				ORDINATORE
Codice Commessa	Lotto, Sub-Prog. Cod. Appalto	Fase	Capitolo	Paragrafo	W B S	Parte d'opera	Tip.	Disciplina	Progressivo	Rev.	--
119982	0000	PD	DG	GEO	00000	00000	R	GEO	0001	0	SCALA varie

	PROJECT MANAGER:		SUPPORTO SPECIALISTICO:		REVISIONE	
	Ing. Michele Angelo Parrella Ord. Ingg. Avellino N. 933				n.	data
					0	GIUGNO 2021
					1	-
					2	-
REDATTO:		VERIFICATO:		3	-	
				4	-	

VISTO DEL COMMITTENTE



IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
Ing. Furio Cruciani

VISTO DEL CONCEDENTE



Ministero delle Infrastrutture e della mobilità sostenibili
DIPARTIMENTO PER LA PROGRAMMAZIONE, LE INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO A RETE
E I SISTEMI INFORMATIVI

Sommario

1	INTRODUZIONE	2
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	3
3	DESCRIZIONE DELLE ATTIVITA' SVOLTE.....	4
3.1	RACCOLTA DEI DATI PREGRESSI	4
3.2	REDAZIONE DELLA CARTOGRAFIA GEOLOGICA	5
4	INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	10
4.1	INDAGINI PROGETTO ESECUTIVO FIRENZE NORD – FIRENZE SUD LOTTO 4 (1998-1999)	10
4.2	INDAGINI PER STUDIO APPROVVIGIONAMENTO IDRICO (2001-2003)	10
4.3	INDAGINI PROGETTO DEFINITIVO SVINCOLO DI SCANDICCI (2020)	11
5	INQUADRAMENTO GEOLOGICO STRUTTURALE GENERALE.....	12
5.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E PALEOGEOGRAFICO	12
6	STRATIGRAFIA.....	17
6.1	UNITA TETTONICHE LIGURI - UNITA TETTONICA MONTE MORELLO	17
6.2	SUCCESSIONI DEI BACINI INTRAMONTANI (SUCCESSIONI DEL BACINO DI FIRENZE)	18
6.3	DEPOSITI E COPERTURE QUATERNARIE CONTINENTALI	18
7	GEOMORFOLOGIA.....	19
7.1	VERIFICA DI PAI, PGRA E PIANO STRUTTURALE COMUNALE.....	19
8	MODELLO IDROGEOLOGICO D'INQUADRAMENTO	22
8.1	DEFINIZIONE DEL RETICOLO IDROGRAFICO	22
8.2	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO GENERALE	23
8.3	INDIVIDUAZIONE DELLE CAPTAZIONI PRESENTI NELL'AREA	26
8.4	PERMEABILITA'.....	28
8.5	LIVELLI PIEZOMETRICI	28
9	INQUADRAMENTO CLIMATOLOGICO E PLUVIOMETRICO DELL'AREA	30
10	ELEMENTI DI SISMICA GENERALE.....	34
10.1	SISMICITA' STORICA (DAL 1000 AL 2019).....	34
10.2	SISMICITA' RECENTE (DAL 1985 A FEBBRAIO 2021)	40
10.3	FAGLIE CAPACI.....	43
10.4	STRUTTURE SISMOGENETICHE	44
10.5	CLASSIFICAZIONE SISMICA (INGV).....	46
11	SUBSIDENZA.....	49
12	DESCRIZIONE DELL'AREA DI PROGETTO.....	51
13	PRINCIPALI ELEMENTI GEOLOGICI DI INTERESSE INGEGNERISTICO	54

1 INTRODUZIONE

Il presente studio geologico – geomorfologico è stato condotto nell'ambito della progettazione definitiva del potenziamento del nodo di scambio esistente tra la A1 e la S.G.C. FI-PI-LI in corrispondenza dello Svincolo di Scandicci lungo l'autostrada A1 Milano-Napoli.

L'area di studio ricade nel territorio comunale di Firenze e di Scandicci, a SW del capoluogo toscano.

Lo scopo del lavoro consiste nell'illustrare gli elementi geologici e geomorfologici utili a definire i principali aspetti riconducibili alla natura ed alle caratteristiche dei terreni attraversati dal tracciato oggetto di studio.

La relazione contiene anche un capitolo di sismica generale, che inquadra il territorio dal punto di vista della sismicità, ed un capitolo di inquadramento idrogeologico, che espone un quadro conoscitivo utilizzabile come punto di partenza per studi quantitativi di idrologia sotterranea.

Nell'ambito degli obiettivi precedentemente esposti, si intende definire quanto segue:

- unità geologiche presenti, sulla base di una caratterizzazione litologica delle singole formazioni, che nel contempo tenga conto delle classificazioni litostratigrafiche e cronostatigrafiche convenzionali;
- assetto geomorfologico del territorio;
- schema idrogeologico generale.

La definizione dell'accelerazione sismica di riferimento, della quota di falda di progetto, delle interferenze fra infrastruttura e la falda idrica, la stima quantitativa dei volumi potenzialmente instabili, la definizione degli interventi di minimizzazione / stabilizzazione, la caratterizzazione degli ammassi rocciosi, la caratterizzazione delle terre provenienti dagli scavi in ordine alla loro possibile riutilizzabilità, la definizione del modello geotecnico, i criteri per la scelta delle fondazioni delle opere non sono argomenti oggetto della presente relazione geologico – geomorfologica. Qualora la progettazione delle opere in argomento e/o i vincoli territoriali implicassero la definizione dei tematismi sopra elencati, essi sarebbero sviluppati nell'ambito di specifiche relazioni ingegneristiche.

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area analizzata è ubicata in prossimità dello Svincolo di Scandicci lungo la Autostrada A1 Milano-Napoli, nei territori comunali di Firenze e di Scandicci, in prossimità del confine tra i due comuni. L'area si sviluppa a sud del Fiume Arno e ad ovest del Greve, all'intersezione tra l'autostrada A1 e la strada FI-Pi-LI.

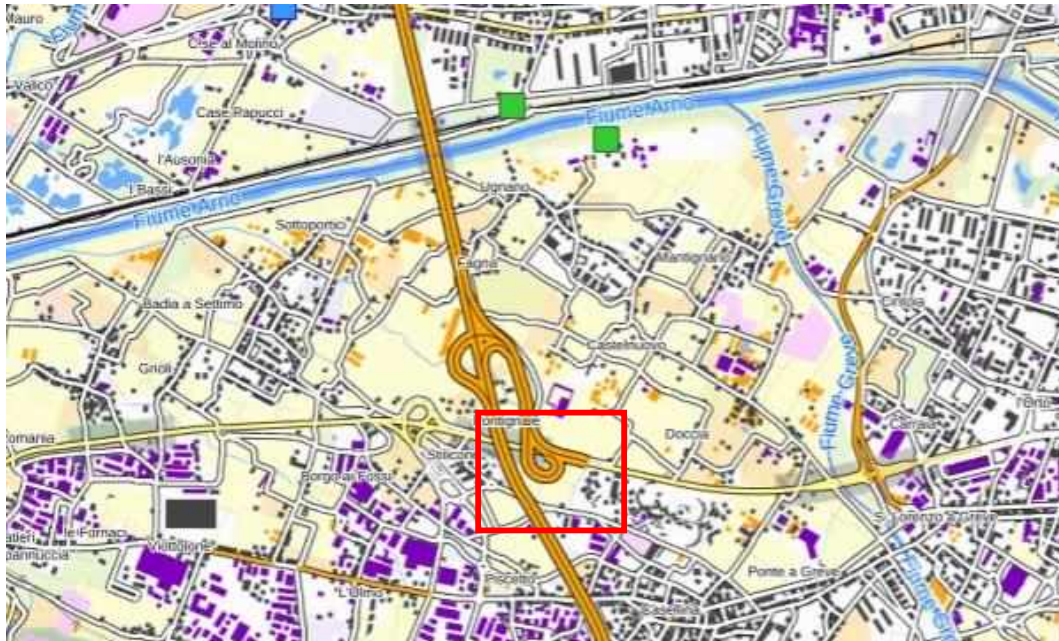


Figura 2-1 - Inquadramento geografico dell'area. In rosso l'area dello Svincolo.

3 DESCRIZIONE DELLE ATTIVITA' SVOLTE

3.1 RACCOLTA DEI DATI PREGRESSI

Durante la prima fase conoscitiva sono stati reperiti tutti i dati disponibili presso vari Enti pubblici o precedenti progetti inerenti la tratta in esame e di ogni altro dato disponibile e significativo per l'elaborazione di un modello concettuale dell'area.

I dati di base utili all'inquadramento geologico, geomorfologico sono stati ricavati dai seguenti documenti:

- Carta Strutturale dell'Appennino Settentrionale alla scala 1:250.000 CNR, 1982;
- Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000 - Foglio 106 "Firenze";
- Letteratura relativa alla caratterizzazione geologica, strutturale, litologica ed idrogeologica dell'area in oggetto;
- Informazioni presenti nella banca Dati della Regione Toscana inerenti la cartografia geologica reperibili sul sito <http://www502.regione.toscana.it/geoscopio/geologia.html>;
- Carta Litotecnica di Firenze, tavola 3 (Direzione nuove infrastrutture – Servizio Attività geologiche e V.I.A.- Comune di Firenze in collaborazione con l'Università degli Studi di Firenze – Dipartimento di Scienze della Terra);
- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale per la definizione delle aree di pericolosità idraulica;
- "Carta guida delle aree allagate" dell'A.d.B. Arno (scala 1:25.000);
- "Analisi di subsidenza nel territorio dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno" - A.d.B. Arno in collaborazione con l'Università degli Studi di Firenze (Dipartimento di Scienze della Terra);
- Database del "Servizio Idrologico Regionale" (S.I.R. - Regione Toscana);
- Portale del Sistema Informativo Regionale dell'Ambiente della Toscana (SIRA);
- Database del "Sistema Informativo Territoriale" (S.I.T.) della Prov. di Firenze (Città Metropolitana di Firenze) - "Mappa delle faglie attive e dei terremoti storici" e "Mappa dei pozzi e delle derivazioni" aggiornamento 29/10/2014 (<http://mappe.provincia.fi.it/tolomeo/html/servizi/sismici/mappaSismici.html> e <http://mappe.provincia.fi.it/tolomeo/html/servizi/pozzi/mappapozzi.html>);
- Sistema Informativo Geologico del Sottosuolo – Banca dati stratigrafici ed idrogeologici (Direzione nuove infrastrutture – Servizio Attività geologiche e V.I.A.- Comune di Firenze) per quanto concerne la carta delle isopiezometriche (anni 2002-2007-2010) reperibile sul sito <http://maps.comune.fi.it/geo/>;
- Studi geologici annessi al Piano Strutturale del Comune di Scandicci – Variante 2 (2019) (https://www.comune.scandicci.fi.it/mapper_pub/map.phtml?config=PS3_ap);
- Sistema informativo geologico del sottosuolo, banca dati stratigrafici ed idrogeologici (Direzione nuove infrastrutture – Servizio Attività geologiche e V.I.A.- Comune di Firenze);
- Studi geologici e geomorfologici relativi alla progettazione esecutiva della tratta Firenze Nord – Firenze Sud - Lotto 4 (ottobre 2003);
- Studio per approvvigionamento idrico di alcune aree esterne all'allargamento autostradale, con specifico riferimento alla relazione geologica-idrogeologica del Dott. Ceccanti (2001 e 2003);
- Studio idrogeologico finalizzato al reperimento di acqua per il Lotto 4 della tratta Fi Nord – Fi Sud, con specifico riferimento alla relazione Geoeco (maggio 2014).

Per la ricostruzione stratigrafica del sottosuolo e per l'inquadramento idrogeologico sono stati analizzati i seguenti documenti:

- Campagne d'indagine eseguite per la progettazione del Lotto 4 della tratta Fi Nord – Fi Sud (1998 - 2000);
- Campagna di indagine a finalità ambientale (2013);
- Prospezione sismica SEV e Geoelettrica eseguite per lo Studio per approvvigionamento idrico (2001-2003);
- Campagna di indagine appositamente realizzata per il presente progetto (2020).

3.2 REDAZIONE DELLA CARTOGRAFIA GEOLOGICA

Sulla base delle attività conoscitive svolte e di tutti i dati bibliografici raccolti, è stato possibile ricostruire il quadro geologico dell'area di studio. Gli elementi acquisiti hanno portato alla compilazione dei seguenti elaborati tematici di sintesi, riportati nella tavola GEO0002:

- Planimetria di ubicazione delle indagini, a scala 1:2000
- carta geologica con elementi di idrogeologia, a scala 1:2000;
- profilo geologico longitudinale prodotto nel 2003 per il progetto esecutivo dell'ampliamento alla terza corsia dell'Autostrada A1 nel tratto Firenze Nord - Firenze Sud (Lotto 4), in scala 1:5.000/5.000;
- profilo geologico redatto in asse alla Viabilità "A" (IN01), a scala orizzontale 1:2000 e verticale 1:200 e 1:2000.

La seguente descrizione esplicita alcune precisazioni relativamente ai contenuti delle carte, delle leggende e sull'uso dei simboli.

Planimetria di ubicazione delle indagini geognostiche

Sono state riportate tutte le indagini eseguite nell'area - dagli studi connessi con il progetto esecutivo dell'ampliamento alla terza corsia dell'Autostrada A1 nel tratto Firenze Nord - Firenze Sud Lotto 4 (2003) ad oggi – suddivise per tipologia e campagna di appartenenza.

Cartografia geologica, geomorfologica con elementi di idrogeologia

Relativamente alla base geologica riportata nella planimetria del presente progetto, essa appare coerente con le più recenti documentazioni pubblicate da Enti, quali:

- la Carta litotecnica di Firenze (pubblicata da Comune di Firenze in collaborazione con L'Università degli studi di Firenze nel 2006);
- la Carta Geologico-Tecnica inserita nel Piano Strutturale del Comune di Firenze (2010);
- la cartografia del Piano Strutturale del Comune di Scandicci - Variante 2 (2019) visualizzabile sul sito del Comune;
- la carta geologica pubblicata sul DB della Regione Toscana (Geoscopio).

Di seguito vengono riportati gli stralci delle cartografie sopra citate. Si osserva che le carte geologiche degli Enti riportano una distinzione granulometrica dei depositi superficiali che ipotizza la presenza in superficie di terreni alluvionali prevalentemente fini (limi, limi argillosi, limi sabbiosi).

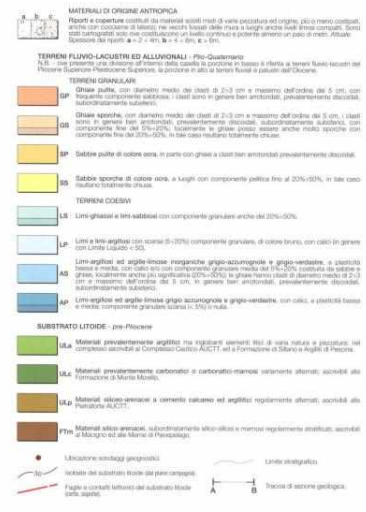
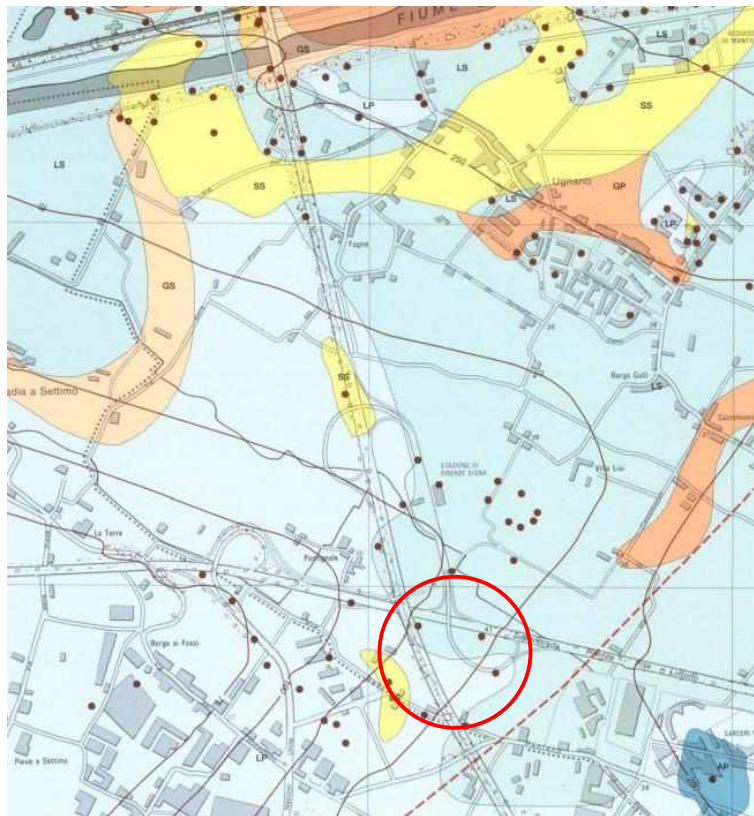


Figura 3-1 – Carta Litotecnica di Firenze – Tavola 3. In rosso l'area dello Svincolo.

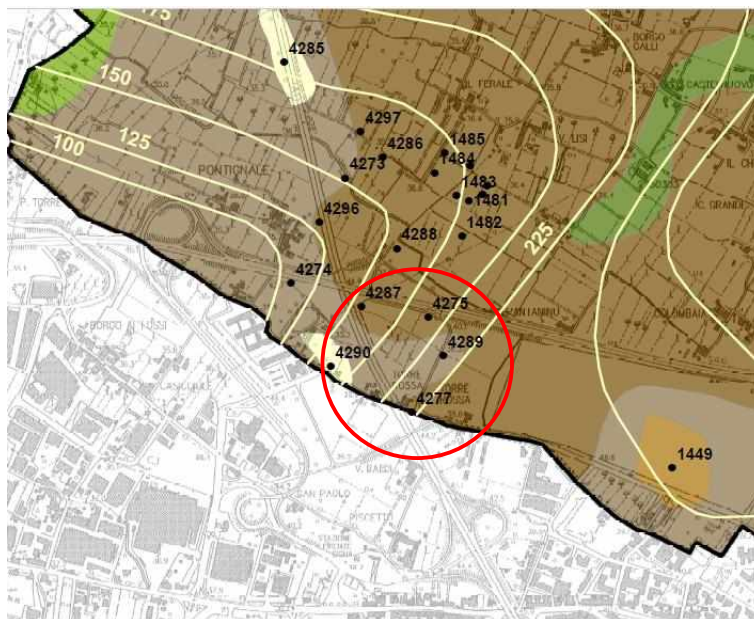


Figura 3-2 – Piano Strutturale Comune di Firenze - Carta geologico-tecnica per la microzonazione sismica (2010). In rosso l'area dello Svincolo.

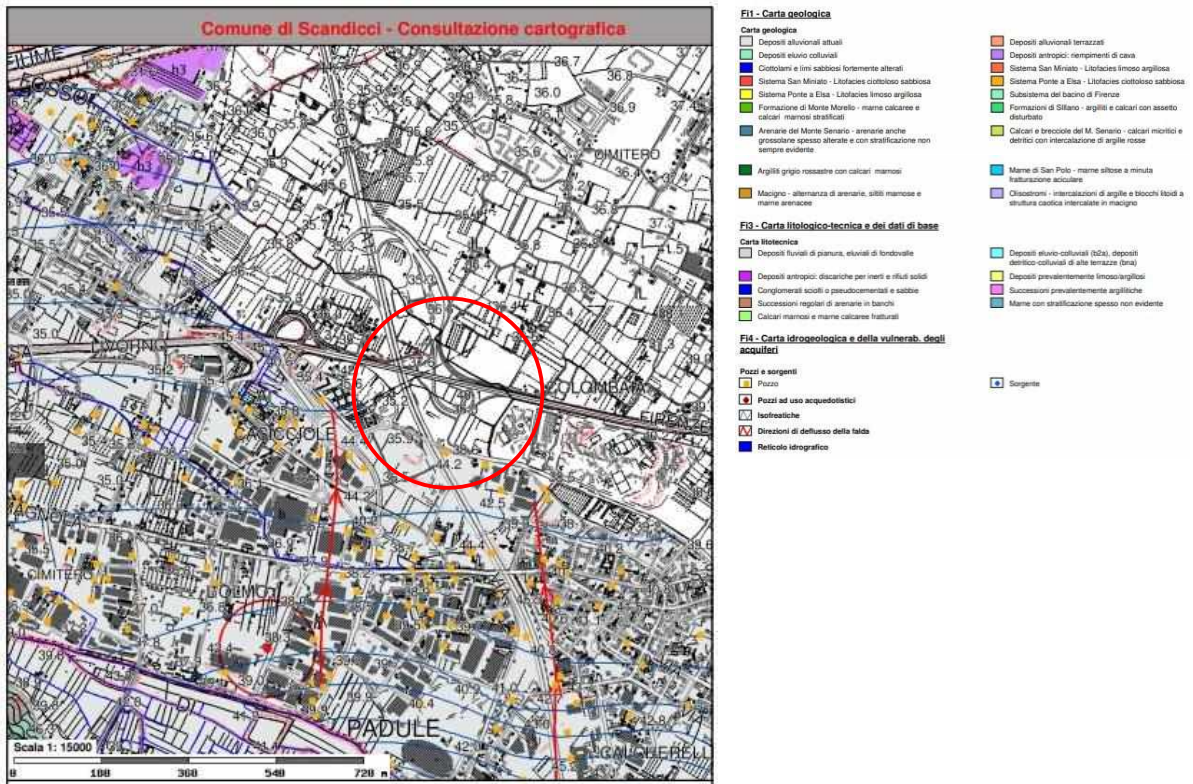


Figura 3-3 – Piano Strutturale Comune di Scandicci (2019). In rosso l'area dello Svincolo.



Figura 3-4 – Regione Toscana – DB Geologico. In rosso l'area dello Svincolo.

Nella carta di sintesi GEO0002 sono stati riportati inoltre:

- perimetrazione dei depositi antropici connessi con l'autostrada, antecedenti la realizzazione della terza corsia (ante 2003) derivati dalla cartografia di AGE;
- depositi antropici connessi alla realizzazione della terza corsia, definiti mediante confronto di planimetrie e foto aeree antecedenti e successive alla costruzione;
- depositi antropici connessi con la dismissione dell'ex Svincolo di Signa e di alcuni cavalcavia;
- indicazione sulla presenza di una faglia nel substrato segnalata dalla Carta Litostratigrafica del Comune di Firenze);
- canali, fossi e scarpate antropiche derivate dalla cartografia AGE e verificati mediante foto aeree;
- ubicazione ed uso di pozzi (da "Mappa dei pozzi e derivazioni" del S.I.T. Prov. di Firenze, aggiornamento 29/10/2014): sono stati riportati i pozzi ricadenti in una fascia territoriale prossima all'intervento. Si sottolinea che sono inoltre stati evidenziati in carta (con apposito soprassegno) i pozzi chiusi a seguito degli espropri relativi all'esecuzione dei lavori della terza corsia;
- indicazione delle curve isopiezometriche e principali direzioni di deflusso (da bibliografia Comune di Firenze, dati anno 2002 e anno 2007).

Profili geologici

Il profilo geologico longitudinale in asse all'autostrada a scala 5000 - derivato dal PE del Lotto 4 Firenze nord-Firenze sud (2003) - consente un inquadramento strutturale dell'area in quanto, utilizzando tutti i dati e gli studi inerenti tale progetto, estende le interpretazioni fino al substrato lapideo – qui rappresentato dalla Formazione di Monte Morello, passante verso S a Sillano – che non è stato intercettato dai sondaggi realizzati per lo Svincolo in quanto molto profondo.

Nel profilo geologico in Asse alla Viabilità "A" (IN01) a scala 1:2000 sono stati proiettati tutti i dati di sondaggi e pozzetti; all'interno della colonna stratigrafica sono stati distinti i materiali in funzione della granulometria prevalente mentre nella parte di sezione interpretata è stata riportata l'attribuzione ai differenti depositi (Orizzonte Firenze 1, 2 e 4) ed una distinzione dei terreni secondo due classi principali, suddivise in funzione della composizione granulometrica prevalente:

- Terreni prevalentemente granulari (sabbie e/o ghiaie prevalenti)
- Terreni prevalentemente coesivi (argille e/o limi prevalenti)

Sono inoltre state riportate le isopiezometriche 2002 e 2007 e i livelli di falda misurati all'interno dei sondaggi.

4 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Le indagini geognostiche sono state eseguite, come previsto dalla norma vigente, sulla base di un progetto redatto in maniera multidisciplinare dalla figure indicate qui di seguito: dal geologo responsabile dell'ufficio geologia (GEO) per quanto riguarda la componente geologica; dagli ingegneri responsabili degli uffici opere all'aperto (APE) e tunnelling (TUN) per quanto riguarda la caratterizzazione geotecnica delle terre e delle rocce; dall'ingegnere responsabile dell'ufficio idraulica (IDR) per quanto riguarda l'idrologia sotterranea e dall'ingegnere responsabile del monitoraggio ambientale (MAM) per quanto riguarda la caratterizzazione chimica delle acque e delle terre da scavo.

L'ubicazione delle indagini geognostiche è riportata nell'elaborato GEO0002 in scala 1:2000, utilizzando simbologia differente in relazione alla tipologia di indagine ed alla fonte. Nelle tabelle sottostanti sono descritte solamente le indagini ricadenti all'interno dell'area del progetto.

4.1 INDAGINI PROGETTO ESECUTIVO FIRENZE NORD – FIRENZE SUD LOTTO 4 (1998-1999)

Nell'ambito del progetto è stata eseguita una campagna geognostica che ha compreso le seguenti attività:

- sondaggi a carotaggio continuo e distruzione di nucleo con realizzazione di indagini e prove geotecniche - geomeccaniche in sito. Nel corso dei sondaggi sono state eseguite prove SPT e prove pressiometriche. Nei fori di sondaggio sono stati poi installati piezometri a tubo aperto e/o celle di Casagrande;
- prove penetrometriche statiche;
- pozzetti esplorativi con esecuzione di prove di carico su piastra;
- prove di laboratorio eseguite sui campioni prelevati per definire le caratteristiche meccaniche dei materiali.

Anno	Impresa	Indagine	Tipologia	Orientazione	Profondità	Strumentazione
1998	Geotrivell	SG16bis	carotaggio continuo	verticale	30	Cella
		CPTG19	Prova penetrometrica statica	verticale	10.45	-
		PG21	Pozzetto esplorativo	verticale	4	-
1999	Tecno soil	SK9	carotaggio continuo	verticale	30	TA
		SK10	carotaggio continuo	verticale	30	TA
		SK11	carotaggio continuo	verticale	30	TA
		SK12	carotaggio continuo	verticale	25	-
		PK7	Pozzetto esplorativo	verticale	4	-
		PK8	Pozzetto esplorativo	verticale	4	-
		PK9	Pozzetto esplorativo	verticale	4	-

4.2 INDAGINI PER STUDIO APPROVVIGIONAMENTO IDRICO (2001-2003)

Nell'ambito del progetto è stata eseguita una campagna geognostica che ha compreso le seguenti attività:

- Sondaggi sismici verticali SEV;
- Prospezione geoelettrica.

4.3 INDAGINI PROGETTO DEFINITIVO SVINCOLO DI SCANDICCI (2020)

Nell'ambito del progetto definitivo è stata condotta una campagna geognostica che ha compreso le seguenti attività:

- sondaggio a carotaggio continuo con esecuzione di prove SPT e Lefranc. Nel foro di sondaggio sono stati poi installati un piezometro a tubo aperto o una cella di Casagrande;
- pozzetti esplorativi con esecuzione di prove di carico su piastra;
- n. 4 pozzetti a mano con prelievo di campioni ambientali;
- n. 2 indagini MASW e HCSR;
- prove di laboratorio eseguite sui campioni prelevati per definire le caratteristiche meccaniche dei materiali.

Anno	Impresa	Indagine	Tipologia	Orientazione	Profondità	Strumentazione
2020	Technosoil	SS1	carotaggio continuo	verticale	30	TA+Cella
		PZS0	Pozzetto esplorativo	verticale	3.8	-
		PZS1	Pozzetto esplorativo	verticale	3.7	-
		PZS2	Pozzetto esplorativo	verticale	4	-
		PZS3	Pozzetto esplorativo	verticale	3.2	-
		PZS4	Pozzetto esplorativo	verticale	3.5	-
		PZS5	Pozzetto esplorativo	verticale	3.2	-
		PZS6	Pozzetto esplorativo	verticale	2.8	-
		PZS7	Pozzetto esplorativo	verticale	3.1	-
		PG21	Pozzetto esplorativo	verticale	4	-

5 INQUADRAMENTO GEOLOGICO STRUTTURALE GENERALE

5.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E PALEOGEOGRAFICO

L'area in esame appartiene alla fascia centrale della catena orogenica dell'Appennino settentrionale, parte integrante della fascia di deformazione perimediterranea, sviluppatasi prevalentemente in tempi neogenici e costituita da una struttura complessa di falde e thrust formatasi in relazione a più fasi tettoniche.

L'Appennino è una catena a falde caratterizzata dalla sovrapposizione di elementi paleogeografici più interni su elementi più esterni (l'esterno viene definito come direzione verso la quale si dirige la polarità deformativa della catena orogenetica); la storia tettonica che ha portato alla sua formazione si è sviluppata in modo continuo ed è tuttora in atto, come dimostrato dalla sismicità.

Durante la sua evoluzione è comunque possibile distinguere alcuni periodi (fasi tettoniche) in cui l'intensità delle deformazioni è risultata particolarmente elevata e tale da lasciare una registrazione stratigrafica degli eventi, così sintetizzabili:

- Dal Cretaceo all'Eocene medio (fase oceanica) si verifica la progressiva chiusura del paleo oceano ligure - piemontese con la conseguente formazione di un prisma di accrezione che coinvolge successioni liguri e subliguri. All'interno di questa fase (Fase Ligure Aucct.) se ne riconoscono in realtà molte, separate nel tempo. La fase tettonica principale è riferibile all'Eocene medio ed è testimoniata dall'importante discordanza (diacrona e sempre più recente verso l'esterno) fra la Successione Epiligure e le sottostanti Liguridi precedentemente deformate.
- Le fasi deformative succedutesi dall'Oligocene in poi, si sono verificate in un quadro geodinamico molto differente (fase continentale) rappresentato da un regime collisionale e post - collisionale in cui sono state progressivamente coinvolte nella deformazione le successioni dell'avampaese toscano e umbro con i sovrastanti depositi di avanfossa (Macigno, Modino, Cervarola, Marnoso Arenacea). Durante la collisione Oligo - Miocenica le Unità Liguri, precedentemente impilate fra loro, sovrascorrono sulle Unità Toscane ed Umbro Marchigiane. La migrazione del fronte deformativo verso l'esterno è stata accompagnata dalla traslazione delle Unità Liguri verso nord-est, accadimento che ha generato la presenza di olistostromi con prevalenti terreni liguri intercalati nei depositi flyschoidi. Lo spostamento del fronte deformativo durante il Miocene ed il Pliocene ha coinvolto successivamente i domini più esterni dell'avampaese appenninico (dominio umbro - marchigiano e padano) fino a determinare la configurazione attuale della catena nord - appenninica.
- Dal Tortoniano superiore nella parte interna della catena appenninica si sono sviluppati dei bacini (es. Bacino del Mugello, Bacino di Firenze-Prato-Pistoia, Bacino del Valdarno), che classicamente sono stati interpretati come generati in regime distensivo. Tale regime infatti era spiegato mediante un modello evolutivo della catena che prevedeva la migrazione del fronte compressivo verso est e l'instaurarsi di un regime di estensione nelle zone più interne. Studi recenti ipotizzano riattivazioni in compressione dei thrusts, anche crostali, durante il tardo Miocene, il Pliocene ed il Pleistocene (Boccaletti e Sani, 1998).

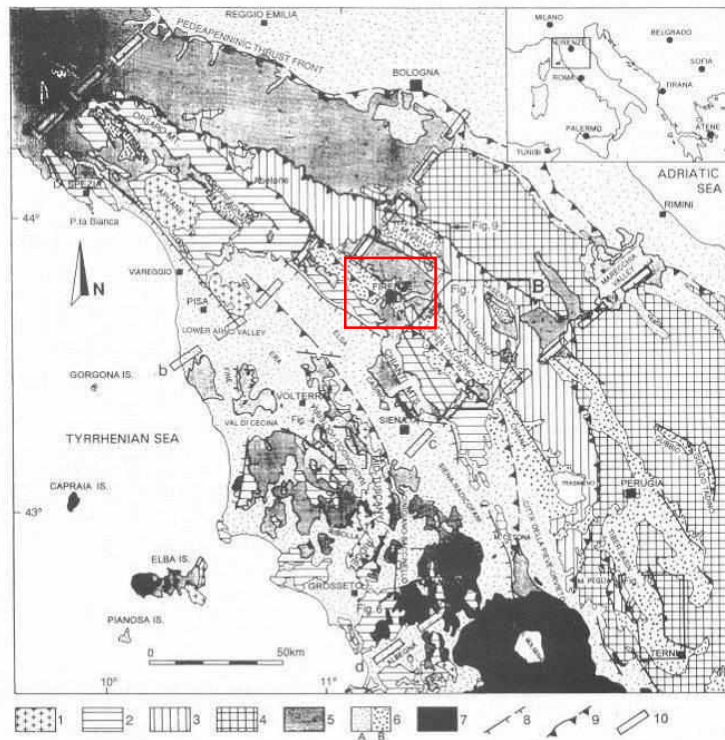


Fig.1: Geological sketch of the Northern Apennines. 1) Metamorphic units; 2) Tuscan unit; 3) Cervarola-Falterona and Castel Guerrino units; 4) Umbro-Marchean units; 5) Ligurian, Subligurian and Epiligurian units; 6) A: Neogene-Quaternary deposits; B: Intermontane Villafranchian basins; 7) Magmatic rocks; 8) Principal normal faults; 9) Principal thrust fronts: outcropping, in subsurface; 10) Principal tectonic transversal lines: a-Taro line, b-Livorno-Sillaro line, c-Arbia-Marecchia line, d-Albegna line. The squares indicate the locations of the studied basins (Figs. 4, 6, 7, 9, 10).

Figura 5-1 – Schema di inquadramento geologico dell'Appennino Settentrionale (da Boccaletti et al. 1996)



Figura 5-2 – Distribuzione dei principali bacini neogenici e quaternari dell'Appennino Settentrionale. 1=principali fronti di accavallamento; 2=faglie principali ai bordi dei bacini; 3=linee tettoniche trasversali; 4=faglie minori al bordo dei bacini; (da Bossio et alii 1992).

Si può affermare che le condizioni tettoniche abbiano fortemente influenzato, se non addirittura regolato nel tempo, la deposizione dei sedimenti lacustri e fluviali della piana di Firenze; solo i depositi alluvionali recenti ed attuali mostrano la loro posizione originaria.

L'elemento tettonico principale del Bacino di Firenze – Prato - Pistoia è rappresentato dal sistema di faglie lungo la direttrice Prato – Fiesole; queste consistono in un fascio sub-parallelo di faglie normali, disposte a gradini ed orientate circa NO-SE con immersione a SO, che delimitano il margine orientale del bacino. Tale sistema di faglie ha controllato l'attività geologica dell'area, unitamente all'azione

esercitata, nella porzione orientale, dalle due strutture tettoniche trasversali sinsedimentarie (faglia Castello - Scandicci e faglia Maiano - Bagno a Ripoli) entrambe con andamento NE-SW ed attribuibili al Pliocene inferiore.

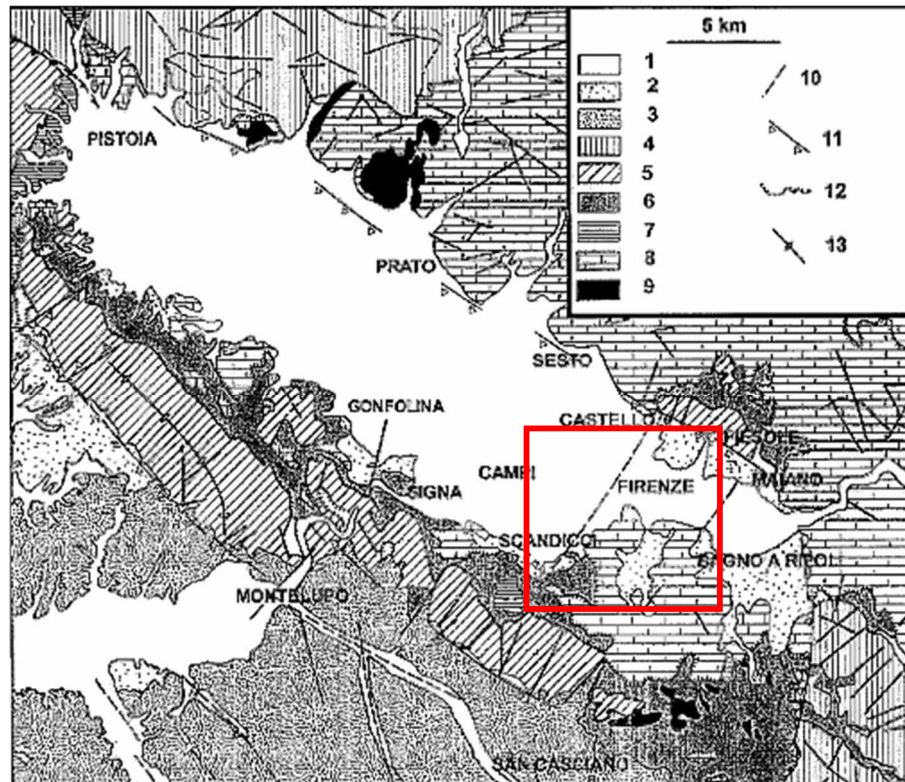


Figura 5-3 – Schema geologico dell'area fiorentina nel quadro geotettonico dell'Appennino (da Briganti et alii 2003). 1=depositi olocenici 2=depositi fluvio-lacustri plio-pleistocenici 3=depositi marini pliocenici 4= unità Cervarola 5= falda Toscana 6=complesso caotico 7=complesso di canetolo 8=unità di monte morello 9=corpi ofiolitici 10=faglie 11= sistema di faglie Prato-Fiesole 12=contatti tettonici 13= assi di anticlinale

Attraverso pulsazioni successive, il sistema di faglie di Fiesole, attualmente sepolte sotto la spessa coltre di sedimenti, ha raggiunto un rigetto verticale totale di 1000 m; la faglia Castello - Scandicci presenta un rigetto dell'ordine delle centinaia di m mentre quello della faglia Maiano - Bagno a Ripoli è dell'ordine delle decine di metri.

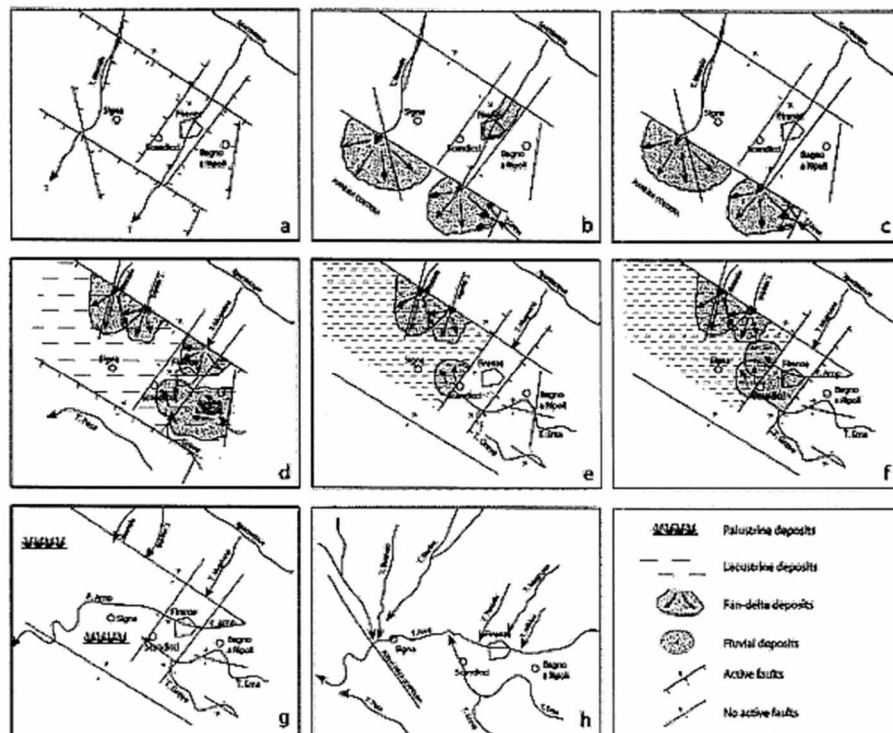


Figura 5-4 – Schema dell'evoluzione paleogeografia Plio-Quaternaria dell'area di Firenze (da Briganti et alii 2003)

Il bacino di Firenze – Prato - Pistoia presenta una natura lacustre ascrivibile al Pliocene superiore, a seguito del formarsi di una struttura a semi-graben regolata dal sistema di faglie di Fiesole (l'origine lacustre è riconosciuta fin dal Rinascimento); la profondità massima attuale del bacino risulta di 600 m nell'area di Campi Bisenzio - Calenzano e diminuisce progressivamente verso E dove, nell'area di Firenze, la profondità dei depositi non supera i 50 m.

Nel corso del Pleistocene inferiore a causa del formarsi del sistema di faglie trasversali sopraccitate si sono verificati movimenti differenziali che hanno portato al sollevamento del settore di Firenze rispetto al resto del bacino. Tale situazione pone fine alla fase deposizionale lacustre nell'area fiorentina, con il conseguente smantellamento dei sedimenti precedentemente deposti nell'area posta a SE dell'allineamento Castello - Scandicci, e il successivo confluimento nel settore posto a NW dell'allineamento ove continua la sedimentazione lacustre.

Nel Pleistocene medio compare per la prima volta il paleo-Arno con un corso E-W, il fiume crea una profonda valle confinata dalla scarpata della faglia immettendosi nel bacino di Prato - Pistoia dove forma un delta alluvionale esteso.

Durante il Pleistocene superiore quando i depositi fluvio-lacustri eguagliano in altezza i depositi del bacino di Firenze, il bacino di Prato - Pistoia completa il suo processo di sedimentazione. Questo ha permesso l'instaurarsi di una piana alluvionale e temporaneamente anche di condizioni palustri. Un'ultima fase erosiva viene attribuita all'azione dell'Arno che taglia i depositi lacustri con i suoi terreni alluvionali.

La geomorfologia ed il sistema di drenaggio attuali si completano nell'Olocene, influenzati dalle condizioni climatiche (glaciazioni) e geomorfologiche; mentre le colline poste a nord e a sud di Firenze continuano ad essere erose, l'Arno con i suoi tributari contribuiscono alla formazione dell'attuale piana alluvionale.

In particolare, è stata individuata la seguente successione litostratigrafia dei sedimenti fluvio - lacustri e alluvionali, in cui sono stati distinti 4 orizzonti, oltre alle sottostanti rocce del paleo-invaso:

- Orizzonte Firenze 1: costituisce lo strato più superficiale, rappresentato dai materiali deposti dall'Arno durante le sue piene; si tratta di sabbie fini con limo e argilla, con frequenti ciottoli sparsi e rare piccole lenti argillose. In prossimità del corso dell'Arno le sabbie possono essere anche grossolane e relativamente pulite;

- Orizzonte Firenze 2: risulta composto da depositi fluviali incoerenti, caratterizzati da notevole variabilità; è formato da ciottoli e sabbie, con scarsissima frazione fine. La natura litologica dei ciottoli di questo orizzonte non è uniforme in tutto il bacino; lo spessore è molto variabile e diminuisce gradualmente verso i margini della pianura verso ovest.;
- Orizzonte Firenze 3: questo livello è molto simile al precedente ma caratterizzato da una percentuale di matrice fine notevolmente superiore;
- Orizzonte Firenze 4: sono i depositi clastici più profondi del bacino di Firenze, correlabili ad episodi climatici caratterizzati da forte piovosità.

Di seguito si riporta una sezione stratigrafica tipo del sottosuolo di Firenze.

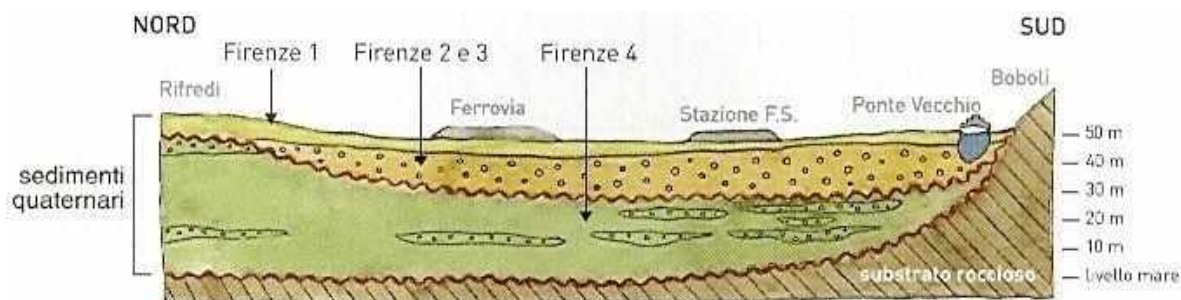


Figura 5-5 – Sezione tipo del sottosuolo di Firenze

La revisione critica recente della geologia dell'area fiorentina ha reso possibile effettuare un'attribuzione seguendo il metodo UBSU dei principali corpi sedimentari.

Sulla base dell'evoluzione geologica sono state individuate tre situazioni tettono - sedimentarie diverse e distinte nel tempo, ben definite da rapporti di erosione e deposizione; pertanto ognuna di esse è stata considerata come un Sintema, secondo i vari ambienti fluvio-lacustri o corsi fluviali di appartenenza.

Il sintema del bacino di Firenze-Prato-Pistoia (Pleistocene Inferiore – Pliocene Superiore) corrisponde in letteratura all'orizzonte "Firenze 4", è il più antico dei sintemi ed include tutti i depositi fluvio-lacustri plio-pleistocenici raggruppando:

- *Argille turchine*: sono depositi limoso-argillosi costituiti da massicci corpi di argille-limose grigio-bluastre; all'interno di questo corpo principale sono presenti livelli e lenti di ghiaie e sabbie, in genere sporchi; verso l'alto passano a limi bruni, a volte varvati, con torbe e frustoli carboniosi;
- *Paleo Affrico, Paleo Mugnone, Paleo Terzolle; Paleo Ema/Greve*: sono ghiaie e ciottoli spesso sabbiosi, con corpi e lenti limo-argillosi bruni.

Il sintema di Firenze (Pleistocene superiore) include:

- *Depositi di margine*: rappresentati da limi bruni ghiaiosi a clasti spigolosi di natura carbonatica;
- *Depositi del Paleo-Arno*: ciottolami e ghiaie d'alveo del paleo-Arno, più o meno sporchi, frammisti a livelli sabbioso-limosi bruni nella zona settentrionale della cerchia dei viali di Firenze; sono essenzialmente depositi ciottolosi e ghiaiosi nella zona Cascine-Osmannoro-Legnaia; corrispondono in letteratura all'orizzonte "Firenze 3".

Il sintema dell'Arno (Olocene) corrisponde in letteratura agli orizzonti "Firenze 1" e "Firenze 2", è il più recente e raggruppa:

- *Depositi dell'Arno*: costituiti da ciottoli e ghiaie, da puliti a sporchi, con lenti e livelli di sabbie, anche gradate; i 3-5 m superiori sono formati da limi più o meno sabbiosi, in relazione alla loro distanza dall'alveo;
- *Depositi torrentizi degli affluenti di destra*: si tratta di depositi d'alveo ghiaioso - ciottolosi con abbondante matrice limoso - sabbiosa imballati in corpi limosi palustri e/o d'esonazione; la divisione tra i vari torrenti è stata fatta in funzione delle zone di pertinenza dei vari apparati torrentizi;
- *Depositi palustri*: depositi delle residue zone umide ad ovest della città e nella pianura tra Campi e Sesto - Castello
- *Depositi di conoide dei torrenti minori*: ghiaie in matrice limoso - sabbiosa mal classati e mal assortiti, derivano dall'erosione dei terreni villafranchiani dei rilievi pedecollinari settentrionali).

6 STRATIGRAFIA

Nell'ambito del quadro strutturale descritto in precedenza, è stata riconosciuta la seguente successione stratigrafica, che viene descritta procedendo dalle unità più antiche alle più recenti.

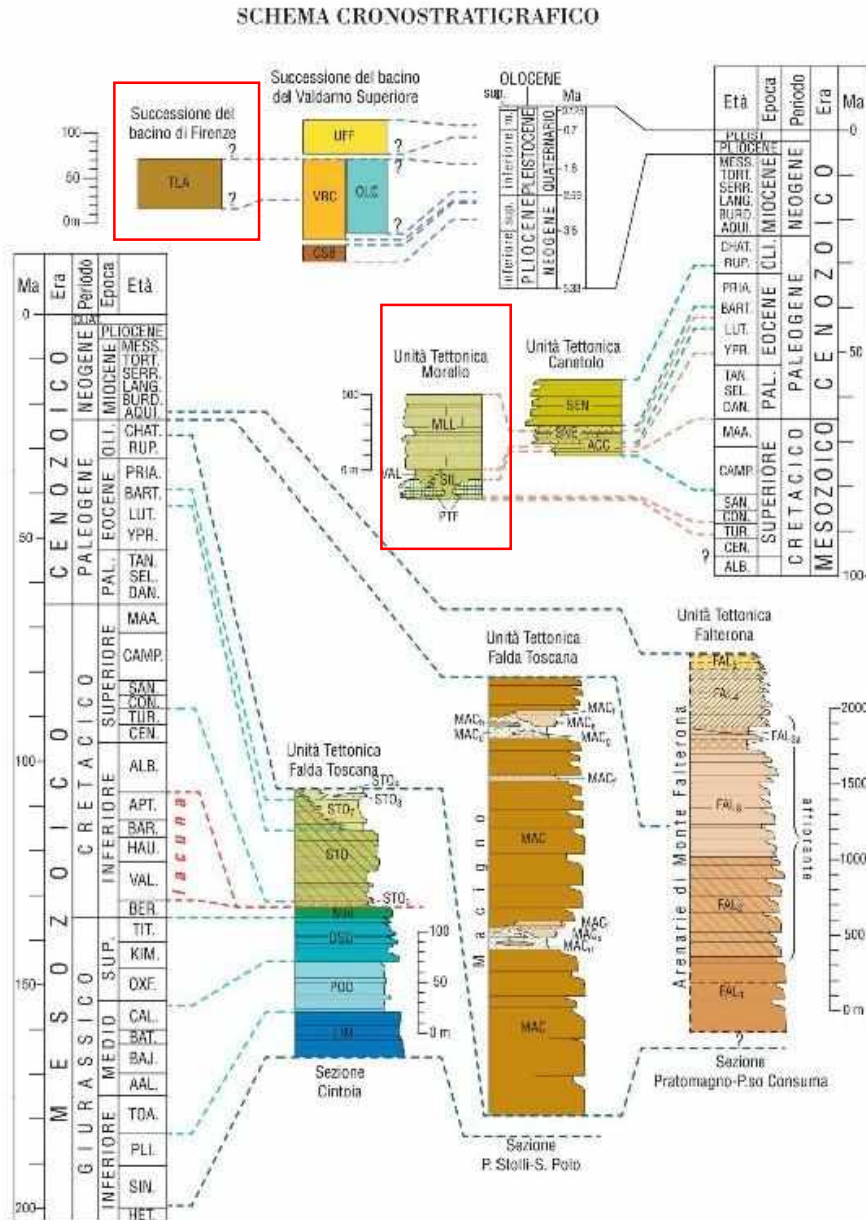


Figura 6-1 – Schema cronostratigrafico da CARG - In evidenza le unità interessate dal progetto.

6.1 UNITÀ TETTONICHE LIGURI - UNITÀ TETTONICA MONTE MORELLO

Questa Unità non affiora nell'area di intervento, ma si rinviene a sud-est dell'area di studio ed è rappresentata nell'ambito del profilo geologico longitudinale redatto per il PE della terza corsia.

Formazione di Sillano (SIL)

Alternanza di argilliti prevalenti, marne color grigio e nerastre, siltiti grigio scure con calcari e calcari marnosi grigi, calcareniti prevalentemente sottili, fini di colore grigio, grigio-verdastro, calcari silicei verdastri. Il colore di alterazione dei calcari e delle calcareniti è frequentemente bruno, verdastro con patine scure. Le argilliti presentano una struttura scagliosa.

Età: Cretaceo sup.- Eocene inf.

Formazione di Monte Morello (MML)

Alternanza di calcari e calcari marnosi nocciola e grigio chiari da compatti a granulosi, talora con base calcarenitica, marne da avana a grigie e siltiti grigie talvolta scure. Localmente sono presenti calcilutiti e livelli di calcareniti, a grana fine o media, da sottili a medi, con impronte di fondo dovute a bioturbazione o ad impatto. I calcari e le marne mostrano un caratteristico colore biancastro all'alterazione. Possibile presenza di liste e livelli di selce scura.

Età: Eocene inf. – medio

6.2 SUCCESIONI DEI BACINI INTRAMONTANI (SUCCESIONI DEL BACINO DI FIRENZE)

Si suddividono in depositi fluvio-lacustri sabbioso-limosi e depositi fluvio-lacustri limosi-argillosi.

Depositi fluvio-lacustri sabbioso-limosi (Pliocene superiore)

Affiorano a sud dell'area di intervento sui rilievi collinari intorno a Ponte a Vingone (Comune di Scandicci) e sono costituiti da sabbie limose e limi sabbiosi con ciottoli e ghiaie, rappresentativi di ambienti cono-deltizi o di conoide alluvionale; tali depositi costituiscono i termini iniziali della sedimentazione fluvio-lacustre del bacino di Firenze.

Depositi fluvio-lacustri limosi-argillosi

Al di sopra dei precedenti compaiono i depositi fluvio-lacustri limoso-argillosi, corrispondenti in letteratura all'orizzonte "Firenze 4"; sono presenti nel tratto in esame solo nelle perforazioni di sondaggio al di sotto dei depositi alluvionali quaternari.

6.3 DEPOSITI E COPERTURE QUATERNARIE CONTINENTALI

Depositi alluvionali ghiaioso - sabbiosi (Pleistocene superiore)

Questi depositi, indicati in letteratura come orizzonte "Firenze 2", sono costituiti essenzialmente da ghiaie e sabbie con ciottoli di deposizione fluviale e torrentizia, caratterizzati da notevoli e rapide variazioni granulometriche sia in senso verticale che in senso laterale; la frazione fine risulta scarsa o assente ma sono presenti sporadicamente lenti di argilla plastica giallo-rossastre.

L'orizzonte è dotato di buona permeabilità ed è tradizionalmente sfruttato per l'approvvigionamento idrico della città di Firenze.

Tale orizzonte, il cui spessore è generalmente limitato a pochi metri, poggia con un contatto erosionale sui sottostanti depositi fluvio-lacustri in cui l'Arno ha scavato un alveo successivamente riempito dalle proprie alluvioni.

Depositi alluvionali limoso - sabbiosi (Olocene)

Questi depositi, indicati in letteratura come orizzonte "Firenze 1" o "pancone", sono costituiti da sabbie fini limose e limi sabbiosi inglobanti ghiaie e ciottoli e lenti di argille; localmente sono presenti livelli di sabbie grossolane relativamente pulite legati ad episodi di piena. Nelle zone marginali, più distali rispetto alle correnti deposizionali si hanno in genere depositi limosi o limoso-argillosi.

7 GEOMORFOLOGIA

Da un punto di vista morfologico l'area d'intervento si presenta prevalentemente pianeggiante ed occupa la parte sud orientale di una depressione di origine lacustre di età villafranchiana (conosciuta come bacino di Firenze – Prato - Pistoia) completamente riempita dai depositi fluvio-lacustri ed alluvionali, che ricoprono con giacitura sub-orizzontale le unità del substrato.

Le quote dell'area di intervento sono intorno ai 35 m s.l.m.; poco più a sud dell'area di interesse, in corrispondenza dell'abitato di Ponte a Vingone, sono presenti rilievi collinari, peraltro caratterizzati da quote non molto elevate. Le forme del rilievo sono generalmente dolci in quanto prevalgono nettamente i litotipi argillitici.

Le caratteristiche morfologiche generali sono il risultato di diversi processi, che possono essere sintetizzati nei punti riportati di seguito:

- assetto geologico – strutturale;
- dinamica dei corsi d'acqua (Arno);
- intensa attività di rielaborazione del territorio ad opera dell'uomo (riporti connessi con la realizzazione di infrastrutture viarie ed arginature dei corsi d'acqua).

La stima quantitativa dei volumi potenzialmente instabili che eventualmente interessano l'infrastruttura, nonché la definizione degli interventi di minimizzazione / stabilizzazione e messa in sicurezza dell'infrastruttura non è oggetto della presente relazione.

7.1 VERIFICA DI PAI, PGRA E PIANO STRUTTURALE COMUNALE

Nell'ambito del Piano Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) e del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) del distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale sono identificate e descritte le aree di pericolosità geomorfologica ed idraulica, finalizzate alla redazione di strumenti di pianificazione per la salvaguardia del territorio.

Per quanto concerne la pericolosità geomorfologica, l'area di progetto si colloca in zona di pianura pertanto non sono segnalati dissesti.

Per quanto concerne la pericolosità idraulica, il 3 marzo 2016 il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino dell'Arno ha definitivamente approvato il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) che di fatto sostituisce, per ciò che riguarda la pericolosità da alluvione, il PAI (Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico).

Nel bacino del fiume Arno e negli ex bacini regionali toscani la parte del PAI relativa alla pericolosità idraulica è stata abrogata e sostituita integralmente dal PGRA.

La perimetrazione è stata effettuata sulla base dei risultati di specifici studi in funzione della frequenza di accadimento dell'evento, ed particolare:

- ∅ pericolosità idraulica elevata (P3) comprendente aree inondabili da eventi con tempo di ritorno TR fino a 30 anni;
- ∅ pericolosità idraulica media (P2) comprendente aree inondabili da eventi con tempo di ritorno TR di 200 anni;
- ∅ pericolosità idraulica bassa (P1) comprendente aree inondabili da eventi con tempo di ritorno TR oltre i 200 anni.

Nella figura seguente viene riportato lo stralcio del PGRA: l'area del progetto ricade in zona P2 e lambisce dei settori classificati come P3.



MapStore

GeoSolutions
Il tuo one-stop-shop per software geospaziale open source



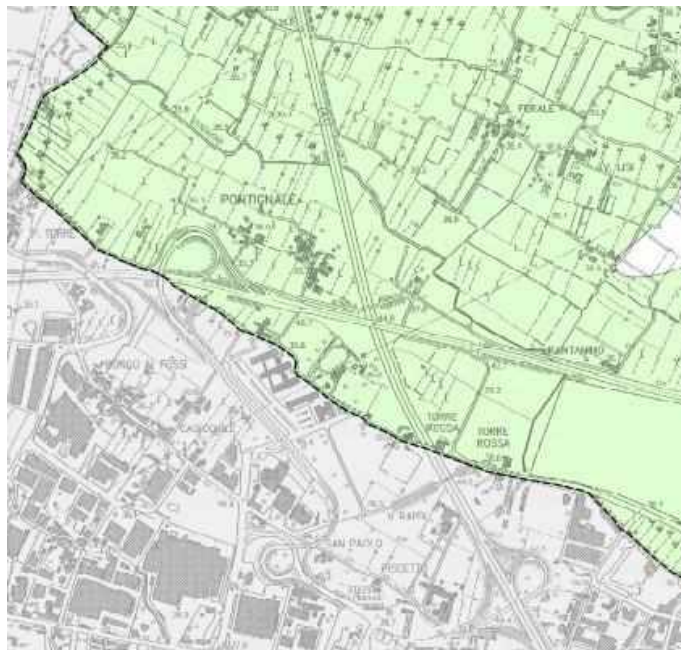
Figura 7-1 – Pericolosità fluviale da PGRA - In evidenza l'area interessata dal progetto.

Tra i documenti pubblicati dall'ex Autorità di Bacino dell'Arno, è ancora possibile visualizzare la "Carta guida delle aree allagate" in scala 1: 25.000: l'area ricade in un settore interessato da inondazioni eccezionali mentre ad est e a nord sono presenti aree interessate da fenomeni di inondazione nel corso degli eventi alluvionali degli anni '91, '92 e '93.



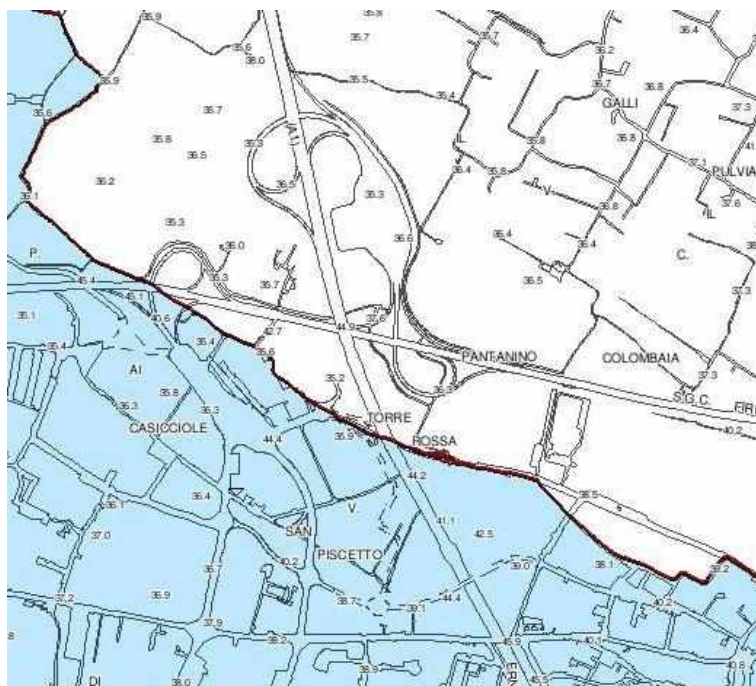
Figura 7-2 – Carta guida delle aree allagate da A.d.B. Arno, Stralcio 52 - In rosso l'area interessata dal progetto.

Per quanto riguarda i Piani Strutturali dei Comuni di Firenze e Scandicci, di seguito si riportano stralci delle Carte della pericolosità geologica, idraulica e sismica.



- G4 - MOLTO ELEVATA**
aree che presentano fenomeni di dissesto in atto quali frane attive, aree in sovraccarico, cave non in sicurezza e scarpate, olivi e sponde in erosione;
- G3 - ELEVATA**
aree che risultano in una condizione al limite dell'equilibrio, ossia non si hanno indizi e dati di attivita' o di dissesti statici e strutturali in atto, includendo tra queste le frane quiescenti, le aree potenzialmente instabili, elevati, accumuli detritici, aree in erosione generalizzata, cave, invasi idrici e piazzali di cave;
- G2 - MEDIA**
aree di pianura in cui sono presenti litologie alterabili a depositi alluvionali recenti dalle scadenti o modeste caratteristiche geotecniche, aree di versante in cui non sono presenti forme morfologiche sino morfometriche attive a condizione la stabilita' del - pendio, aree collinari con sub-strato roccioso affiorante;
- G1 - BASSA**
aree di pianura in cui sono presenti colti alluvionali, per lo piu' di conoidi, con grado di addensamento medio-alto e adatte buone o ottime caratteristiche geotecniche ($\beta_{eff} > 30$).

Figura 7-3 – Piano strutturale del Comune di Firenze - Carta della pericolosità geologica



- Fi10 - Carta della pericolosità geologica**
- Pericolosità geologica**
- Pericol. geologica molto elevata**
- Pericol. geologica elevata**
- Pericol. geologica media**

Figura 7-4 – Piano strutturale del Comune di Scandicci - Carta della pericolosità geologica

8 MODELLO IDROGEOLOGICO D'INQUADRAMENTO

Il presente capitolo è dedicato alla definizione delle caratteristiche idrogeologiche dell'area interessata dalla realizzazione dell'opera. Il lavoro è stato eseguito con le seguenti finalità:

- definizione del reticolo idrografico;
- inquadramento idrogeologico generale;
- individuazione delle captazioni presenti nell'area;
- la stima della permeabilità;
- livelli piezometrici dell'area di studio.

La definizione della falda di progetto e la definizione delle interferenze dell'infrastruttura con la falda idrica, sia come impatto sull'ambiente idrico, sia come ripercussioni ingegneristiche a contrasto delle azioni erosive delle acque di superficie, non è oggetto della presente relazione.

8.1 DEFINIZIONE DEL RETICOLO IDROGRAFICO

L'area di interesse appartiene al bacino idrografico del Fiume Arno.

L'Arno ha origine dal versante meridionale del M. Falterona, alla quota 1.385 m. sul mare. Dopo un primo tratto percorso con direzione prevalente NW-SE, l'Arno lascia il Casentino e sbocca nella piana di Arezzo. A circa 60 Km dalle sorgenti si congiunge con il Canale Maestro della Chiana; entra quindi nel Vardarno Superiore, dove scorre con direzione SE-NW sino alla confluenza con la Sieve in prossimità di Pontassieve. Da qui piega decisamente verso Ovest e mantiene tale direzione fino alla foce.

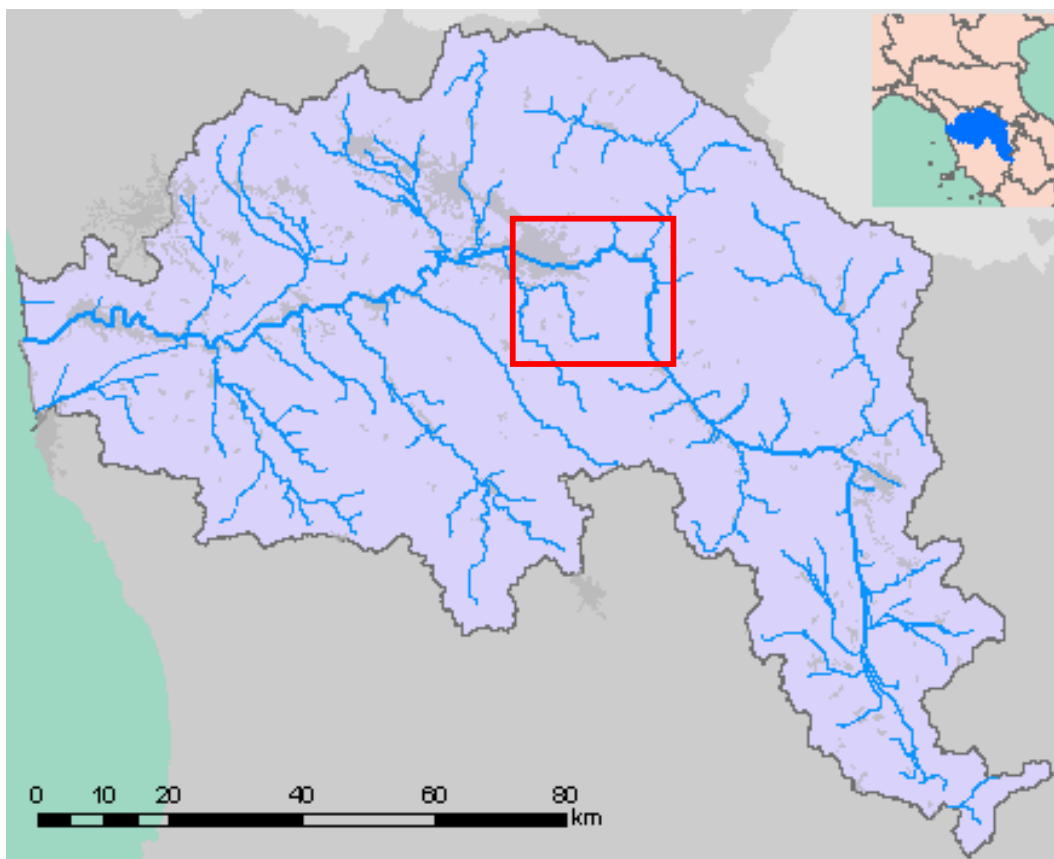


Figura 8-1 – Bacino del Fiume Arno

Il bacino imbrifero si estende su una superficie di 8.228 km² mentre lo sviluppo dell'asta fluviale principale è di 241 km; le maggiori altitudini si riscontrano nel gruppo montuoso del Falterona e del Pratomagno, rispettivamente con le vette di Monte Falco (1.657 m.s.m.) e del Poggio Uomo di Sasso (1.537 m.s.m.).

L'intero bacino viene solitamente suddiviso nei 6 sottobacini: Casentino, Val di Chiana, Valdarno Superiore, Sieve, Valdarno Medio, Valdarno Inferiore.

Il sottobacino di interesse è il Valdarno Medio, con una superficie di 1375 km²; si origina a Pontassieve e comprende i sottobacini dei torrenti che attraversano il tratto cittadino di Firenze, Mugnone e Terzolle, i sottobacini del Bisenzio e dell'Ombrone in destra, della Greve con l'Ema in sinistra.

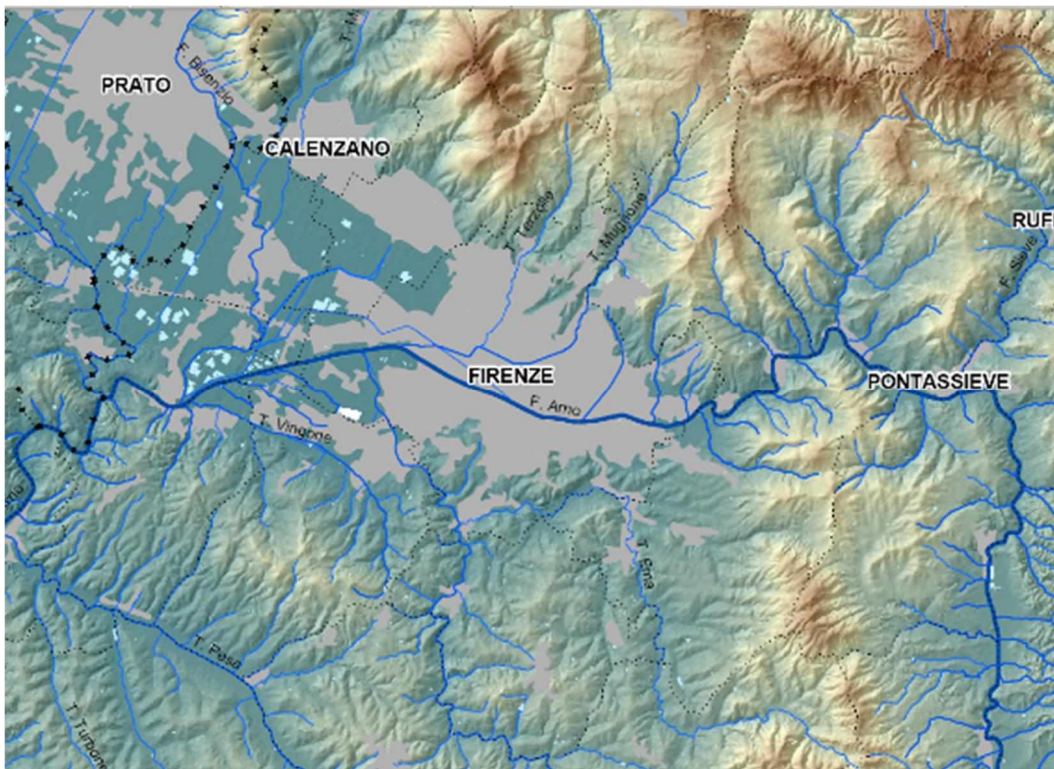


Figura 8-2 – Sottobacino del Valdarno Medio

8.2 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO GENERALE

Il bacino lacustre Firenze – Prato - Pistoia è caratterizzato dalla presenza di un sistema idrogeologico multistrato con orizzonti acquiferi (Orizzonte Firenze 2 e Firenze 3) e orizzonti acquicludes (Orizzonte Firenze 1 e Firenze 4).

All'interno della successione litostratigrafica precedentemente descritta è possibile fare alcune considerazioni circa la permeabilità dei depositi afferenti l'area di progetto:

- **Orizzonte Firenze 1:** Questi depositi alluvionali limoso-sabbiosi sono caratterizzati da permeabilità medio - bassa, con valori di permeabilità media stimati nel Progetto Esecutivo del 2003 di ampliamento della A1 nel tratto Fi Nord - Fi Sud (lotto 4) tra 10^{-6} e 10^{-8} m/s. Valori di permeabilità più elevati si registrano alla base dell'unità ove è maggiore la percentuale di sabbia. In superficie invece, nelle zone più distali rispetto al centro della piana di esondazione, si ha un incremento della frazione limosa con conseguente riduzione della permeabilità media del deposito;
- **Orizzonte Firenze 2:** la prevalenza di materiali grossolani e la scarsità di matrice fine conferisce al deposito un'ottima permeabilità, confermata dal fatto che la maggioranza dei pozzi per approvvigionamento idrico, scavati fin da epoca storica, attingono da questo livello; la permeabilità stimata nel Progetto Esecutivo del 2003 di ampliamento della A1 nel tratto Fi Nord - Fi Sud (lotto 4) risulta pari a valori mediamente compresi tra 10^{-2} e 10^{-4} m/s;
- **Orizzonte Firenze 3:** questo livello è molto simile al precedente ma caratterizzato da una percentuale di matrice fine notevolmente superiore, con conseguente minore permeabilità rispetto all'orizzonte 2;
- **Orizzonte Firenze 4:** questi depositi fluvio-lacustri limoso-argillosi presentano una permeabilità generalmente molto ridotta, con valori di permeabilità media stimata nel Progetto Esecutivo del

2003 di ampliamento della A1 nel tratto Fi Nord - Fi Sud (lotto 4) tra 10^{-7} e 10^{-11} m/s. Localmente si possono rinvenire livelli a permeabilità più elevata in corrispondenza di lenti di terreni grossolani.

Si può pertanto ritenere che la principale falda idrica sia contenuta nell'orizzonte granulare "Firenze 2".

Per quanto riguarda i rapporti fra le acque del sottosuolo e quelle superficiali, si osserva che le acque del fiume Arno alimentano la falda freatica; l'Arno infatti è drenante rispetto alla falda solo nella zona a monte dell'Anconella.

I corsi d'acqua minori sono drenanti rispetto alla falda nella parte collinare del loro corso, mentre nella parte pianeggiante il loro livello è più alto della superficie piezometrica. Inoltre sembrano avere una certa importanza nell'alimentazione degli acquiferi: il Mugnone, il Terzolle ed il Bisenzio tra gli affluenti di destra e la Greve fra quelli di sinistra.

Al fine di ottenere un corretto inquadramento idrogeologico dell'area di interesse sono stati raccolti diversi dati presenti nel database S.I.R.A. (Sistema Informativo Regione Ambientale), nel S.I.T. (Servizio Informativo Territoriale) della Prov. di Firenze e nel Sistema informativo geologico del sottosuolo - banca dati stratigrafici ed idrogeologici del Comune di Firenze, ed in particolare:

La ricostruzione delle superfici piezometriche riportate nella planimetria geologica allegata al presente progetto derivano dall'elaborazione effettuata dal Comune di Firenze in collaborazione con il Dipartimento di Scienze Geologiche di Firenze ed eseguita sulla base dei dati degli anni 2002, 2007 e 2010 (da SIGS - Sistema Informativo Geologico del Sottosuolo)

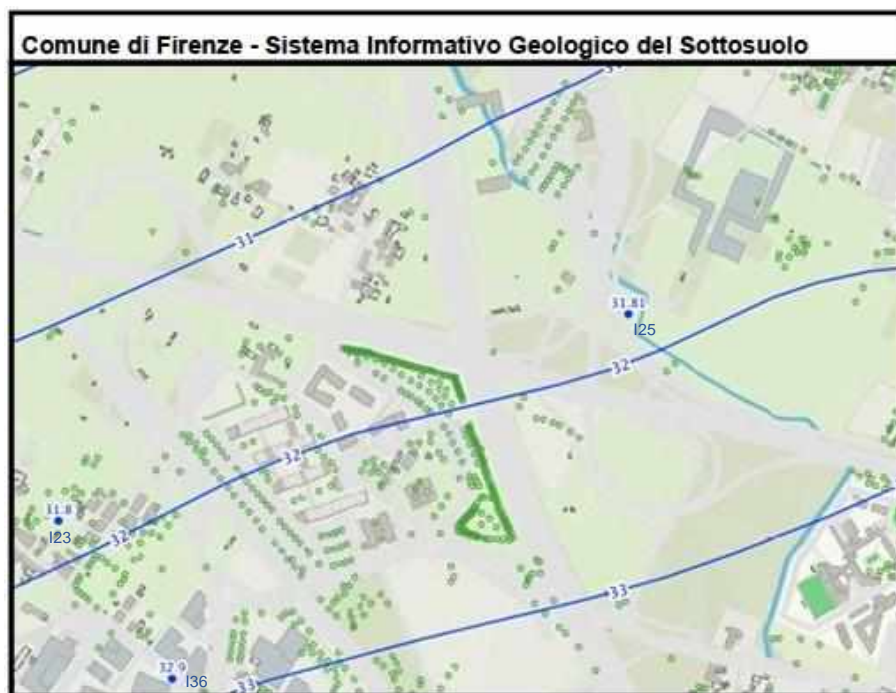


Figura 8-3 – Piezometria e ubicazione pozzi riferita all'anno 2002 dell'area d'interesse



Figura 8-4 – Piezometria e ubicazione pozzi riferita all'anno 2007 dell'area d'interesse



Figura 8-5 – Piezometria e ubicazione pozzi riferita all'anno 2010 dell'area d'interesse

Si riporta di seguito una tabella delle misure di falda dei pozzi ricadenti nell'area d'interesse ed utilizzati per la ricostruzione delle isopiezometriche anno 2002 e 2007 (Comune di Firenze).

MISURA N°	I23	I25	I36
Coordinata est	1673561.90	1674271.38	1673709.87
Coordinata nord	4848726.24	4849003.20	4848532.75
Quota p.c. (m s.l.m.)	35.9	35.6	36.0
Livello statico 2002 (m s.l.m.)	31.80	31.81	32.90
Livello statico 2007 (m s.l.m.)	31.10	31.80	32.63
Soggiacenza 2002 (m da p.c.)	-4.10	-3.79	-3.10
Soggiacenza 2007 (m da p.c.)	-4.80	-3.80	-3.37

8.3 INDIVIDUAZIONE DELLE CAPTAZIONI PRESENTI NELL'AREA

Al fine di ottenere un quadro conoscitivo relativo alla distribuzione delle sorgenti e dei pozzi situati nell'area investigata, è stata operata una raccolta dei dati bibliografici presso i vari Enti, seguita da un censimento in sito finalizzato sia alla verifica dei dati raccolti, sia alla loro integrazione.

Sono state acquisite le informazioni relativamente alla presenza e alle caratteristiche delle captazioni idriche (pozzi e sorgenti) presenti in un areale significativo nell'intorno del tracciato autostradale.

Le informazioni sono state tratte dai seguenti Enti e Fornitori:

- ARPAT – Banca Dati “SIRA” (<http://www.arpat.toscana.it/>);
- Provincia di Firenze - Direzione Difesa del Suolo, Bonifica e Risorse Idriche – Ufficio Risorse Idriche (<http://mappe.provincia.fi.it/tolomeo/html/servizi/pozzi/mappapozzi.html>). Sul sito è possibile visualizzare i pozzi e le derivazioni presenti nell'area e scaricare le caratteristiche dei pozzi (uso, stato di attività, concessioni/denunce, portata); tuttavia, si segnala che attualmente la Provincia di Firenze sta ancora trasferendo le sue competenze alla Città Metropolitana e, per questo motivo, l'ultimo aggiornamento del sito risale al 2014).

Il database SIRA segnala la presenza di due pozzi monitorati da ARPAT, a SE ed a SW dell'area di intervento, denominati rispettivamente Pozzo Marzoppina 14 e Pozzo Olmo; entrambi i pozzi hanno profondità pari a 20 m ed uso idropotabile.



Figura 8-6 – Pozzi monitorati da ARPAT (da DB SIRA)

MAT-P071		MAT-P072	
mat_stato:STAZIONE_ID	MAT-P071	mat_stato:STAZIONE_ID	MAT-P072
mat_stato:STAZIONE_NOME	POZZO OLMO	mat_stato:STAZIONE_NOME	POZZO MARZOPPINA 14
mat_stato:STA_ATTIVA	QL	mat_stato:STA_ATTIVA	QL
mat_stato:STA_WISE_ID	IT09S0067	mat_stato:STA_WISE_ID	IT09S0068
mat_stato:STA_GB_E	1673536	mat_stato:STA_GB_E	1675955
mat_stato:STA_GB_N	4847774	mat_stato:STA_GB_N	4847642
mat_stato:STA_POZ_PROF_M	26	mat_stato:STA_POZ_PROF_M	20
mat_stato:STA_POZ_TIPO_FALDA	CONFINATA	mat_stato:STA_POZ_TIPO_FALDA	CONFINATA
mat_stato:STAZIONE_USO	CONSUMO UMANO	mat_stato:STAZIONE_USO	CONSUMO UMANO
mat_stato:CORPO_IDRICO_TIPO	DQ	mat_stato:CORPO_IDRICO_TIPO	DQ
mat_stato:CORPO_IDRICO_ID	11AR011	mat_stato:CORPO_IDRICO_ID	11AR011
mat_stato:CORPO_IDRICO_NOME	PIANA DI FIRENZE, PRATO, PISTOIA - ZONA FIRENZE	mat_stato:CORPO_IDRICO_NOME	PIANA DI FIRENZE, PRATO, PISTOIA - ZONA FIRENZE
mat_stato:CORPO_IDRICO_RISCHIO	a rischio	mat_stato:CORPO_IDRICO_RISCHIO	a rischio
mat_stato:PROVINCIA	FI	mat_stato:PROVINCIA	FI
mat_stato:COMUNE	SCANDICCI	mat_stato:COMUNE	SCANDICCI
mat_stato:PERIODO	2002 - 2019	mat_stato:PERIODO	2002 - 2019
mat_stato:ANNO	2019	mat_stato:ANNO	2019
mat_stato:STATO	BUONO	mat_stato:STATO	SCARSO
		mat_stato:PARAMETRI	triclorometano
		mat_stato:TREND_2016_2018	triclorometano >

Figura 8-7 – Caratteristiche dei due pozzi monitorati da ARPAT (da DB SIRA)

Le letture piezometriche a oggi disponibili dei due pozzi monitorati da ARPA sono riportate nella seguente tabella:

Data misura	Soggiacenza (m da p.c.)	
	Pozzo Marzoppina 14	Pozzo Olmo
6/2002	10.7	4.9
10/2002	10.6	4.99
5/2003	8.6	4.3
11/2003	9.5	4.89
5/2004	7.62	4.5
11/2004	8.92	-
5/2005	8.7	4.5
11/2005	9.02	4.42
5/2006	7.3	4.21
11/2006	8.46	5.14
5/2007	-	4.73

Con riferimento al Pozzo Marzoppina 14, dall'analisi dei dati sopra riportati si registra un trend altalenante della falda (variazione soggiacenza di c.a. 3 m), mentre per il Pozzo Olmo la soggiacenza nel tempo risulta meno variabile.

Per quanto riguarda il database della Provincia di Firenze, nella figura seguente è riportata la mappa con tutti i pozzi presenti nell'area di progetto; nella planimetria geologica (GEO002) sono riportati i medesimi elementi suddivisi per tipologia di utilizzo.

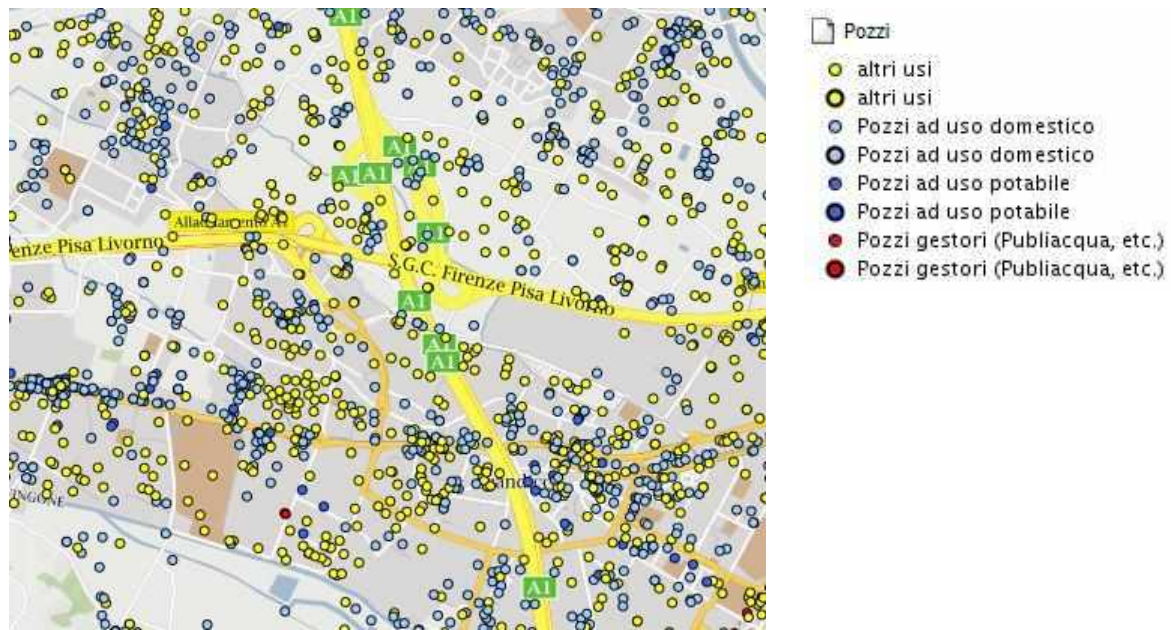


Figura 8-8 – Pozzi da DB Provincia di Firenze (aggiornamento 29/10/2014)

8.4 PERMEABILITÀ

Nella Tabella seguente sono riepilogati i dati di permeabilità derivanti dalle prove in sito realizzate per la progettazione dello Svincolo di Scandicci e per il progetto di ampliamento alla 3^a corsia tra Firenze nord – Firenze sud.

Sondaggio n° [-]	Prova n° [-]	Profondità [m]	Tipologia di prova [-]	Granulometria [-]	Coefficiente di permeabilità k [m/s]
SC7	1	6.00, 6.50	a carico costante	ghiaia limosa	4.4*10 ⁻⁵
	2	12.20, 16.80	a carico variabile	argilla con limo	3.1*10 ⁻⁸
SS1	1	6.0, 6.7	a carico variabile	Sabbia con ghiaia	6.0*10 ⁻⁶

8.5 LIVELLI PIEZOMETRICI

Per quanto riguarda il livello piezometrico, nelle tabelle seguenti vengono riportati tutti i dati disponibili per il settore in esame considerando sia le misure piezometriche effettuate in pozzo e raccolte nell'ambito dello "Studio di approvvigionamento idrico del 2014" sia i dati relativi ai sondaggi realizzati nell'area.

Da "Studio di approvvigionamento idrico del 2014"

ID pozzo	Località	Quota pozzo (m s.l.m.)	Prof. pozzo (m da p.c.)	Livello statico (m dal p.c.) in data 11/06/2008	Livello statico (m dal p.c.) in data 07/10/2008	Livello statico (m dal p.c.) in data 17 o 18/10/2013	Livello statico (m dal p.c.) in data 05/11/2013	Quota falda (m s.l.m.)
9506		38,4	7,8			3,75		34,65
28901		39,0	18	4,6		4,15		34,85
4344	Olmo	38,4	8,2 ?			3,65	3,30	34,75

Da indagini geognostiche progetto allargamento alla Terza corsia Firenze N-Firenze S e Progetto Svincolo di Scandicci

Di seguito si riporta un estratto della tabella riassuntiva delle misure piezometriche così come indicate nella relazione geotecnica del PE del Lotto 4 di Fi Nord – Fi Sud; in particolare sono state riassunte, per ogni verticale ricadente nell'ambito del presente progetto, la profondità della perforazione a carotaggio, il tipo di piezometro e la minima profondità del livello piezometrico rilevata.

Sondaggio N° [-]	Profondità perforazione [m]	Profondità piezometro a tubo aperto [m]	Soggiacenza della falda Tubo aperto [m]
SC7	20.0	12.0	5.37
SK9	30.0	29.4	2.66
SK10	30.0	29.6	2.39
SK11	30.0	29.7	2.75

Infine si riassumono le misure di falda a oggi disponibili per il sondaggio SS1 di recente realizzazione.

Sondaggio N° [-]	Profondità perforazione [m]	Profondità piezometro a tubo aperto [m]	Profondità piezometro Casagrande [m]	Data	Soggiacenza della falda Tubo aperto [m]	Soggiacenza della falda Casagrande [m]
SS1	30.0	9.0	22.0	12/11/2020	2.70	3.2
				18/11/2020	2.85	3.6
				27/01/2020	1.98	1.74
				09/02/2021	2.17	2.50 2.51

In sintesi, nell'ambito dell'areale di studio, la falda può raggiungere livelli piezometrici vicini al piano campagna mentre l'escursione della falda dipende dalle condizioni al contorno quali piovosità e variazione del regime di sfruttamento degli acquiferi (cambio d'uso del territorio).

La definizione della falda di progetto e la definizione delle interferenze dell'infrastruttura con la falda idrica, sia come impatto sull'ambiente idrico, sia come ripercussioni ingegneristiche a contrasto delle azioni erosive delle acque di superficie, non è oggetto della presente relazione.

9 INQUADRAMENTO CLIMATOLOGICO E PLUVIOMETRICO DELL'AREA

Al fine di valutare l'entità dei rapporti pluviometrici, sono state considerate tutte le stazioni automatiche a oggi installate in Toscana (oltre 400 pluviometri) che fanno parte della rete di monitoraggio gestite dal Servizio Idrologico Regionale (S.I.R.).

Si riportano di seguito le tabelle dati e le elaborazioni grafiche effettuata dalla Regione relativamente alle piogge cumulate annuali (mm) sui territori di bacino e sui territori provinciali per gli anni dal 1997 al 2011 (l'area in progetto ricade nel bacino "Arno medio" in provincia di Firenze):

BACINI	ARNO	ARNO_INF	ARNO_MED	ARNO_SUP	FIORA	MAGRA	OMBRONE	SERCHIO	TOS_COSTA	TOS_NORD
1997	879.2	756.4	885.0	996.3	874.3	1,210.9	844.3	1,374.4	728.4	1,392.1
1998	883.0	789.3	918.9	940.9	788.8	1,346.8	740.0	1,401.1	662.8	1,330.7
1999	1,069.5	1,008.3	1,110.8	1,089.4	867.5	1,621.4	820.0	1,834.1	825.5	1,794.7
2000	1,105.4	1,135.7	1,137.9	1,042.7	818.6	1,810.4	847.0	1,868.5	922.9	1,821.8
2001	940.3	865.7	1,004.4	950.7	632.6	1,460.9	637.4	1,533.5	678.0	1,563.0
2002	1,083.2	1,060.0	1,108.7	1,080.9	827.0	1,499.7	881.4	1,654.0	914.2	1,699.7
2003	820.3	777.6	870.9	812.4	651.5	1,278.4	674.1	1,348.0	664.2	1,352.3
2004	1,077.2	1,006.7	1,087.1	1,137.6	1,134.4	1,522.7	880.4	1,663.7	832.8	1,626.0
2005	1,036.5	937.6	1,052.8	1,119.1	1,022.8	1,141.6	938.2	1,276.7	923.6	1,306.7
2006	845.0	806.0	900.0	829.1	725.3	1,253.7	689.3	1,288.8	701.0	1,280.5
2007	759.0	742.5	822.1	712.4	468.7	1,051.3	524.3	1,130.5	623.3	1,145.8
2008	1,011.5	981.5	1,019.1	1,034.0	1,235.2	1,838.1	1,030.6	1,813.6	1,007.3	1,754.1
2009	978.2	956.4	1,012.0	966.2	1,136.0	2,007.6	905.9	1,876.5	899.6	1,901.7
2010	1,396.1	1,422.3	1,446.6	1,319.5	1,360.5	2,506.9	1,140.7	2,238.0	1,338.1	2,305.5
2011	640.8	614.3	704.5	603.6	639.7	1,558.2	605.0	1,268.0	552.0	1,285.6
MEDIA 1997- 2010	991.8	946.1	1,026.9	1,002.2	896.0	1,539.3	825.2	1,592.9	837.3	1,591.0

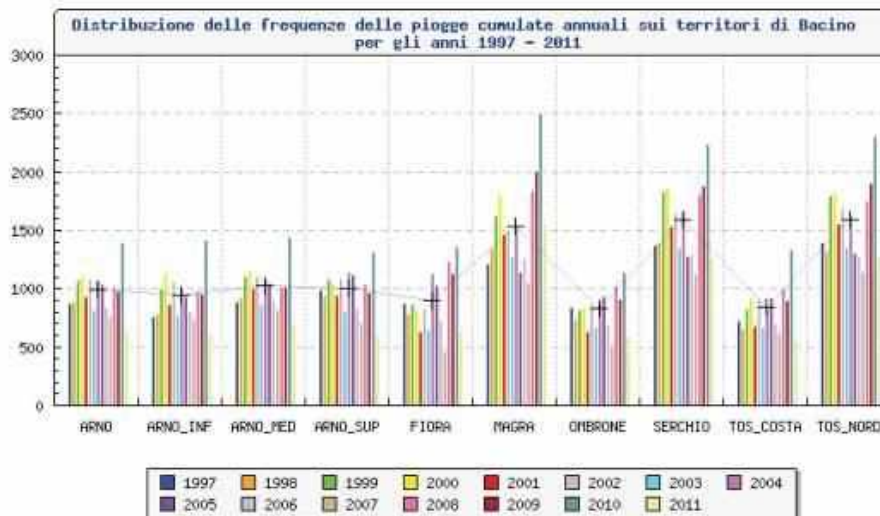


Figura 9-1 – Tabella dati e restituzione grafica piogge accumulate (mm) sui territori di bacino nel periodo 1997-2011 (da S.I.R. Regione Toscana)

PROVINCE	AR	FI	GR	LI	LU	MS	PI	PO	PT	SI
1997	1,000.9	923.4	840.6	657.0	1,345.5	1,229.4	744.5	1,025.6	1,215.6	824.0
1998	912.9	946.0	725.0	598.6	1,367.4	1,330.5	756.1	1,113.6	1,215.2	761.8
1999	1,063.7	1,114.1	821.4	778.3	1,810.2	1,630.5	947.1	1,325.7	1,613.5	838.5
2000	1,005.1	1,102.7	824.5	881.8	1,842.6	1,796.1	1,087.5	1,279.4	1,628.0	908.8
2001	930.5	994.3	601.5	650.2	1,510.5	1,471.1	798.7	1,181.4	1,365.7	712.5
2002	1,079.7	1,068.1	853.0	899.6	1,635.1	1,525.6	1,006.4	1,314.7	1,616.6	920.0
2003	794.4	862.1	642.3	613.6	1,326.8	1,289.8	726.1	1,049.6	1,223.1	714.6
2004	1,157.2	1,073.4	876.1	796.3	1,635.7	1,532.7	944.5	1,279.6	1,520.2	945.9
2005	1,120.8	1,102.5	944.0	859.4	1,260.4	1,163.4	901.9	1,134.4	1,234.6	975.2
2006	797.7	888.8	708.8	659.0	1,259.5	1,258.3	775.4	1,102.0	1,236.1	678.0
2007	677.6	794.4	513.1	634.2	1,117.9	1,067.2	715.9	969.6	1,126.7	543.9
2008	1,034.5	978.4	1,079.7	1,032.2	1,782.8	1,813.9	942.1	1,233.0	1,591.5	991.1
2009	981.7	955.5	951.7	924.3	1,850.6	1,991.2	912.4	1,316.0	1,663.4	884.8
2010	1,308.0	1,397.0	1,165.2	1,305.9	2,216.2	2,487.1	1,432.2	1,644.0	1,984.4	1,208.4
2011	590.6	668.9	617.8	518.7	1,246.6	1,519.6	554.8	890.7	1,086.9	587.8
MEDIA 1997-2011	990.3	1,014.3	824.8	806.5	1,568.6	1,541.9	906.5	1,212.0	1,445.3	850.5

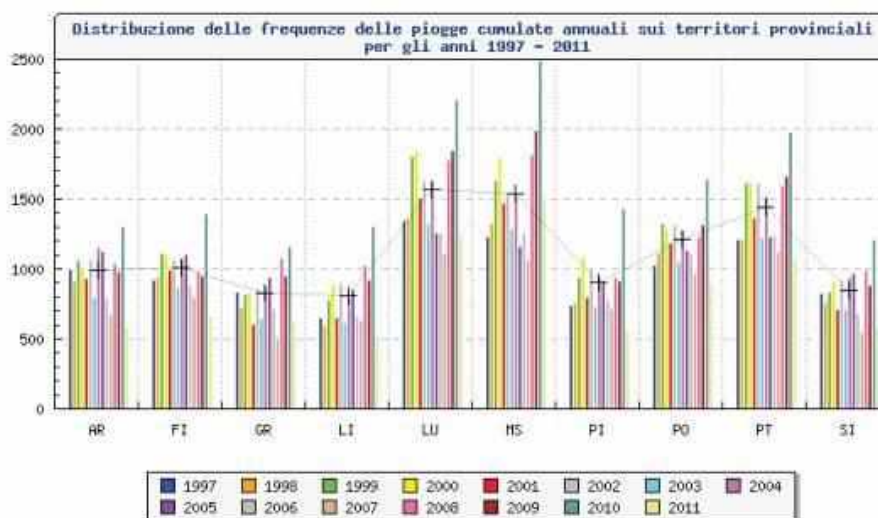


Figura 9-2 – Tabella dati e restituzione grafica piogge accumulate (mm) sui territori provinciali nel periodo 1997-2011 (da S.I.R. Regione Toscana).

Il regime climatico dell'area d'intervento è stato ricostruito sulla base dell'analisi delle serie storiche di dati relative alla stazione meteorologica "S. Giusto" (Scandicci) ricadente nei pressi dell'area di intervento.

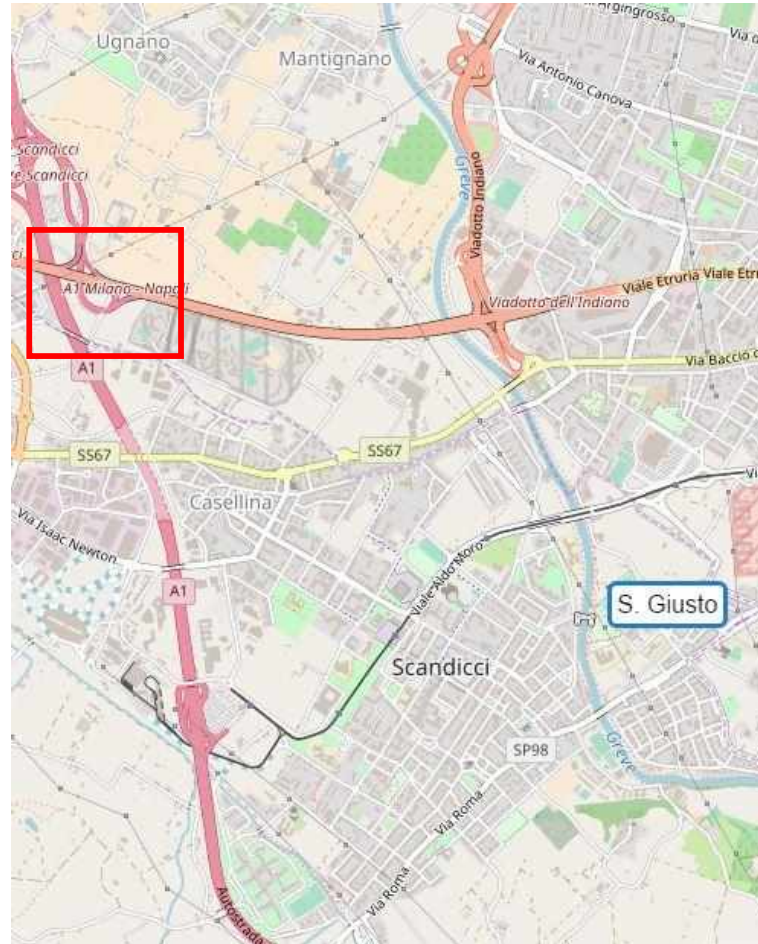


Figura 9-3 – Ubicazione della stazione termo-pluviometrica S. Giusto (in rosso l'area di intervento).

Nella seguente tabella si riportano le principali caratteristiche della stazione meteorologica individuata.

Stazione	tipo	Est GB (m)	Nord GB (m)	Quota (m s.l.m.)	Periodo osservazione	
					Precipitazioni considerate	Temperature considerate
S. Giusto	automatica	1676540	4847371	42	giu1992-gen2013	luglio1992-gen2013

Ai fini di una analisi temporale significativa, si riportano di seguito i grafici relativi alle precipitazioni giornaliere ed alle temperature medie giornaliere relative al periodo 1992-gen 2013 registrate nella stazione automatica di S. Giusto (Scandicci).

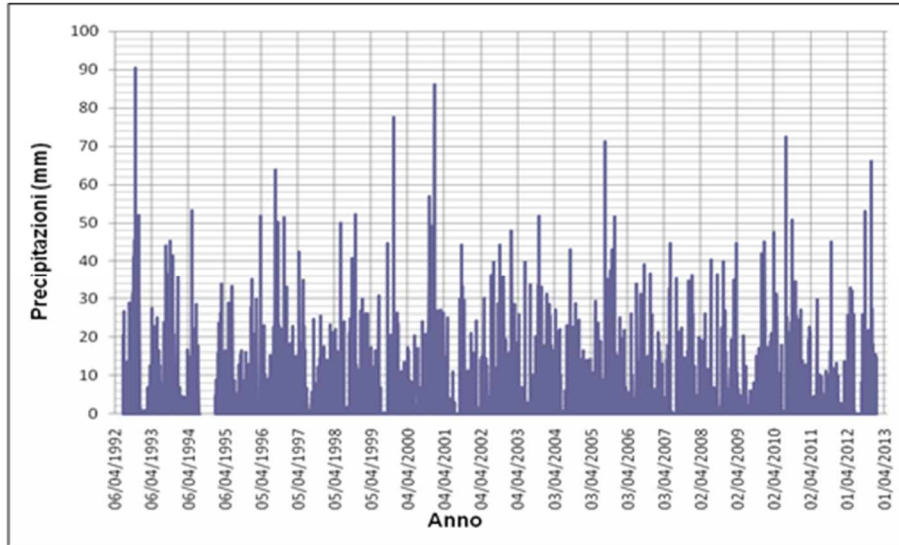


Figura 9-4 – Precipitazioni giornaliere registrate nella stazione di S. Giusto.

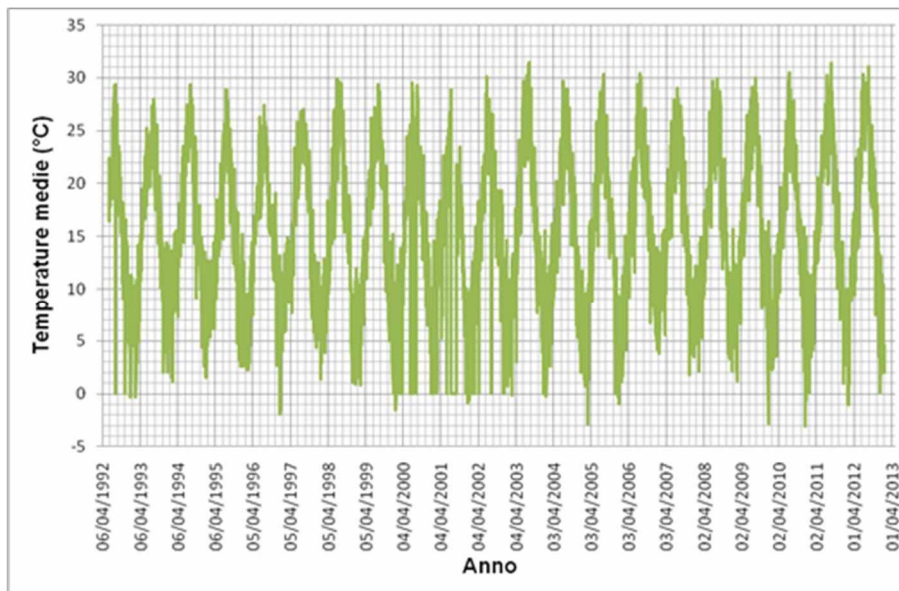


Figura 9-5 – Temperature medie giornaliere registrate nella stazione di S. Giusto.

Dall'esame dei dati pluviometrici si deduce che le precipitazioni atmosferiche nell'ambito del bacino sono generalmente distribuite nell'arco dell'anno in due periodi. Nel primo, compreso tra i mesi di gennaio e maggio inclusi, si hanno precipitazioni abbondanti e di norma regolari; nel secondo, che va da ottobre a dicembre, si hanno precipitazioni rilevanti ed intense ma irregolarmente distribuite nel tempo. Tra questi due periodi piovosi si inserisce un intervallo caratterizzato da piogge scarse o molto scarse.

Il mese con le maggiori precipitazioni è risultato quello di novembre, mentre in luglio si sono registrate le minori quantità di piogge. Per quanto concerne la distribuzione dei giorni piovosi si può affermare che per tutto il bacino gli eventi meteorici sono distribuiti in parti pressoché uguali nelle stagioni autunnali, invernali e primaverili, in ragione del 90% circa del totale annuo.

10 ELEMENTI DI SISMICA GENERALE

I paragrafi seguenti riportano una descrizione della sismicità storica del territorio esaminato ed un inquadramento riferito agli assetti normativi in vigore. La definizione dell'accelerazione di riferimento non è oggetto della presente relazione.

I dati di base utili per la definizione degli elementi di sismica generale dell'area in esame sono stati ricavati dai seguenti documenti o siti internet:

- Sismicità storica dal 1000 al 2019: Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli, B., Gasperini P., Antonucci A., 2021. Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15), versione 3.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/CPTI/CPTI15.3>
- Sismicità recente (dal 1985 al 2021): Database dell'I.N.G.V. disponibile on-line all'indirizzo <http://cnt.rm.ingv.it/>
- Faglie capaci: catalogo delle faglie capaci ITHACA (ITaly HAZard from Capable faults) dell'Istituto Superiore per la Protezione e per la Ricerca Ambientale, disponibile on-line all'indirizzo <https://www.isprambiente.gov.it/it/progetti/cartella-progetti-in-corso/suolo-e-territorio-1/ithaca-catalogo-delle-faglie-capaci/default>
- Strutture sismogenetiche: Database DISS3 (Database of Individual Seismogenic Sources) disponibile on-line all'indirizzo <http://diss.rm.ingv.it/diss/index.php/DISS321>;
- Classificazione sismica nazionale: disponibile on-line all'indirizzo <http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/classificazione.wp>
- Classificazione sismica Regione Toscana: dati e pubblicazioni disponibili on-line all'indirizzo <http://www.regione.toscana.it/speciali/rischio-sismico>

10.1 SISMICITÀ STORICA (DAL 1000 AL 2019)

Con riferimento all'analisi della sismica storica del territorio interessato, vengono esaminati i dati riportati nel D.B.M.I.15, che contiene 4860 terremoti nella finestra temporale 1000-2019. L'ultima versione del Database Macrosismico Italiano, chiamata DBMI15 è stata rilasciata a luglio 2016 e aggiorna e sostituisce la precedente, DBMI11.

DBMI fornisce un set di dati di intensità macrosismica relativo ai terremoti italiani nella finestra temporale 1000-2019. I dati provengono da studi di autori ed enti diversi, sia italiani che di paesi confinanti (Francia, Svizzera, Austria, Slovenia e Croazia).

I dati di intensità macrosismica (MDP, Macroseismic Data Point) sono raccolti e organizzati da DBMI per diverse finalità. La principale è fornire una base di dati per la determinazione dei parametri epicentrali dei terremoti (localizzazione e stima di magnitudo) per la compilazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI). L'insieme di questi dati consente inoltre di elaborare le "storie sismiche" di migliaia di località italiane, vale a dire l'elenco degli effetti di avvertimento o di danno, espressi in termini di gradi di intensità, osservati nel corso del tempo a causa di terremoti.

In particolare, sono stati estratti i dati disponibili per il comune di Scandicci e per quello di Firenze.

Nelle tabelle seguenti viene riportato, per ciascuno dei Comuni analizzati, l'elenco dei terremoti con intensità epicentrale uguale o superiore a 5, i valori relativi alla intensità al sito, il tempo all'origine (anno, mese, giorno, ora, minuto e secondo UTC), l'area epicentrale, il numero progressivo, l'intensità epicentrale e la magnitudo momento.

Seismic history of Scandicci
[43.755, 11.189]

Total number of earthquakes: 22

Int.	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
6	1887 11 14 05 48 0	Fiorentino	101	6	4.47
5	1890 02 15 02 35 0	Valdelsa	12	5	4.52
6-7	1895 05 18 19 55 1	Fiorentino	401	8	5.50
5	1895 06 06 00 35 0	Fiorentino	29	5-6	4.55
3	1895 08 07 19 49 3	Appennino tosco-emiliano	84	5	4.67
4	1897 09 06 03 10 4	Valdarno inferiore	104	5-6	4.59
2-3	1897 12 18 07 24 2	Alta Valtiberina	132	7	5.09
5	1899 06 26 23 17 2	Valle del Bisenzio	138	7	5.02
4	1901 09 22 21 42 1	Valdelsa	35	6	4.68
3	1902 03 05 07 06	Garfagnana	83	7	4.98
3	1904 06 10 11 15 2	Frignano	101	6	4.82
4	1904 11 17 05 02	Pistoiese	204	7	5.10
4-5	1909 01 13 00 45	Emilia Romagna orientale	867	6-7	5.36
4-5	1909 01 13 00 45	Emilia Romagna orientale	867	6-7	5.36
3-4	1909 08 25 00 22	Crete Senesi	259	7-8	5.34
NF	1911 02 19 07 18 3	Forlivese	181	7	5.26
5	1911 09 13 22 29 0	Chianti	115	7	5.08
NF	1952 12 02 06 13 2	Appennino forlivese	53	5	4.42
4	1972 10 25 21 56 1	Appennino settentrionale	198	5	4.87
F	1973 04 20 16 45 3	Fiorentino	10	5	4.38
3-4	1973 11 07 17 06 1	Pistoiese	9	4	4.06
3	1983 11 09 16 29 5	Parmense	850	6-7	5.04
F	2008 12 23 15 24 2	Parmense	291	6-7	5.36

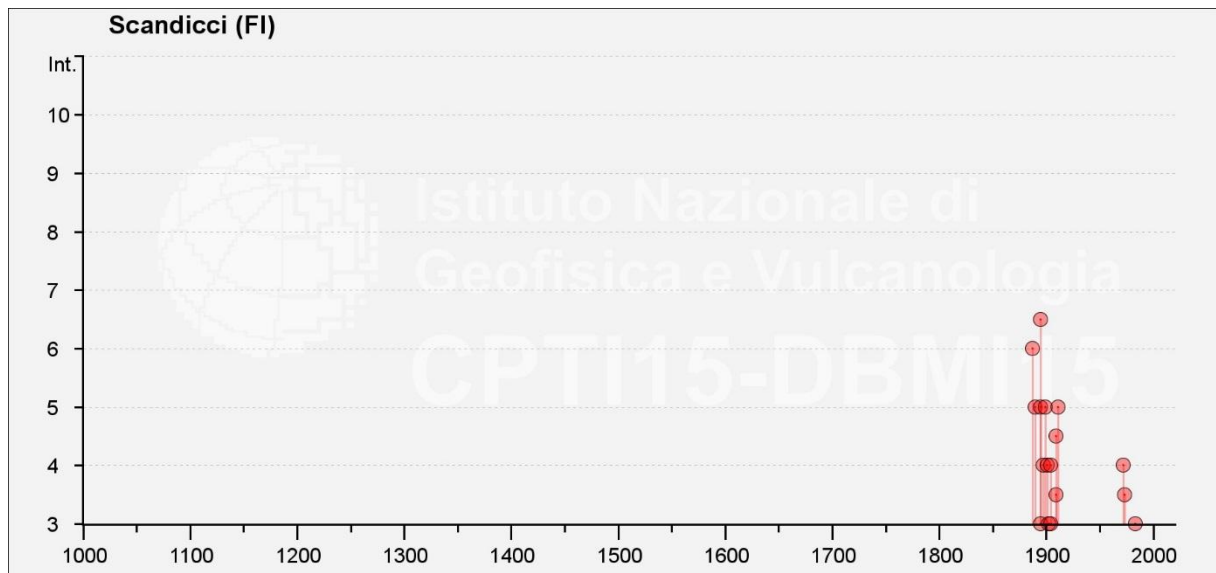


Figura 10-1 – Intensità macrosismiche dal 1000 al 2019 nel Comune di Scandicci

Le intensità sismiche massime osservate per il Comune di Scandicci sono pari a IS=6-7 per l'evento del 1895 e IS=6 per l'evento del 1887.

Seismic history of Firenze
[43.773, 11.257]

Total number of earthquakes: 234

Int.	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
7	1148	Firenze	1	7	5.1

Int.	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
5-6	1325 05 21	Firenze	1	5-6	4.4
6	1345 09 12	Firenze	1	6	4.63
6	1345 12 22	Firenze	1	6	4.63
5	1384 02 04 05 05	Firenze	1	5	4.16
5	1384 02 04 17 10	Firenze	1	5	4.16
6-7	1399 07 20 23	Appennino modenese	6	7	5.1
7	1414 08 07	Colline Metallifere	8	7-8	5.7
5-6	1426	Firenze	1	5-6	4.4
4	1433 05 04 08 05	Bologna	4	6	4.63
7	1453 09 28 22 45	Fiorentino	5	7-8	5.38
5	1469 04 07 06 25	Firenze	1	5	4.16
3-4	1481 02 06 21 15	Monti Pisani	4	5-6	4.4
3-4	1483 08 11 19 40	Romagna	14	8	5.69
NF	1504 11 01	Casentino	2	7	5.1
3	1504 12 31 04	Bolognese	15	6	5.02
3	1505 01 03 02	Bolognese	31	8	5.62
5	1536 08 17 00 05	Appennino settentrionale	10	6-7	5.12
6	1542 06 13 02 15	Mugello	46	9	6.02
5-6	1551 09 26 16 30	Firenze	1	5-6	4.4
6-7	1554 11 27 18 30	Firenze	1	6-7	4.86
5	1558 04 13 09	Valdarno superiore	29	9	5.97
G	1570 11 17 19 10	Ferrarese	58	7-8	5.44
4	1584 09 10 20 30	Appennino forlivese	17	9	5.97
4	1597 08 03 23 40	Mugello	24	7-8	5.28
6	1600 07 06	Firenze	1	6	4.63
4-5	1611 09 08 22 10	Mugello	4	7	5.1
5-6	1661 03 22 12 50	Appennino forlivese	79	9	6.05
3	1688 04 11 12 20	Romagna	39	8-9	5.84
4-5	1697 06 18	Val di Pesa	2	5-6	4.4
NF	1697 09 20 15 50	Siena	2	5-6	4.4
NF	1697 09 20 16 50	Siena	2	6-7	4.86
NF	1697 09 30 12 15	Siena	2	6-7	4.86
NF	1697 10 01	Siena	2	6	4.63
NF	1697 10 28 01	Siena	2	6	4.63
NF	1697 12 20 19 45	Siena	2	6	4.63
F	1703 01 14 18	Valnerina	197	11	6.92
4	1725 04 17 13	Appennino umbro-marchigiano	8	5-6	4.8
3	1725 10 29 17 40	Appennino tosco-emiliano	28	8	5.67
3	1726 04 19 22	Crete Senesi	5	7-8	5.33
4	1727 03 09 11	Mugello	6	6-7	4.93
6	1729 06 23	Casentino	7	6	4.63
3	1731 12 09	Appennino pistoiese	3	4	3.7
4-5	1737 06 11 00 30	Val di Pesa	4	5	4.16
3	1739 07 16 05	Mugello	2		
5	1740 03 06 05 40	Garfagnana	32	8	5.64
4	1741 04 24 09 20	Fabrianese	135	9	6.17
3-4	1742 01 27 11 20	Livornese	16	6	4.87
F	1751 07 27 01	Appennino umbro-marchigiano	66	10	6.38
3	1761 06 10 00 10	Appennino forlivese	2	4	3.7
4	1761 06 20 22	Appennino forlivese	2	6	4.63
3	1762 04 15 18	Mugello	12	7	5.14
3	1767 01 21 07 45	Lunigiana	10	7	5.27
3	1767 01 21 09	Lunigiana	7	5-6	4.6
4-5	1768 10 19 23	Appennino forlivese	45	9	5.99
4	1768 11 30 11 30	Valdelsa	4	5	4.16
6	1770 12 27 04	Valdarno superiore	5	6-7	4.86
5	1771 07 27 22 45	Mugello	2	5	4.16
3	1771 07 27 23	Mugello	2	5	4.16

Int.	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
3	1775 01 04 18	Appennino emiliano	6	4	4.43
3	1775 01 05 22 45	Appennino emiliano	7	5	4.55
F	1779 12 24 17	Appennino pistoiese	9	5-6	4.59
3	1781 01 03 02 30	Crete Senesi	22	7-8	5.19
3	1781 04 04 21 20	Faentino	96	9-10	6.12
3-4	1781 06 03	Cagliese	157	10	6.51
4-5	1781 07 17 09 40	Faentino	46	8	5.61
3	1783 06 29	Casentino	4	5-6	4.4
3	1786 12 25 01	Riminese	90	8	5.66
3	1787 12 26	Casentino	6	5-6	4.4
4	1789 09 30 10	Alta Valtiberina	73	9	5.89
4-5	1796 02 05 02	Aretino	9	7	4.96
4	1798 05 26	Senese	15	6-7	4.85
F	1810 12 25 00 45	Pianura emiliana	33	6	5.06
4-5	1812 09 11 12	Val di Pesa	13	7-8	5.24
F	1813 09 21 07 45	Romagna	12	7	5.28
F	1828 04 11 22 25	Appennino umbro-marchigiano	22	5-6	4.93
2-3	1828 10 09 02 20	Oltrepò Pavese	110	8	5.72
F	1832 01 13 13	Valle Umbra	101	10	6.43
4-5	1835 02 06 18 50	Mugello	5	6	4.63
3	1837 04 11 17	Lunigiana	60	9	5.94
3-4	1843 10 25 03 30	Mugello	17	6-7	5.03
3	1845 09 14 22 20	Appennino tosco-emiliano	9	5	4.73
4	1846 08 14 12	Colline Pisane	121	9	6.04
3	1849 01 06 02 40	Romagna Toscana	4	5-6	4.4
F	1854 06 16 13 25	Imola	9	5	4.57
NF	1857 02 01	Parmense-Reggiano	22	6-7	5.11
3-4	1864 03 15	Zocca	13	6-7	4.84
F	1864 12 11 17 40	Mugello	9	7	5.11
3	1869 02 07	Senese	8	6-7	4.81
2-3	1869 02 07 04 52	Senese	5	5-6	4.4
4-5	1869 06 25 13 58	Appennino bolognese	18	7-8	5.43
3	1869 09 26 20 45	Valdelsa	9	6-7	4.98
3	1870 10 30 18 34	Forlivese	41	8	5.61
3	1871 01 22 21 30	Pianura romagnola	8	6	4.95
4	1871 07 29 20 45	Val di Cecina	14	7-8	5.15
6	1873 03 12 20 04	Appennino marchigiano	196	8	5.85
3	1873 06 29 03 58	Alpago Cansiglio	197	9-10	6.29
3-4	1873 09 17	Appennino tosco-ligure	64	6-7	5.26
3	1874 10 07	Imolese	60	7	4.96
4	1875 03 17 23 51	Costa romagnola	144	8	5.74
4	1877 03 03 02 09	Chianti	5		
2	1878 03 12 21 36	Bolognese	31	6	4.84
F	1878 06 04 14 40	Bolognese	13	5	4.52
4	1878 11 09 17 48 50.00	Tossignano	8	5	4.53
4-5	1879 04 27 04 06	Appennino tosco-emiliano	20	7	5.03
3	1881 01 24 16 14	Bolognese	38	7	5.22
2	1881 01 25 07 06	Bolognese	18	5	4.59
3	1881 02 02	Russi	13	5-6	4.69
3	1881 02 14 09 00 30.00	Appennino bolognese	21	6	4.77
3	1881 09 28	Cesena	24	6-7	4.71
3	1885 02 26 20 48	Pianura Padana	78	6	5.01
3	1887 02 23 05 21 50.00	Liguria occidentale	1511	9	6.27
5	1887 11 14 05 48 05.00	Fiorentino	101	6	4.47
3	1889 03 08 02 57 04.00	Bolognese	38	5	4.53
2-3	1889 12 08	Gargano	122	7	5.47
4-5	1890 02 15 02 35 08.00	Valdelsa	12	5	4.52
NF	1890 05 04 12 09	Valdelsa	2	5	4.16

Int.	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
4	1891 06 07 01 06 14.00	Valle d'Ilasi	403	8-9	5.87
NF	1891 08 01 13 32 22.00	Lugo	15	4-5	4.36
NF	1891 12 08	Alta Valtiberina	24	5	4.34
2	1892 11 21	Alta Valtiberina	22	5-6	4.25
NF	1892 12 29 13 47 48.00	Castel del Rio	36	5-6	4.37
NF	1894 11 27 05 07	Bresciano	183	6	4.89
7	1895 05 18 19 55 12.00	Fiorentino	401	8	5.5
2	1895 05 20 15 32 57.00	Valle Umbra	27	5-6	4.49
5	1895 06 06 00 35 05.00	Fiorentino	29	5-6	4.55
4	1895 08 07 19 49 32.00	Appennino tosco-emiliano	84	5	4.67
2	1895 08 09 17 38 20.00	Adriatico centrale	103	6	5.11
3-4	1895 10 25 00 24 58.00	Chianti	36	5-6	4.51
2	1896 10 16	Liguria occidentale	55	6	4.91
NF	1896 12 08 17 06 45.00	Sestola	26	5	4.33
4	1897 09 06 03 10 44.00	Valdarno inferiore	104	5-6	4.59
3	1897 12 18 07 24 20.00	Alta Valtiberina	132	7	5.09
2	1898 01 16 13 10	Romagna settentrionale	110	6	4.59
4	1898 03 04 21 05	Parmense	313	7-8	5.37
2	1898 03 09 11 43	Romagna settentrionale	68	6	4.59
4-5	1899 06 26 23 17 22.00	Valle del Bisenzio	138	7	5.02
2	1899 07 08 22 56 55.00	Bagno di Romagna	37	4	4.02
2	1900 08 28 16 38	Chianti	3	4	3.7
NF	1901 01 23 00 17 10.00	Oltrepò Pavese	90	5	4.23
2	1902 03 05 07 06	Garfagnana	83	7	4.98
2-3	1902 06 27 16 48	Casentino	13	6	4.46
F	1902 12 04 16 35 01.00	Lunigiana	36	5	4.35
2	1903 07 27 03 46	Lunigiana	79	7-8	5.19
3	1904 02 25 18 47 50.00	Reggiano	62	6	4.81
3-4	1904 06 10 11 15 28.00	Frignano	101	6	4.82
5	1904 11 17 05 02	Pistoiese	204	7	5.1
F	1905 02 12 08 28	Monte Amiata	61	6	4.55
3-4	1907 12 20 10 29 15.00	Chianti	35	6	4.44
5	1909 01 13 00 45	Emilia Romagna orientale	867	6-7	5.36
4	1909 08 25 00 22	Crete Senesi	259	7-8	5.34
4	1911 02 19 07 18 30.00	Forlivese	181	7	5.26
5-6	1911 09 13 22 29 02.00	Chianti	115	7	5.08
F	1913 07 21 22 35	Appennino romagnolo	43	5-6	4.79
5	1914 10 27 09 22	Lucchesia	660	7	5.63
3	1915 01 13 06 52 43.00	Marsica	1041	11	7.08
2	1916 08 16 07 06 14.00	Riminese	257	8	5.82
4	1917 04 26 09 35 59.00	Alta Valtiberina	134	9-10	5.99
3	1918 01 22 19 39	Corazzano	5	5	4.16
4	1918 11 10 15 12 28.00	Appennino forlivese	187	9	5.96
6	1919 06 29 15 06 13.00	Mugello	565	10	6.38
F	1919 10 25 13 51	Alta Valtiberina	30	6	5.03
5	1920 09 07 05 55 40.00	Garfagnana	750	10	6.53
NF	1920 10 06 22 47	Mantovano	19	4-5	4.14
3	1924 06 12 21 03 48.00	Frignano	25	5-6	4.46
2	1926 01 01 18 04 03.00	Carniola interna	63	7-8	5.72
NF	1928 06 13 08	Carpi	35	6	4.67
2-3	1929 04 10 05 44	Bolognese	87	6	5.05
2	1929 04 19 04 16	Bolognese	82	6-7	5.13
2-3	1929 04 20 01 10	Bolognese	109	7	5.36
2-3	1929 04 22 08 26	Bolognese	41	6-7	5.1
3	1929 05 11 19 23	Bolognese	64	6-7	5.29
4	1929 07 18 21 02	Mugello	56	6-7	4.96
3	1930 05 24 22 02	Appennino tosco-emiliano	43	5	4.91
3	1930 10 30 07 13	Senigallia	268	8	5.83

Int.	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
3	1931 09 05 01 25 53.00	Mugello	28	6	4.88
2	1931 12 15 03 23	Mugello	35	6	4.62
3-4	1936 10 18 03 10	Alpago Cansiglio	269	9	6.06
3	1937 12 10 18 04	Frignano	28	6	5.3
2-3	1939 02 11 11 17	Mugello	31	7	5.01
3	1939 10 15 14 05	Garfagnana	62	6-7	4.96
3	1948 06 13 06 33 36.00	Alta Valtiberina	142	7	5.04
3-4	1949 03 09 04 16 30.00	Mugello	12	5	4.42
NF	1951 01 16 01 11	Gargano	73	7	5.22
3	1951 05 15 22 54	Lodigiano	179	6-7	5.17
2	1951 08 08 19 56	Gran Sasso	94	7	5.25
3	1952 07 04 20 35 12.00	Appennino forlivese	64	7	4.94
3	1956 04 26 03 00 03.00	Appennino bolognese	89	6	4.74
4	1956 05 26 18 40	Appennino forlivese	76	7	4.99
2	1956 06 03 01 45 57.00	Appennino forlivese	62	6	4.51
2	1957 04 30 06 05 08.00	Alta Valtiberina	57	5	4.23
5-6	1960 10 29 00 08 39.00	Mugello	69	7	4.91
F	1961 05 08 22 45 51.00	Forlivese	40	5	4.37
3	1962 05 11 01 05 31.00	Appennino bolognese	15	5-6	4.69
5	1962 09 16 14 49 45.00	Chianti	19	6	4.54
3-4	1964 09 05 21 09	Appennino tosco-emiliano	22	5	4.35
3	1965 12 18 09 22 25.00	Pianura romagnola	11	5	4.54
2-3	1967 12 30 04 19	Emilia Romagna orientale	40	6	5.05
2	1968 06 26 03 15	Senese	7	5	4.19
3	1969 01 06 22 03 28.00	Appennino pistoiese	74	6-7	4.67
3	1969 02 15 08 54 39.00	Mugello	5	4-5	4.56
3	1970 08 19 12 19	Colline Metallifere	26	6	4.68
3	1971 07 15 01 33 23.00	Parmense	228	8	5.51
4	1972 10 25 21 56 11.31	Appennino settentrionale	198	5	4.87
4-5	1973 04 20 16 45 34.00	Fiorentino	10	5	4.38
3	1973 11 07 17 06 17.00	Pistoiese	9	4	4.06
3	1975 04 04 09 10 53.00	Appennino pistoiese	6	4	4.07
F	1975 11 16 13 04 25.14	Appennino piacentino	10	4-5	4.93
4	1976 05 06 20 00 13.17	Friuli	770	9-10	6.45
2	1976 08 22 02 49 13.00	Alta Val di Taro	26	5	4.54
2-3	1976 09 11 16 35 02.44	Friuli	40	7-8	5.6
F	1976 09 15 09 21 19.01	Friuli	54	8-9	5.95
4	1978 12 05 15 39 04.00	Romagna	34	4-5	4.61
F	1979 09 19 21 35 37.00	Valnerina	694	8-9	5.83
4	1980 06 07 18 35 01.00	Garfagnana	102	6-7	4.64
3	1980 11 23 18 34 52.00	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
F	1980 12 23 12 01 06.00	Piacentino	69	6-7	4.57
3	1983 11 09 16 29 52.00	Parmense	850	6-7	5.04
3	1984 04 29 05 02 59.00	Umbria settentrionale	709	7	5.62
2-3	1995 08 24 17 27 33.00	Appennino pistoiese	56	6	4.45
3	1996 10 15 09 55 59.95	Pianura emiliana	135	7	5.38
5	1997 09 26 09 40 26.60	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	5.97
3	1999 07 07 17 16 12.59	Frignano	32	5	4.67
3	2001 11 26 00 56 55.46	Casentino	211	5-6	4.63
3-4	2003 01 26 19 57 03.21	Appennino forlivese	35	6	4.66
4	2003 09 14 21 42 53.18	Appennino bolognese	133	6	5.24
NF	2003 12 07 10 20 33.04	Forlivese	165	5	4.18
2-3	2004 11 24 22 59 38.55	Garda occidentale	176	7-8	4.99
4	2008 12 23 15 24 21.77	Parmense	291	6-7	5.36
4	2016 08 24 01 36 32.00	Monti della Laga	221	10	6.18
3-4	2016 10 26 19 18 07.42	Valnerina	77		6.07
4	2016 10 30 06 40 17.32	Valnerina	379		6.61
2	2017 01 18 10 14 09.90	Aquilano	280		5.7

Int.	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
4	2019 12 09 03 37 0	Mugello	11	5	4.69

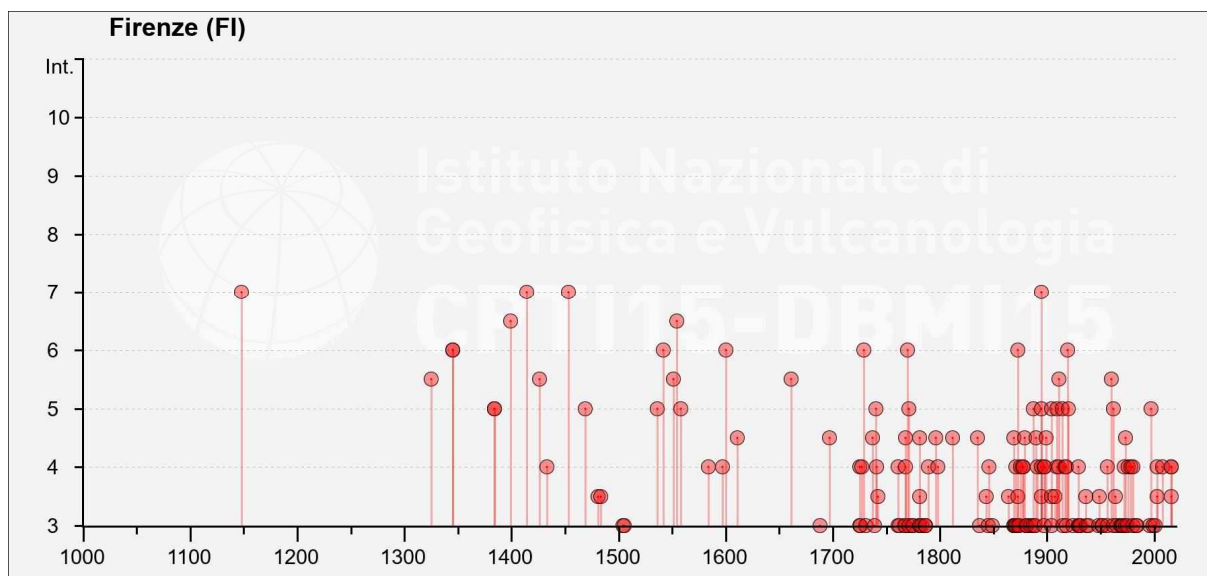


Figura 10-2 – Intensità macrosismiche dal 1000 al 2019 nel Comune di Firenze

Le intensità sismiche massime osservate per il Comune di Firenze sono pari a $IS=7$ per gli eventi del 1148, 1414, 1453 e 1895 e $IS=6-7$ per l'evento del 1399 e 1554.

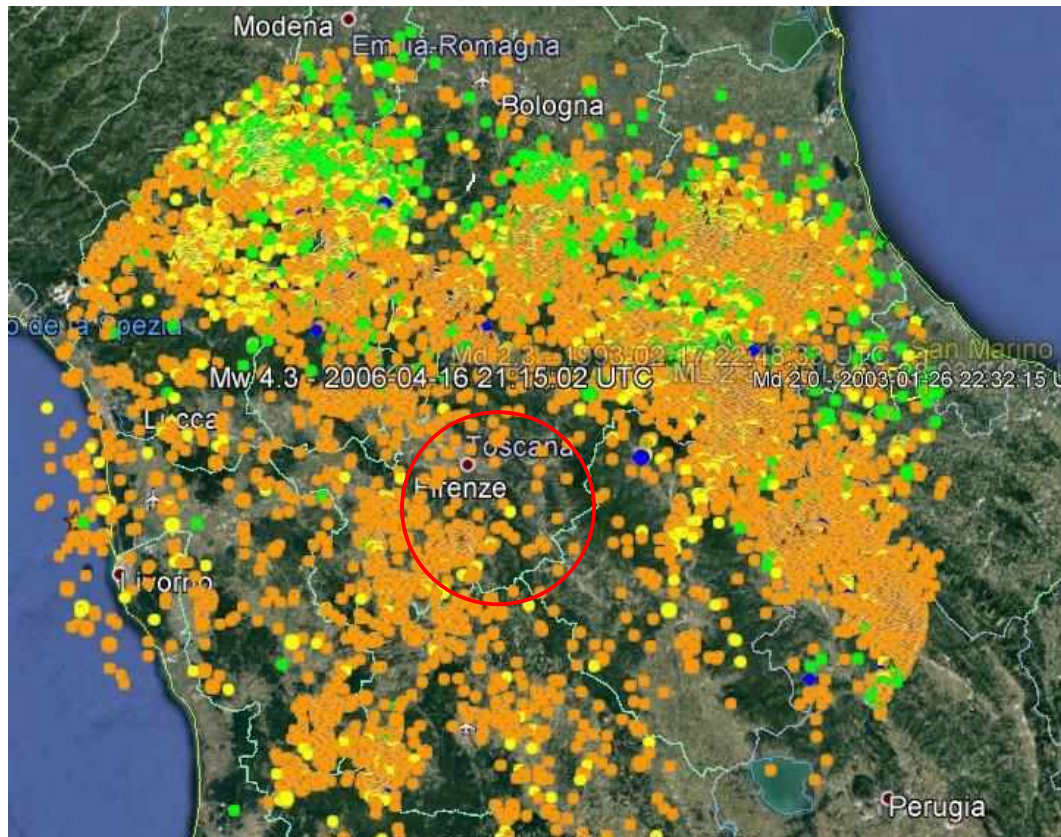
Nel complesso i sismi dell'area in cui si inserisce il progetto hanno effetti locali decrescenti da nord a sud; le aree epicentrali dei terremoti con maggior intensità sono localizzate in territorio fiorentino o modenese per l'area a nord mentre a sud si risente anche dei sismi del Valdarno e delle Marche.

I più rilevanti eventi sismici che hanno interessato la Toscana negli ultimi 100 anni sono i seguenti:

- 29 giugno 1919: terremoto del Mugello con Magnitudo $Mw = 6.38$
- 7 settembre 1920: terremoto della Garfagnana con Magnitudo $Mw = 6.53$
- 23 Gennaio 1985: evento sismico in Garfagnana con Magnitudo $Mw=4.7$.
- Ottobre 1995: evento sismico in Lunigiana con Magnitudo $MI=4.9$.
- 26 Settembre 1997: crisi sismica in Umbria-Marche, con risentimento anche in Valtiberina, con Magnitudo $MI=5.8$.
- 1 Aprile 2000: evento sismico in Amiata con Magnitudo $MI=3.9$.
- 26 Novembre 2001: evento sismico nella provincia di Arezzo con magnitudo $MI=4.4$.
- 14 Settembre 2003: evento sismico nell'Appennino Bolognese con Magnitudo $MI=5.0$.
- 1 Marzo 2008: evento sismico nel Mugello con Magnitudo $MI=4.2$.
- 14 Settembre 2009: evento sismico nel Mugello con Magnitudo $MI=4.2$.

10.2 SISMICITÀ RECENTE (DAL 1985 A FEBBRAIO 2021)

Per quanto concerne i sismi che hanno interessato l'area di Firenze dal gennaio 1985 a febbraio 2021, i dati sono stati recuperati dal database ISIDE dell'INGV considerando un'area di raggio 100 km, che include le aree epicentrali dei terremoti più intensi di cui al paragrafo precedente.



Depth (km)		Magnitude	
Orange circle	0 - 10	☆	M ≥ 5.0
Yellow circle	10 - 20	○	M < 5.0
Green circle	20 - 60	○	M ≤ 4.0
Blue circle	60 - 300	○	M ≤ 3.0
Purple circle	300 - 500	○	M ≤ 2.0
Red circle	500 - 800	○	M ≤ 1.0

Figura 10-3 – Database ISIDE - periodo 1985-febbraio 2021- Terremoti in un raggio di 100 km

Dalla planimetria si distinguono le seguenti aree sorgenti:

- la principale area sorgente si sviluppa lungo l'arco appenninico, dalla Lunigiana- Garfagnana al Mugello all'Alta Val Tiberina;
- intensa e frequente attività sismica è presente in una fascia trasversale che va dall'Appennino bolognese alla costa adriatica;
- la zona dei bacini pliocenico-quadernari sono interessati da sismicità minore (Basso Valdarno, Pistoia-Firenze) o trascurabile (Medio Valdarno e Val di Chiana);
- nella parte SW della Toscana, si registrano terremoti concentrati nelle Colline Metallifere e Monti del Chianti e Monte Amiata;
- si può anche notare una certa attività in mare tra Pisa e Livorno.

In generale le profondità sono per la maggior parte entro i 10 km e le magnitudini più rappresentate variano tra 1.0 e 2.0.

Le aree sorgenti di terremoti con magnitudo maggiore di 4 più vicine all'area si collocano in zona Greve in Chianti e nel Mugello.

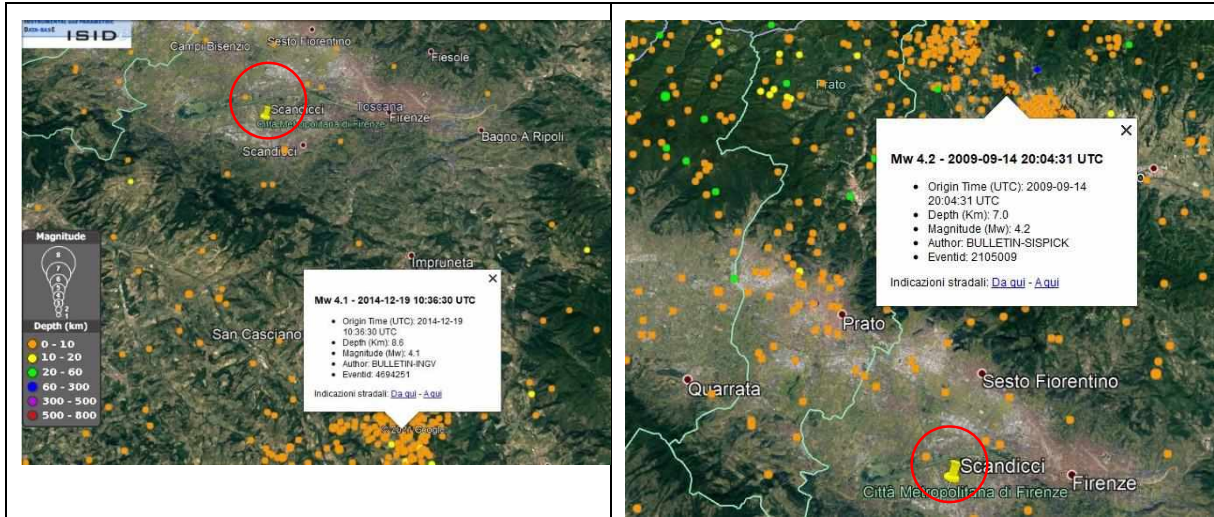


Figura 10-4 – Database ISIDE - periodo 1985-febbraio 2021

Nella seguente immagine sono evidenziati i terremoti avvenuti nelle aree più prossime all'opera con le relative caratteristiche.

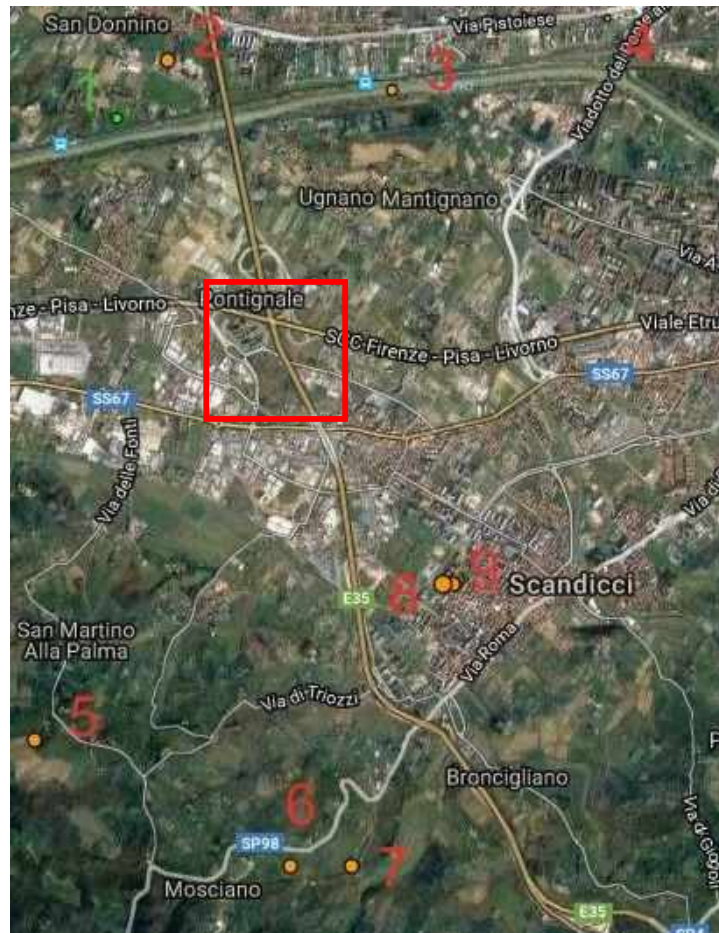


Figura 10-5 – Database ISIDE - periodo 1985-febbraio 2021 – Area prossima all'opera in progetto

ID	Magnitudo	Profondità (km)	Data (UTC)
1	1.3	31.2	16/08/2006
2	2.7	6.2	01/02/1996
3	1.2	10.0	02/08/2006
4	0.9	10.0	06/11/2006

ID	Magnitudo	Profondità (km)	Data (UTC)
5	2.4	10.0	15/03/2000
6	2.1	10.0	13/07/1993
7	2.7	8.9	30/09/1987
8	3.0	8.2	30/09/1987
9	2.9	7.1	30/09/1987

10.3 FAGLIE CAPACI

Il termine "faglie capaci" è utilizzato per descrivere le faglie "sismiche" con indizi di attività negli ultimi 40.000 anni potenzialmente "capaci" di produrre deformazioni in superficie.

La riattivazione di faglie capaci è in grado di produrre fenomeni di neoformazione (ecosismi) che possono formarsi in superficie nelle aree epicentrali, in concomitanza con eventi sismici di intensità elevata, in genere \geq VIII-IX grado della scala ESI2007.

La presenza di faglie capaci nel territorio oggetto di studio è stata verificata consultando il catalogo delle faglie capaci ITHACA "ITaly HAZard from Capable faults", disponibile on-line all'indirizzo <https://www.isprambiente.gov.it/it/progetti/cartella-progetti-in-corso/suolo-e-territorio-1/ithaca-catalogo-delle-faglie-capaci/default>

Il data base del Progetto ITHACA, raccoglie tutte le informazioni disponibili riguardo le strutture tettoniche attive in Italia, con particolare attenzione ai processi tettonici che potrebbero generare rischi naturali; la fonte del dato del Progetto ITHACA è la "Neotectonic Map of Italy a scala 1:500.000.

Nella seguente figura si riporta uno stralcio planimetrico della distribuzione delle faglie capaci del Progetto ITHACA relativamente ad un ampio areale contenente la tratta in oggetto:

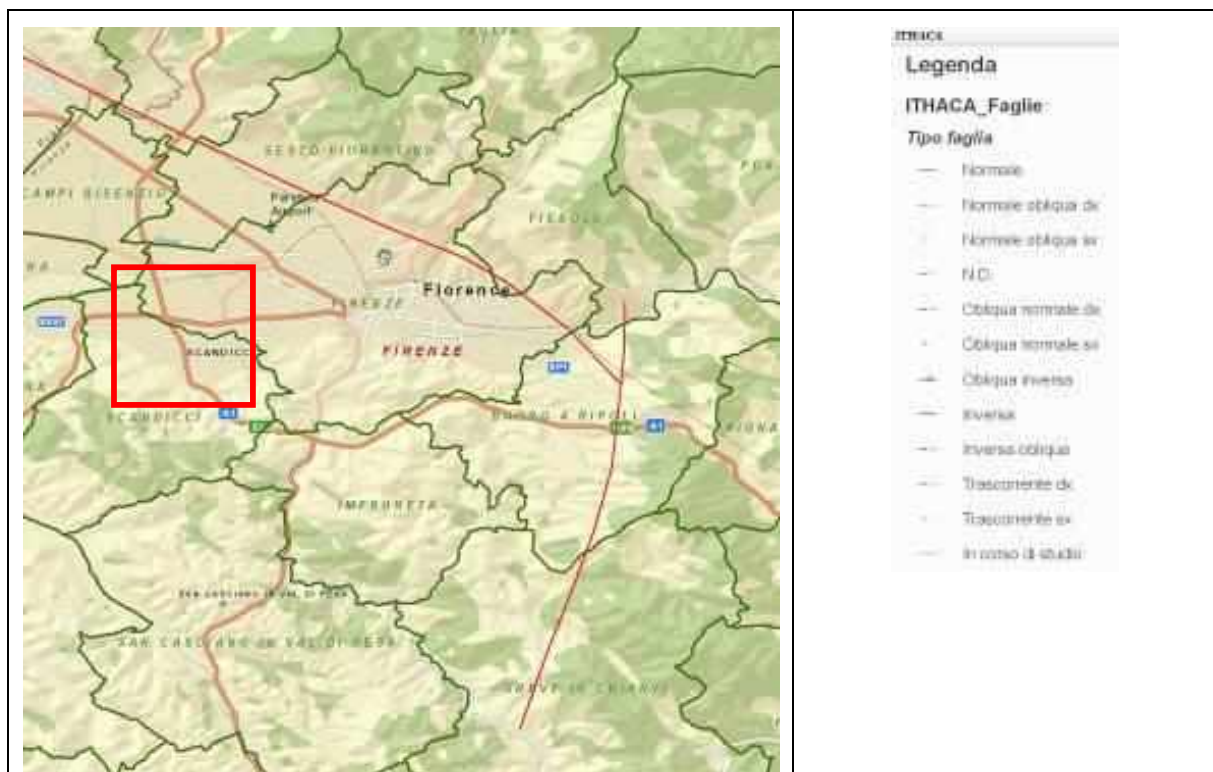


Figura 10-6 – Distribuzione faglie capaci "Progetto ITHACA"

Sono segnalate due faglie capaci a Nord ed a Est di Firenze con le seguenti caratteristiche:

FAULT NAME	Firenze	Firenze - Pistoia
FAULT CODE	62102	62100
MACROZONE	Northern Apennines	3

REGION NAME	Toscana	Toscana
SYSTEM NAME	Pistoia - Firenze System	Pistoia - Firenze System
KINEMATICS	NORMAL	
RANK	PRIMARY	PRIMARY
AVERAGE STRIKE	190	120
DIP	-	0
LENGTH (Km)	45	45
DEPTH (Km)	-	0
ACTIVITY RELIABILITY	Medium reliability	Medium reliability
STUDY QUALITY	LOW	LOW

Si segnala inoltre che, dal sito internet della Provincia di Firenze (Sistema Informativo Territoriale - S.I.T.), è possibile visionare le Mappe delle faglie attive e dei terremoti storici; di seguito si riporta uno stralcio relativo al territorio comunale di Scandicci:

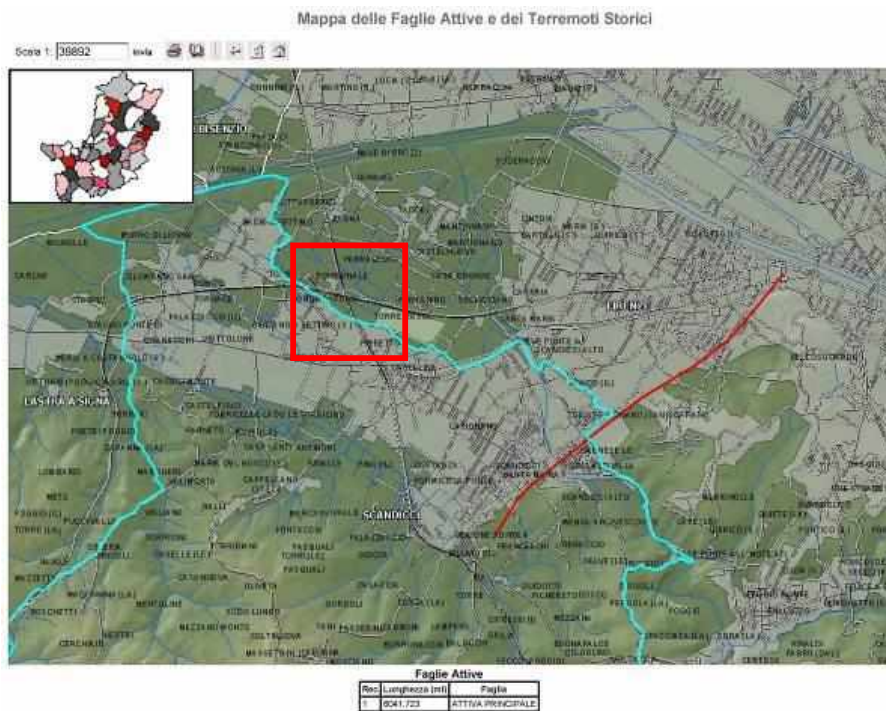


Figura 10-7 – Mappe delle faglie attive e dei terremoti storici del territorio comunale di Scandicci (da Sistema Informativo Territoriale della Provincia di Firenze).

Si nota la presenza di una faglia attiva di tipo principale (ad andamento NE-SW) prossima all'area di intervento.

10.4 STRUTTURE SISMOGENETICHE

Benché le moderne investigazioni della sismotettonica regionale siano iniziate più di 30 anni fa, la conoscenza delle sorgenti sismogenetiche è ancora incerta. Questo dipende soprattutto dal fatto che l'attività tettonica è collegata ai movimenti di sistemi di faglie cieche, le cui caratteristiche (es. lunghezza del singolo segmento, entità del scivolamento ecc.) non può essere definita solamente attraverso la classica analisi geomorfologica ma derivano dall'applicazione di algoritmi che permettono di definire la geometria della sorgente dai dati puntuali di distribuzione dell'intensità dei terremoti storici.

L'identificazione di tali sorgenti, concisamente definite silenti, permette di definire le aree potenzialmente affette da un alto livello di pericolosità sismica.

Con riferimento al "Database of Individual Seismogenic Sources - DISS 3.2.1", si osserva che l'opera in progetto si snoda in un'area posta al limite di numerose e complesse aree sismogenetiche.

La figura seguente evidenzia le aree sismogenetiche prossime all'area (poligoni color marrone), definite quali proiezione in superficie dei sistemi di strutture sismogenetiche ritenuti attivi, caratterizzabili da un punto di vista geometrico e parametrico in maniera coerente con le sorgenti sismogenetiche incluse (poligoni arancioni); le campiture in rosso indicano i sistemi di faglia.

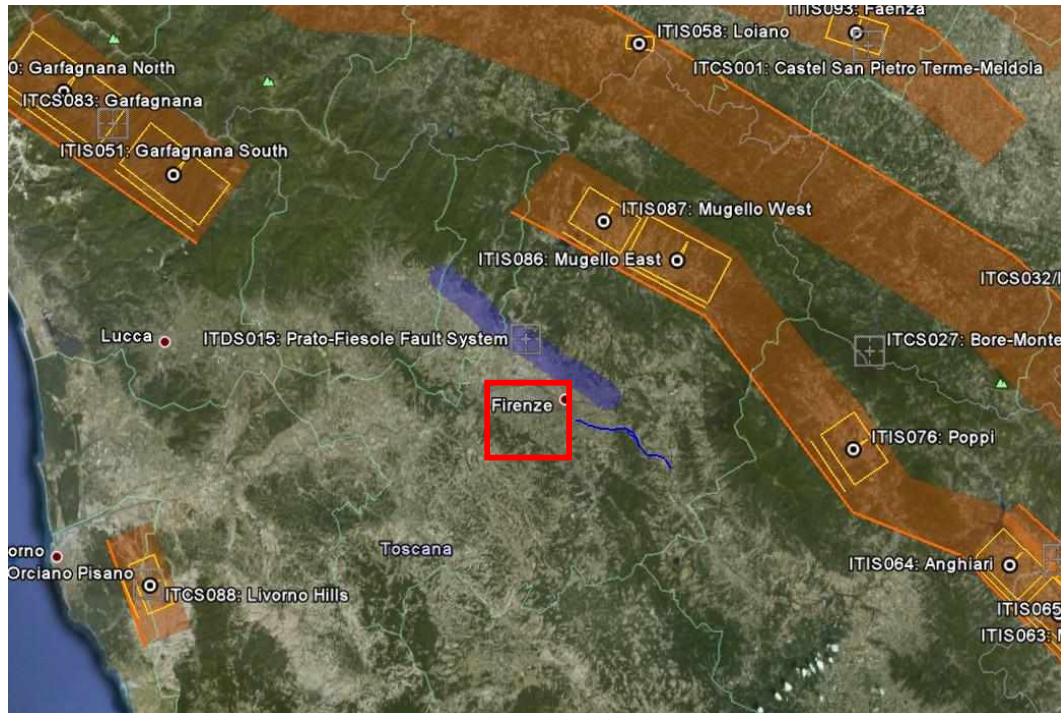


Figura 10-8 - Mappa delle aree sismogenetiche di interesse - Database DISS3.

Di seguito si riporta una tabella di sintesi relativa alle strutture sismogenetiche di interesse per l'area oggetto di studio.

La codifica utilizzata nel database per identificare le strutture include 4 caratteri e 3 numeri:

1. i primi due caratteri si riferiscono al Paese considerato (IT per Italia);
2. gli altri due caratteri identificano il tipo di dati:
 - IS per Individual Seismogenic Source
 - CS per Composite Seismogenic Source
 - DS per Debated Seismogenic Source

Code	Name	Compiled By	Latest Update	Min Depth (km)	Max Depth (km)	Strike (deg)	Dip (deg)	Rake (deg)	Slip Rate (mm/y)	Max Magnitude (Mw)
ITDS015	Prato-Fiesole	Burrato, P., P. Vannoli and G. Valensise	11/12/2009	-	-	-	-	-	-	-
ITIS087	Mugello West	Burrato, P., and E. Baroux	10/09/2007	1	4.5	301	30	270	0.1 - 1	5.9
ITIS086	Mugello East	Baroux, E.	31/05/2005	0.6	6.9	298	40	270	0.1 - 1	6.2
ITCS027	Bore-Montefeltro-Fabriano-Laga	Burrato, P., and S. Mariano	24/09/2007	12	22	90 - 160	20 - 55	70 - 110	0.1 - 1	6.2
ITIS076	Poppi	Burrato, P., and E. Baroux	07/09/2007	1	4.5	326	30	270	0.1 - 1	5.8
ITIS064	Anghiari	Pucci, S., and P. Burrato	17/09/2007	0.5	4	315	30	270	0.1 - 1	5.8

10.5 CLASSIFICAZIONE SISMICA (INGV)

La normativa sismica italiana, entrata in vigore l'8 maggio del 2003 con la pubblicazione sulla G.U. dell'Ordinanza P.C.M. n. 3274 e in seguito aggiornati con l'O.P.C.M. 3519/06, suddivide il territorio italiano in quattro zone sismiche, abbandonando così la precedente terminologia di "categorie sismiche".

I criteri per la classificazione sismica del territorio nazionale, emanati con l'ordinanza P.C.M. n. 3274 del 2003 si basano sull'analisi della probabilità che il territorio venga interessato, in un certo intervallo di tempo (generalmente 50 anni), da un evento che superi una determinata soglia di intensità o magnitudo.

Uno dei cambiamenti fondamentali apportati dalla normativa è stata l'introduzione della zona 4, in questo modo tutto il territorio italiano viene definito come sismico. Di fatto, sparisce il territorio "non classificato", che diviene zona 4, nel quale è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica.

L'appartenenza a ciascuna zona sismica comporta l'adozione di specifiche caratteristiche prestazionali per nuovi edifici e strutture, regolate da opportune norme sismiche contenute nel medesimo provvedimento legislativo, e successive modifiche ed integrazioni.

	Caratteristiche	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g)
Zona 1	E' la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti.	$a_g > 0.25$
Zona 2	Nei comuni inseriti in questa zona possono verificarsi terremoti abbastanza forti.	$0.15 < a_g \leq 0.25$
Zona 3	I Comuni interessati in questa zona possono essere soggetti a scuotimenti modesti.	$0.05 < a_g \leq 0.15$
Zona 4	E' la meno pericolosa. Nei comuni inseriti in questa zona le possibilità di danni sismici sono basse.	$a_g \leq 0.05$

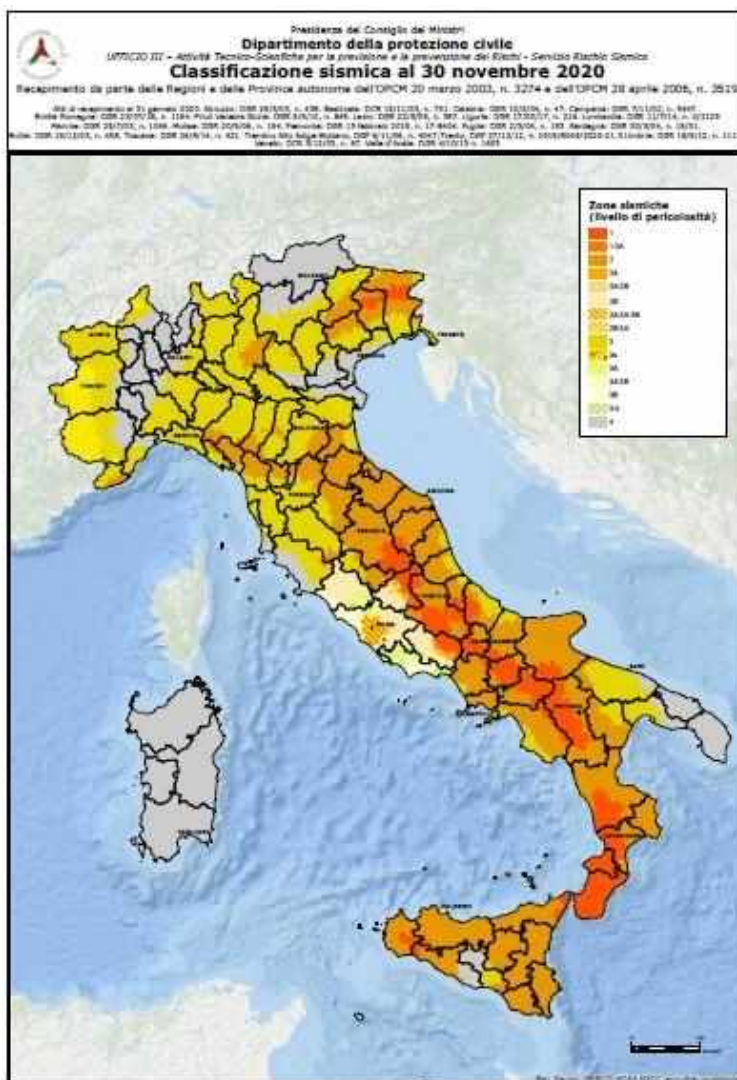


Figura 10-9 - Classificazione Sismica al 30 novembre 2020 (Dipartimento di Protezione Civile)

La normativa nazionale è stata recepita dalla Regione Toscana con il DGT n. 431/06, che ha individuato le zone sismiche e ha stilato un elenco regionale dei comuni in zona sismica; il più recente aggiornamento (Delibera GRT421 del 26/05/14) ha portato alla nuova classificazione sismica della Regione. In conformità a tale normativa, i comuni interessati dal progetto ricadono nelle seguenti zone sismiche:

Regione	Province	CodiceIstat	Denominazione	Classificazione_2020
Toscana	Firenze	48017	Firenze	3
Toscana	Firenze	48041	Scandicci	3



Direzione Generale Politiche Ambientali, Energia e Cambiamenti climatici
GENIO CIVILE DI AREA VASTA FIRENZE, AREZZO, PRATO, PISTOIA: PREVENZIONE SISMICA

2

**MAPPA DI AGGIORNAMENTO DELLA CLASSIFICAZIONE SISMICA DELLA
REGIONE TOSCANA - 2014**

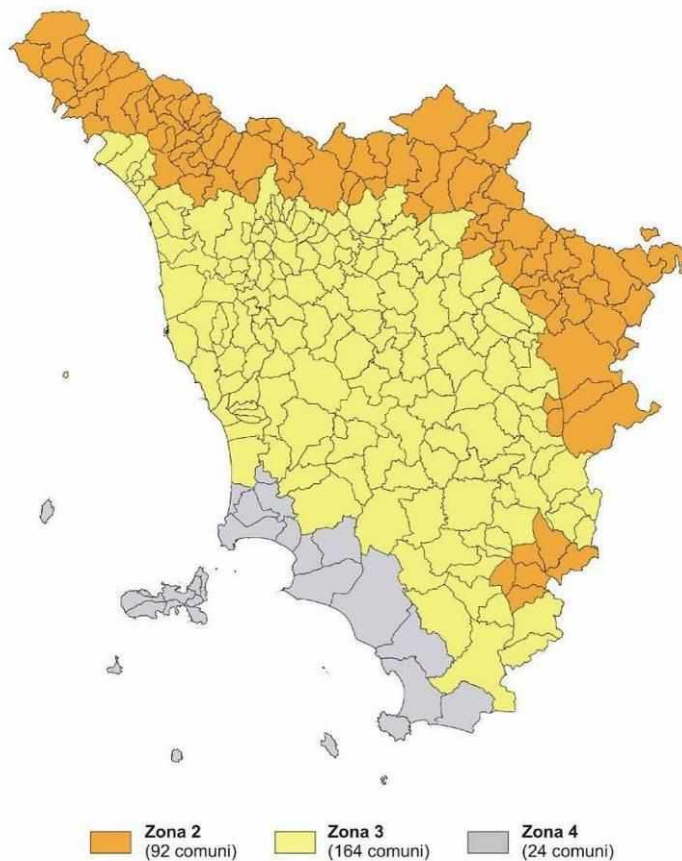


Figura 10-10 - Classificazione Sismica della Regione Toscana 2014

11 SUBSIDENZA

In base ad una ricerca condotta in collaborazione tra Autorità di Bacino del Fiume Arno e Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Firenze (DST) è stata realizzata, all'interno del territorio del bacino del fiume Arno, una mappatura delle aree interessate da fenomeni di subsidenza del terreno nel periodo 1992-2002, indotti sia da attività antropiche (estrazione di acqua dal sottosuolo a fini industriali e domestici) sia da fenomeni naturali (compattazione dei sedimenti). La metodologia utilizzata per realizzare tale mappatura ha previsto l'integrazione in ambiente GIS dei dati derivanti dalle tecniche satellitari radar interferometriche secondo la tecnologia dei Permanent Scatterers, che permettono di misurare le deformazioni del terreno con accuratezza millimetrica su vaste aree, da utilizzare per la valutazione della pericolosità insieme a dati di sottosuolo (stratigrafie ed idrogeologia) ed integrandoli con un'analisi degli elementi a rischio e della loro vulnerabilità.

In sintesi è stata prodotta una "Mappa della subsidenza nel bacino del fiume Arno" in cui sono riportate le perimetrazioni di aree in base alla velocità di abbassamento del terreno (mm/anno).

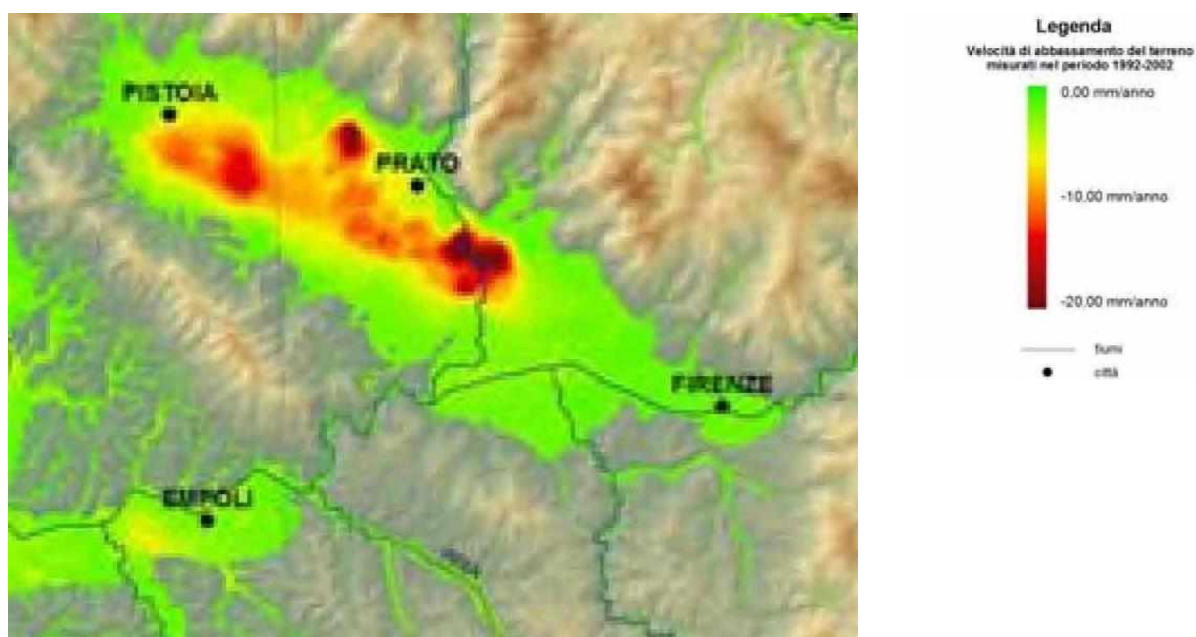


Figura 11-1 - Inquadramento area di studio da "Mappa della subsidenza nel bacino del fiume Arno" (da AdB Arno, periodo 1992-2002, scala originale di riferimento 1:250.000)

Nella Carta geomorfologica di Piano Strutturale del Comune di Scandicci (maggio 2004) risulta presente, appena a sud dell'area di progetto, una "delimitazione indicativa dell'area in cui sono stati segnalati fenomeni di subsidenza". Tale segnalazione non è più reperibile nel Piano Strutturale 2019, attualmente approvato, ma nell'immagine seguente viene comunque riportata la versione 2004 nello spirito di segnalare un ulteriore elemento di attenzione.

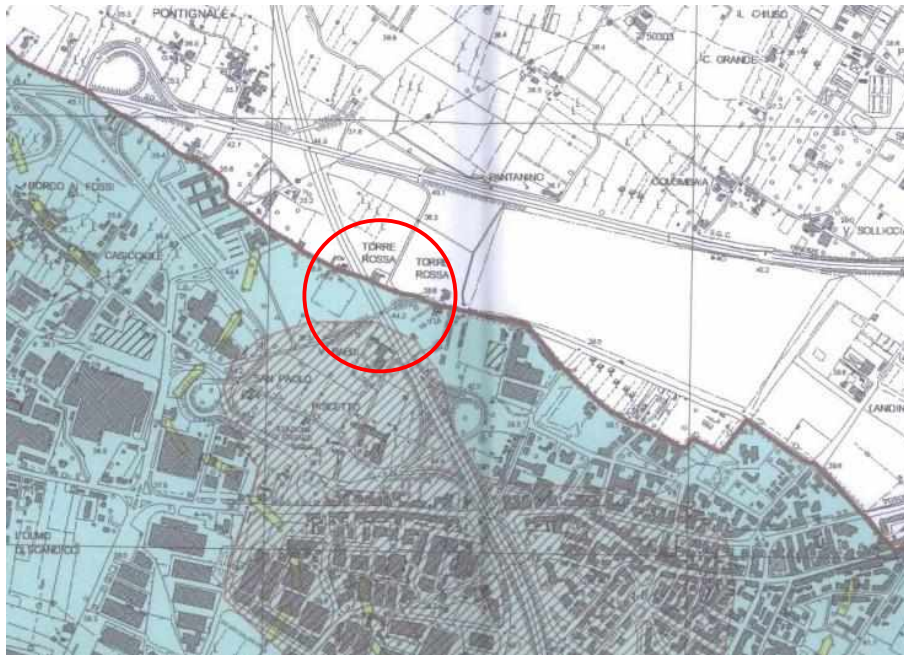


Figura 11-2 - Stralcio della "Carta geomorfologica" di Piano Strutturale del Comune di Scandicci - 2004 (in barrato rosso la delimitazione indicativa dell'area in cui sono stati segnalati fenomeni di subsidenza)

12 DESCRIZIONE DELL'AREA DI PROGETTO

In questo capitolo si descrivono i principali elementi geologici – geomorfologici che caratterizzano le aree di intervento e si riportano considerazioni geologiche utili nell'ambito della progettazione dello Svincolo di Scandicci.

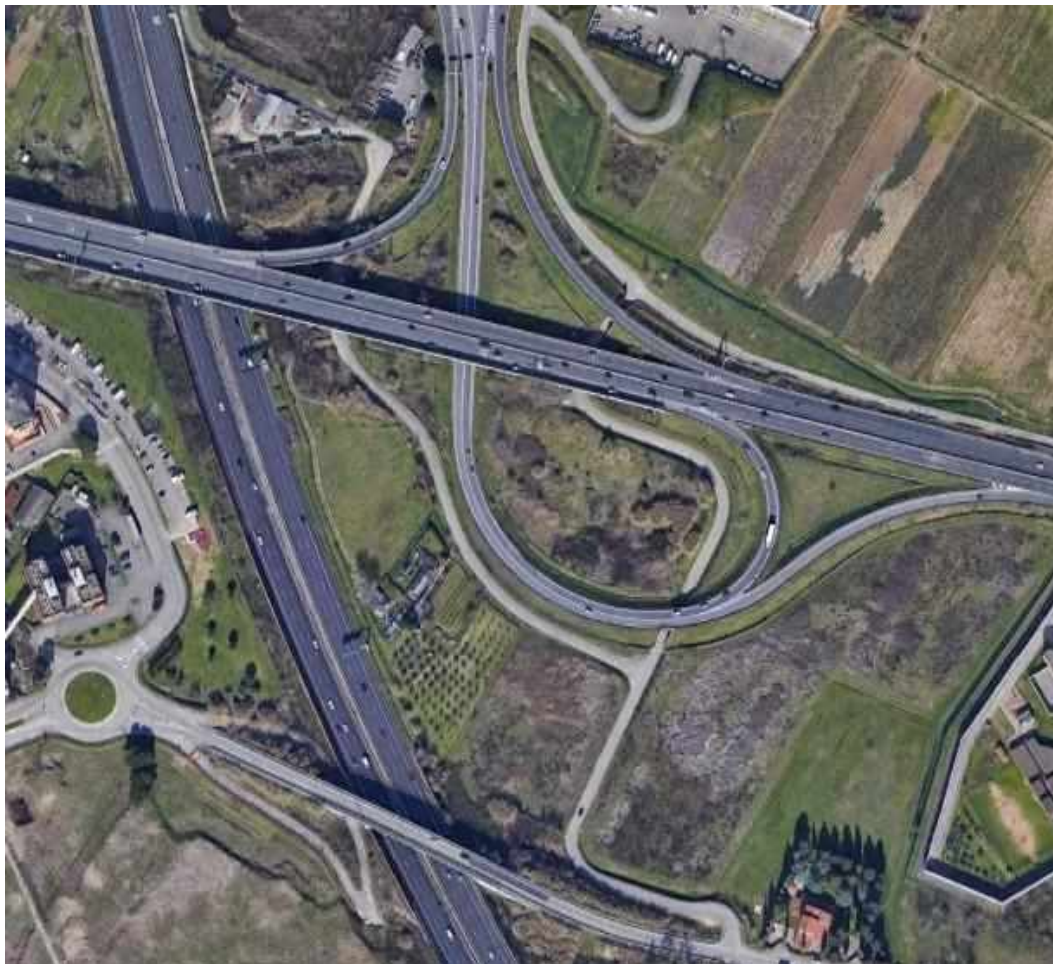


Figura 12-1 – Immagine da Google Earth dell'area di progetto

L'area in cui si collocherà il nuovo Svincolo è posizionata tra l'autostrada A1, la strada FI-PI-LI, il casello di Firenze Scandicci e l'attuale raccordo. La zona è fortemente antropizzata, con alcune porzioni coltivate mentre nelle zone intercluse tra i rami dei vari raccordi è presente vegetazione arbustiva, prato e talora canneti (indice della presenza di ristagni d'acqua superficiali).

Sono inoltre presenti una serie di canalizzazioni per il drenaggio delle acque provenienti dalla piattaforma.



Figura 12-2 – Vegetazione arbustiva



Figura 12-3 – Area a prato a lato dell'A1



Figura 12-4 – Canneto

Da un punto di vista geologico, l'area è caratterizzata dalla presenza - al di sotto della porzione antropica dello spessore presunto di 0.5-1.5 m circa - di depositi prevalentemente limoso-sabbiosi dell'orizzonte Firenze 1 (spessore variabile da circa 1.5 a 4.5 m).

I depositi risultano sovrapposti ad un livello granulare arealmente abbastanza continuo e costituito da ghiaia eterometrica immersa in matrice sabbioso-limosa e da sabbia limosa-ghiaiosa, con uno spessore che può variare tra 3.5 m e 5 m c.a. (vedi profilo geologico IN001). Al di sotto dello strato prevalentemente granulare, all'interno dei sondaggi realizzati in zona, è stata riscontrata la presenza dei depositi prevalentemente coesivi dell'orizzonte Firenze 4, al cui interno è stata rinvenuta una ulteriore lente di materiale ghiaioso-sabbioso (spessore 4.5-6 m)

La suddivisione dei terreni in due ambiti granulometrici rappresenta una semplificazione, in quanto in realtà la composizione del sottosuolo è fortemente eterogenea e con frequenti passaggi laterali. L'estensione delle lenti di materiale granulare riportata in sezione deve pertanto essere assunta come puramente indicativa.

La definizione delle caratteristiche delle terre provenienti dagli scavi in ordine alla loro possibile riutilizzabilità, la definizione del modello geotecnico finalizzato alla progettazione degli interventi di stabilizzazione, di ripristino di opere d'arte e di sostegno, i criteri per la scelta delle fondazioni delle opere e delle sezioni di scavo non è oggetto della presente relazione.

13 PRINCIPALI ELEMENTI GEOLOGICI DI INTERESSE INGEGNERISTICO

Questo capitolo conclusivo sintetizza le pericolosità geologiche identificabili nell'area interessata dal progetto; ciò nell'ottica di consentire la verifica della compatibilità dell'opera con le componenti geologiche, così come prescritto dalle NTC 2018 e dalla sua Circolare attuativa n. 7 del 21/01/2019.

La determinazione della pericolosità è concepita in letteratura con diverse declinazioni, che comprendono sia quelle statistiche afferenti soprattutto al governo del territorio (pertinenza degli Enti pubblici) sia quelle euristiche e deterministiche finalizzate soprattutto alla progettazione di opere specifiche (pertinenza del Progettista). Per attribuire un significato univoco alla pericolosità geologica inerente la progettazione è possibile fare riferimento a quanto suggerito in § 6.12.1 del DM 14/01/2008:

“Gli studi devono caratterizzare la zona d'interesse in termini di pericolosità geologica intrinseca, per processi geodinamici interni ed esterni e devono consentire d'individuare gli eventuali limiti imposti al progetto.”

Cioè, la pericolosità geologica può essere intesa come l'insieme di quegli elementi che limitano il progetto, ovvero dei problemi geologici a cui si va in contro.

In ragione di quanto sopra, di seguito si riassumono gli elementi geologici di interesse ingegneristico desunti dallo studio geologico, geo-strutturale, geo-morfologico, ed idrogeologico sviluppato per il presente progetto; integrati con le informazioni desumibili dagli studi sismo-tettonici (INGV, ISPRA, ecc.) e dalle cartografie di pericolosità redatte dagli Enti preposti al governo del territorio.

Questi elementi consentiranno all'ingegnere progettista di valutare la compatibilità delle opere progettate con la componente geologica (analisi del sistema opera-sottosuolo), in analogia a quanto previsto dall'Art. 26 del DPR n. 207 / 2010 e succ.

In particolare, le criticità geologiche che hanno maggiore influenza per la progettazione delle opere sono le seguenti:

DEPOSITI COESIVI

Sia il profilo geologico redatto lungo l'asse IN001, sia il profilo geologico di PE del Lotto 4 della tratta Firenze Nord - Firenze Sud consentono di osservare la diffusa presenza di depositi prevalentemente argilloso – limosi, con l'intercalazione di lenti prevalentemente ghiaioso - sabbiose; tali depositi fini risultano compressibili, il che deve essere debitamente considerato al fine di eliminare/contenere al massimo i potenziali cedimenti, che possono essere anche differenziali.

ETEROPIA DEPOSIZIONALE

A causa della natura fortemente eteropica, la forma e l'estensione delle lenti di materiale granulare riportate nel profilo in asse IN001 deve essere assunta come indicativa.

DEPOSITO ANTROPICO

La disomogeneità di spessore dei riporti e dei materiali di cantiere accumulati a deposito in diversi punti dell'area di studio determina propensione nei confronti di fenomeni correlabili ai cedimenti differenziali. Inoltre, in alcuni pozzetti esplorativi è stata segnalata la presenza di plastica e di elementi ferrosi associati al deposito antropico.

SUBSIDENZA

In base alla mappatura delle aree interessate da subsidenza (periodo 1992-2002) realizzata in collaborazione tra Autorità di Bacino del Fiume Arno e Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Firenze, l'area in progetto non presenta particolari criticità, tuttavia si rammenta che nella Carta geomorfologica di Piano Strutturale del Comune di Scandicci (2004) viene indicata, immediatamente a sud dell'area di intervento, una "delimitazione indicativa dell'area in cui sono stati segnalati fenomeni di subsidenza".

PIEZOMETRIA

Considerando i dati di monitoraggio piezometrico presentati nel capitolo 8 si evince come, nell'area interessata dal progetto, la falda risulti prossima al piano campagna.

Si ricorda che l'escursione della falda dipende dalle condizioni al contorno (es. la piovosità) e dalla variazione del regime di sfruttamento degli acquiferi (cambio d'uso del territorio con conseguente sostanziale diminuzione dei pompaggi).

POTENZIALI ESONDAZIONI

In analogia a quanto segnalato nel capitolo 7, esistono diversi elaborati editi da vari Enti (comuni di Firenze e di Scandicci, Provincia di Firenze e Autorità di Bacino Arno) che definiscono la pericolosità idraulica/pericolosità alluvionale delle aree oggetto di intervento: in particolare, l'area del progetto ricade in zona P2 e lambisce dei settori classificati come P3.

Con riferimento alla "Carta guida delle aree allagate", pubblicata dall'ex Autorità di Bacino dell'Arno, l'area di studio ricade in un settore interessato da inondazioni eccezionali; mentre ad est e a nord sono presenti aree interessate da fenomeni di inondazione nel corso degli eventi alluvionali degli anni '91, '92 e '93.

FAGLIE CAPACI

Si evidenzia la presenza di strutture identificate come "faglie capaci" secondo l'INGV e di "faglie attive" secondo quanto indicato negli elaborati della Provincia di Firenze.

VICINANZA DI EDIFICI E DI INFRASTRUTTURE PRE-ESISTENTI

La presenza di infrastrutture viarie (es. autostrada A1 e la strada FI-PI-LI esistente) in prossimità delle nuove opere rappresenta un elemento da considerare con la massima attenzione, in quanto una variazione inopportuna dello stato tensionale dei terreni dovuta alla realizzazione di scavi, emungimenti, riporti, ecc. potrebbe indurre lesioni nei manufatti.