

COMUNE DI FIRENZE
VARIANTE AL REGOLAMENTO URBANISTICO
INERENTE IL PROGETTO DI AMPLIAMENTO
DEI CAMPI DA CALCIO DEL
CENTRO SPORTIVO DELLA A.C.F. FIORENTINA
POSTO IN VIALE PIERLUIGI NERVI 2

Committenza:

A.C.F. FIORENTINA S.p.a.

Progettisti:

Arch. Stefano MENCUCCI

Geom. Giampiero MARCONI

Oggetto:

RELAZIONE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA

ai sensi del D.P.G.R. N° 53/R del 25.10.2011

“Regolamento di attuazione dell'art.62 della L.R. 01/2005 in materia di indagini geologiche”



GEODINAMICA
STUDIO GEOLOGICO ASSOCIATO
Calò J.G., Checcucci R., Scotti A.

GEOLOGIA - GEOTECNICA - IDROGEOLOGIA
GEOLOGIA AMBIENTALE

Via Giovanni Giolitti, 34/36 - 50136 FIRENZE

Tel. e Fax 055/6505157

e-mail: geodinamica3@gmail.com - web: geodinamica.weebly.com



DATA:

09 Marzo 2017

1 - INTRODUZIONE

Il presente lavoro costituisce lo studio geologico di fattibilità di supporto alla ***Variante al Regolamento Urbanistico*** relativo ad un *Progetto di Ampliamento di Campi da Calcio* per conto della **Società ACF FIORENTINA s.p.a.**

Più in dettaglio, l'area di studio si colloca situata nel Comune di Firenze in Via Pierluigi Nervi 2: l'esatta ubicazione è visibile in 1 (corografia generale dell'area, tavoletta I.G.M. Foglio 275 I, in scala 1:25.000), in Fig. 2 (stralcio C.T.R., Sezione N° 275040, in scala 1:10.000) e in Fig. 3 (estratto di planimetria catastale, Foglio N° 83 All.C, in scala 1:1.000) allegate in Appendice I.

Il lavoro viene redatto secondo quanto specificato nella **L.R. n°1 del 03.01.2005 (Norme per il governo del territorio)**, e più in dettaglio secondo quanto specificato nel **Decreto del Presidente della Giunta Regionale del 25.11.2011, n. 53/R** "*Regolamento di attuazione dell'art. 62 della L.R. n.1 del 03.01.2005 in materia di indagini geologiche*" pubblicato sul BURT n.51 del 02.11.2011.

Tale Regolamento, come si legge all'Art. 1, comma 1, punto a), disciplina "*le direttive tecniche per le indagini atte a verificare la pericolosità del territorio sotto il profilo geologico, idraulico, la fattibilità delle previsioni e per la valutazione degli effetti locali e di sito in relazione all'obiettivo della riduzione del rischio sismico, di seguito indicate – indagini geologico tecniche*".

In particolare la presente relazione è stata redatta secondo le **Direttive per le indagini geologico tecniche** riportate nell'Allegato A della sopracitata normativa (DPGR 53/R del 25.10.2011) che prevede:

- una fase iniziale di **sintesi delle conoscenze**,
- una fase successiva di **analisi ed approfondimento** per poter giungere prima ad una valutazione della pericolosità dell'area,
- **assegnazione delle classi di fattibilità** contemplate dalla normativa stessa.

2 – CONTENUTI DEL PIANO ATTUATIVO

Dall'acquisizione della specifica *Relazione Tecnica* a firma dei progettisti Arch. Stefano Mencucci e Geom. Gianpiero Marconi, l'intervento oggetto della presente ***Variante al Regolamento Urbanistico*** prevede di:

“...ristrutturare il campo da gioco del Centro Sportivo di Viale Nervi n° 2, con la realizzazione di due campi da calcio per allineamento con direzione Nord/Sud, analoghi a quelli precedenti al rifacimento del 2013, ma con dimensioni identiche a quelle dello stadio Artemio Franchi, di rat 105 x 68. Questa realizzazione permette di avere due campi di allenamento della prima squadra, con migliore adattabilità alle diverse esigenze degli allenamenti stessi, oltre ad una proficua turnazione dell'utilizzo del manto erboso, con conseguente miglioramento dello stesso.... inoltre l'attuale disposizione del campo e nella direzione Est/Ovest, con evidenti problemi di abbagliamento solare per i portieri. Per ottenere le dimensioni regolamentari e la corretta fascia di destinazione dietro le porte, si rende necessaria la traslazione verso Viale Paoli di circa mt. 6.60, con inglobamento di una fascia di circa mq 1370 che da Verde pubblico dovrebbero essere inglobati nel Centro Sportivo; naturalmente la proprietà di tutto rimane del Comune di Firenze. Questo ampliamento consiste nel recuperare una fascia di verde, praticamente inutilizzato e con manutenzione scadente, fra l'attuale confine del Centro Sportivo ed il parcheggio parallelo al Viale Paoli, che non subirebbe modifiche così come l'adiacente marciapiede. La parte che verrebbe inglobata è la zona a verde, alla quota del campo sportivo....la proposta prevede la traslazione dell'attuale recinzione con recupero fino all'attuale scarpata, che dopo la realizzazione del nuovo muro in cemento armato, sarà rinterrata per ottenere la quota del campo da gioco, mediante riutilizzo dello scavo di sbancamento del rifacimento del manto inerbito. Per permettere una regolare manutenzione dei nuovi campi, è prevista una rampa di accesso carrabile, di dimensioni leggermente superiori a quella esistente, in modo da permettere l'accesso a mezzi di medie dimensioni dotati di materiali per il livellamento sabbioso dei manti inerbiti. Sarà mantenuto un accesso carrabile ed uno pedonabile su Viale Paoli, mentre l'accesso al Centro Sportivo per persone con ridotta capacità motoria è garantito dall'ingresso principale su Viale Pierluigi Nervi, di fronte alla Torre di Maratona. Per migliorare l'inserimento ambientale dell'opera, è prevista la traslazione della scarpata in luogo del secondo marciapiede, in modo da ridurre l'impatto del nuovo muro in c.a. alle attuali dimensioni, con la nuova scarpata a verde che celerà buona parte di esso, con risultato estetico praticamente identico all'attuale. La tribunetta coperta, attualmente posta sul lato Nord/Est del campo da calcio, verrà smontata e traslata sul lato Sud del Centro Sportivo, prospiciente Viale Paoli, ed avrà pertanto le medesime caratteristiche costruttive dell'attuale. La fondazione esistente sarà completamente rimossa con ausilio di piccoli mezzi meccanici e la nuova tribunetta avrà una fondazione costituita da una platea di fondazione in cemento armato.....Successivamente sarà necessario asportare tutte le tubature del vecchio

impianto d'irrigazione e drenante sotto il livello del terreno, (entro limiti possibili, vincolati dalla profondità e resistenza delle stesse al momento dell'asportazione) per evitare la formazione di futuri avvallamenti. Dopo lo smontaggio delle vecchie tubature si effettuerà un livellamento laser per dare la giusta pendenza al sub-strato. Di seguito si realizzerà un nuovo impianto di irrigazione riutilizzando i 48 irrigatori già presenti,...

SISTEMAZIONE A VERDE DELLA ZONA SU VIALE PAOLI -E' prevista una zollatura e ripiantumazione (con tutori di sostegno) di n° 10 piante presenti; Nella nuova scarpata, per ridurre la manutenzione della nuova zona a verde, si prevede la fornitura e piantagione di 11° t .400 piante di Rosmarini, Ahelie e Nandine (detto bambù saero). Per evitare la nascita di piante infestanti, si prevede la fornitura e posa di telo anti-alga, oltre all'installazione di ferri ad "U", necessari per bloccaggio telo anti-alga al suolo con posizionamento di dischi di cocco da posizionare dove il telo anti-alga è stato tagliato per favorire la piantagione. E' prevista la realizzazione di un impianto d'irrigazione "goccia a goccia" per l'irrigazione di ogni singola pianta ma con consumi modesti di acqua. Le opere saranno eseguite con successiva manutenzione e garanzia di attecchimento delle piante, e sono state pensate per una minima opera di assistenza annuale”.

Come già detto il progetto prevede l'ampliamento dell'area destinata ai campi da calcio di allenamento della ACF Fiorentina, sulla base di quanto riportato nella specifica Relazione Tecnica a firma del Progettista Strutturale incaricato, Ing. Giancarlo Fianchisti, “....occorre demolire gli attuali muri di sostegno lato strada per ricostruirli a breve distanza. I muri esistenti non hanno fino ad oggi mai presentato problemi; dovendo però soddisfare i requisiti delle nuove norme tecniche NTC 2008 essi verranno ricostruiti con fondazioni più ampie e sezioni in c.a. di dimensioni maggiori soprattutto per garantirne la durabilità nel tempo. Data la scarsa rilevanza del muro in progetto (1.90 mt. di altezza) si è ritenuto non necessario effettuare prove geotecniche dal momento che le caratteristiche del terreno sono note da lavori effettuati nelle aree contermini”.

3 – SINTESI DELLE CONOSCENZE

3.1 – Vincoli ambientali

La zona oggetto dell'intervento in esame ***non rientra in un'area soggetta a vincolo idrogeologico***, ai sensi della R.D.L. n°3267 del 30.12.23 (*“Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e terreni montani”*) e del R.D. n°1126 del 16.05.26 (*“Approvazione del regolamento per l'applicazione del R.D.30.12.1923 n.3267”*). Tale norma è stata poi attuata e disciplinata a livello regionale dalla L.R. 21.03.2000, n°39 (denominata *“Legge forestale della Toscana”*) modificata dalla L.R. 01/2003 e dal relativo *Regolamento forestale della Toscana, Decreto del Presidente della G.R. n°48/R del 08.08.2003*; quest'ultimo è stato poi modificato con il testo coordinato *D.P.G.R. n°32/R del 16.03.2010* e successivamente con il *D.P.G.R. n°53/R del 05.05.2015*.

3.2 – L'applicazione del R.D n°523 del 25.07.1904

Tale norma prescrive che non si possono prevedere nuove edificazioni, manufatti di qualsiasi natura o trasformazioni morfologiche negli alvei, nelle golene, sugli argini e nelle aree comprendenti le due fasce di larghezza di 10 m dal piede esterno dell'argine o in mancanza, dal ciglio di sponda dei corsi d'acqua principali ai fini del corretto assetto idraulico. Più in dettaglio l'intervento in progetto ***ricade al di fuori di tale zona di 10 m***, per cui risulta fattibile.

Infine, per quanto riguarda la *riduzione dell'impermeabilizzazione*, le opere in progetto ***manterranno una superficie permeabile largamente maggiore del 25%***, secondo quanto prescritto nelle normative vigenti (Art. 78 della Del. 25.01.2000, n.12).

3.3 – Norme dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno

Per valutare le condizioni di rischio idraulico, i fenomeni di esondazione e ristagno e le eventuali prescrizioni e vincoli dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno, in materia di ***pericolosità geomorfologica ed idraulica***, sono state consultate e/o acquisite le seguenti cartografie e normative vigenti in materia.

- ***Piano di Bacino del Fiume Arno - stralcio “Rischio Idraulico” (approvato con D.P.C.M. n°226 del 05.11.99)*** – L'intervento in progetto non rientra in nessuna area perimetrata all'interno della *“Carta guida delle aree allagate, redatta sulla base degli eventi alluvionali significativi (1966 - 1999)”* (vedi Fig. 4, in scala 1:25.000, allegata in Appendice I) e nemmeno all'interno della cartografia delle *“Aree di pertinenza fluviale*

dell'Arno e degli affluenti". Anche per quanto riguarda la "*Carta degli interventi strutturali per la riduzione del rischio idraulico nel bacino dell'Arno*", l'area oggetto del presente studio non risulta interessata da nessun tipo di intervento strutturale.

- **Assetto Idrogeologico - PAI** (approvato con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 06.05.2005) - Dall'osservazione delle relative cartografie, redatte dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno ("*Perimetrazione delle aree con pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante, Livello di sintesi*" - Stralcio n° 53 modificato con Dec. 26/09, 3/11 e 45/15), si ricava che *l'area oggetto di Variante al Regolamento Urbanistico non ricade all'interno di alcuna classe di pericolosità*.
- **Autorità di Bacino del Fiume Arno** – Distretto Idrografico Appennino Settentrionale - Piano di Bacino - **Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (P.G.R.A.)** - Con delibere di Comitato Istituzionale n. 231 e 232 del 17.12.2015 è stato adottato il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del bacino del fiume Arno con apposizione delle misure di salvaguardia. Successivamente con **delibera del Comitato Istituzionale n. 235 del 3 marzo 2016** il Piano è stato definitivamente approvato. Con tali atti di pianificazione si viene ad ottemperare a quanto previsto dalla direttiva "alluvioni" 2007/60/CE che stabiliva che entro il 22.12.2015 ogni Stato dell'Unione Europea si doveva dotare di un piano per la gestione del rischio di alluvioni nei bacini del proprio territorio nazionale.

Il PGRA dell'Arno sostituisce a tutti gli effetti, per ciò che riguarda la pericolosità idraulica, con una nuova cartografia e nuove norme, il PAI (Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico). La disciplina di PGRA va quindi a subentrare alle disposizioni previste dalle norme di PAI con particolare riguardo ai disposti del "Capo I – ***Pericolosità Idraulica***". In questa impostazione il ruolo dell'Autorità di bacino è pertanto maggiormente orientato ad approfondire i temi del quadro conoscitivo e a fornire agli enti locali gli indirizzi in base ai quali poi gli stessi enti attuano, in piena autonomia, le proprie scelte. La norma principale su cui è impostata tutta la disciplina di piano è che, sia nella aree a pericolosità elevata che media, qualsiasi intervento edificatorio deve eventualmente essere realizzato in maniera tale da non provocare dei rischi per i beni esistenti e in condizioni tali da poter gestire il rischio a cui è soggetto. Nel nostro caso, per l'area d'interesse, si ha:

- **Pericolosità idraulica da alluvione (Stralcio n. 267)** – Dalla presa visione di tale cartografia (vedi estratto di Fig. 5, in scala 1:5.000, allegata in Appendice I) si ricava che l'area di progetto ricade all'interno della **classe di pericolosità da alluvione bassa (P1)** corrispondenti ad *aree inondabili da eventi con tempo di ritorno superiore a 200 anni e comunque corrispondenti al fondovalle alluvionale*.

L'Art. 11 della *Disciplina di Piano (Aree a pericolosità da alluvione bassa (P1) – Indirizzi per gli strumenti di governo del territorio)* recita:

1. Nelle aree P1 sono consentiti gli interventi previsti dagli strumenti urbanistici garantendo il rispetto delle condizioni di mitigazione e gestione del rischio idraulico.

2. La Regione disciplina le condizione di gestione del rischio idraulico per la realizzazione degli interventi nelle aree P.1

3.4 – Strumento Urbanistico Vigente del Comune di Firenze

In attuazione della deliberazione n.2015/C/00025 risultano consultabili on-line gli elaborati approvati (02.04.2015) ed efficaci (03.06.2015) del *Regolamento Urbanistico*, così come revisionati per la consultazione on line con presa d'atto del Consiglio Comunale deliberazione n.2015/C/00054 del 05.10.2015. E' importante sottolineare che dalla data di efficacia del Regolamento Urbanistico e contestuale variante al Piano Strutturale ha contemporaneamente cessato di essere efficace il Piano Regolatore Generale, integralmente sostituito dalla nuova strumentazione urbanistica.

Dall'acquisizione della cartografia allegata al *Piano Strutturale 2015* del Comune di Firenze sono stati presi in considerazione i seguenti elaborati cartografici:

- **CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA** (il cui estratto, della Tav. 4/4, è visibile in Fig. 6, in scala 1:5.000, riportata in Appendice I) - L'area interessata dell'intervento in progetto ricade all'interno della **classe G2 – media** caratterizzata da “aree di pianura in cui sono presenti litologie afferibili a depositi alluvionali recenti dalle scadenti o modeste caratteristiche geotecniche, aree di versante in cui non sono presenti forme morfologiche e/o morfometriche atte a condizionare la stabilità del - pendio, aree collinari con substrato roccioso affiorante”.
- **CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA** (estratto Tav. 5/4, riportata in Fig. 7, in scala 1:5000, allegato in Appendice I) - In questo caso il progetto in esame ricade all'interno della **Classe I.2 – pericolosità idraulica media**, comprendente “aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $200 < TR < 500$ anni. Fuori dalle UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici e idraulici, rientrano in classe di pericolosità elevata le aree di fondovalle per le quali ricorra almeno una delle seguenti condizioni:
 - a) non vi sono notizie storiche di inondazioni;
 - b) sono in situazione di alto morfologico rispetto alla piana alluvionale adiacente, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda .
- **CARTA DELLE AREE ALLAGABILI con $Tr = 30$ anni** (Tav. 7/4, con estratto riportato in Fig. 8, in scala 1:10.000, allegato in Appendice I) - In questo caso l'area interessata dalla Variante al Regolamento Urbanistico non ricade all'interno di alcuna perimetrazione.

- **CARTA DELLE AREE ALLAGABILI con $Tr = 200$ anni** (Tav. 8/4, con estratto riportato in Fig. 9, in scala 1:10.000, allegato in Appendice I) – Anche in questo caso l'area di interesse non ricade all'interno di alcuna perimetrazione.
- **CARTA DELLE AREE ALLAGABILI con $Tr = 500$ anni** (Tav. 9/4, con estratto riportato in Fig. 10, in scala 1:10.000, allegato in Appendice I) – Anche in questo caso l'area di Variante al Regolamento Urbanistico non ricade all'interno di alcuna perimetrazione.
- **RISCHIO IDRAULICO SUL TERRITORIO COMUNALE DI FIRENZE** (Università degli studi di Pisa – Comune di Firenze - redatto dal Prof. Stefano Pagliara, settembre 2010) - Dall'osservazione delle varie Tavole allegate (*Inviluppo delle altezze d'acqua di esondazione per Tr di 20, 30, 100, 200 e 500 anni*), si ricava che la zona oggetto di studio risulta come “area esterna allo studio di dettaglio e di sintesi P.A.I.” (vedi Fig. 11, allegata in Appendice I).
- **CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA** (vedi estratto di Tav. 6/4, riportato in Fig. 12, in scala 1:5.000, allegato in Appendice I) – L'area oggetto di studio ricade interamente all'interno della **Classe S.3 – pericolosità sismica locale elevata**: “zone suscettibili di instabilità di versante quiescente che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi; terreni suscettibili di liquefazione dinamica (per tutti i comuni tranne quelli classificati in zona sismica 2); zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse; aree interessate da deformazioni legate alla presenza di faglie attive e faglie capaci (faglie che potenzialmente possono creare deformazione in superficie); zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzati da un alto contrasto di impedenza sismica atteso tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri. Tale classe comprende al suo interno le sottozone $S3^*$ e $S3^{**}$ caratterizzate rispettivamente dai seguenti valori di Fa : $S3^* 1,65 < Fa \leq 1,7$; $S3^{**} Fa > 1,7$ ”.
- **FATTORE DI AMPLIFICAZIONE SISMICO CALCOLATO** (vedi estratto di Tav. 1/4, riportato in Fig. 13, in scala 1:5.000, allegato in Appendice I) – La ricostruzione del campo macrosismico all'interno del centro urbano costituisce il preludio alla “microzonazione sismica”, consistente nell'individuazione delle aree con differente risposta sismica e quindi diversa intensità massima risentita: ciò è dovuto a fattori molto locali, costituiti prevalentemente da forti differenze composizionali del substrato di fondazione, che causano comportamenti reologici anomali. Da tale documenti si può ricavare anche la velocità delle onde sismiche V_s pesata per ogni unità geologico-tecnica:

Riporto	$V_s = 234$ m/s
Argille limoso-sabbiose	$V_s = 341$ m/s
Ghiaie in matrice sabbiosa	$V_s = 383$ m/s

Limi argilloso-sabbiosi lacustri

$V_s = 527 \text{ m/s}$

A tale riguardo si fa presente che, tale cartografia, allegata al Piano Strutturale 2015 del Comune di Firenze, indica, per l'area oggetto di Piano Attuativo, un valore:

(FA) = 1,4 – 1,5

• **CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA - MOPS**

(vedi estratto di Tav. 5/4, riportato in Fig. 14, in scala 1:5.000, allegato in Appendice I) – Tale cartografia è stata fatta redigere dal Comune di Firenze nell'ambito della variante del Piano Strutturale 2015 ed ha lo scopo di individuare le microzone dove, sulla base delle osservazioni geologiche e geomorfologiche e dell'elaborazione dei dati geognostici e geofisici disponibili, è prevedibile l'occorrenza di diverse tipologie di effetti prodotti dall'azione sismica (amplificazioni, instabilità di versante, liquefazione, ecc.).

Il comparto in esame – in particolare – ricade all'interno delle ***“Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali”***: si tratta di zone caratterizzate dalla presenza di depositi alluvionali, depositi alluvionali terrazzati, depositi palustro-fluviolacustri e depositi di conoide alluvionale. Le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali sono state ulteriormente classificate in base alla tipologia e sequenza dispositive ed alla profondità dal substrato. In particolare sono state definite 9 sottozone di microzonazione in prospettiva sismica (MOPS); tali zone sono rappresentate e descritte nelle colonne stratigrafiche di sintesi della Tav.6. In particolare l'area interessata dalla *Variante al Regolamento Urbanistico* in esame **ricade nella colonna 3, caratterizzata dalla presenza di depositi recenti, depositi antichi con spessore, posti al di sopra di depositi di bacino fluvio-lacustre e substrato a profondità maggiore di 100 mt.**

• **CARTA DELLE FREQUENZE FONDAMENTALI DEI DEPOSITI** (vedi estratto di

Tav. 2/4, riportato in Fig. 15, in scala 1:5.000, allegato in Appendice I) – La carta delle frequenze fondamentali dei depositi del territorio comunale è stata redatta sulla base delle risultanze della modellizzazione 1D condotta sulle verticali dei 1553 sondaggi disponibili per l'area fiorentina e del modello geologico 3D del sottosuolo. Di conseguenza la distribuzione areale delle frequenze fondamentali dei depositi rispecchia la realtà geologica del sottosuolo, sia in termini di profondità del substrato che di variazione delle V_s in relazione alla distribuzione delle varie unità di suolo presenti.

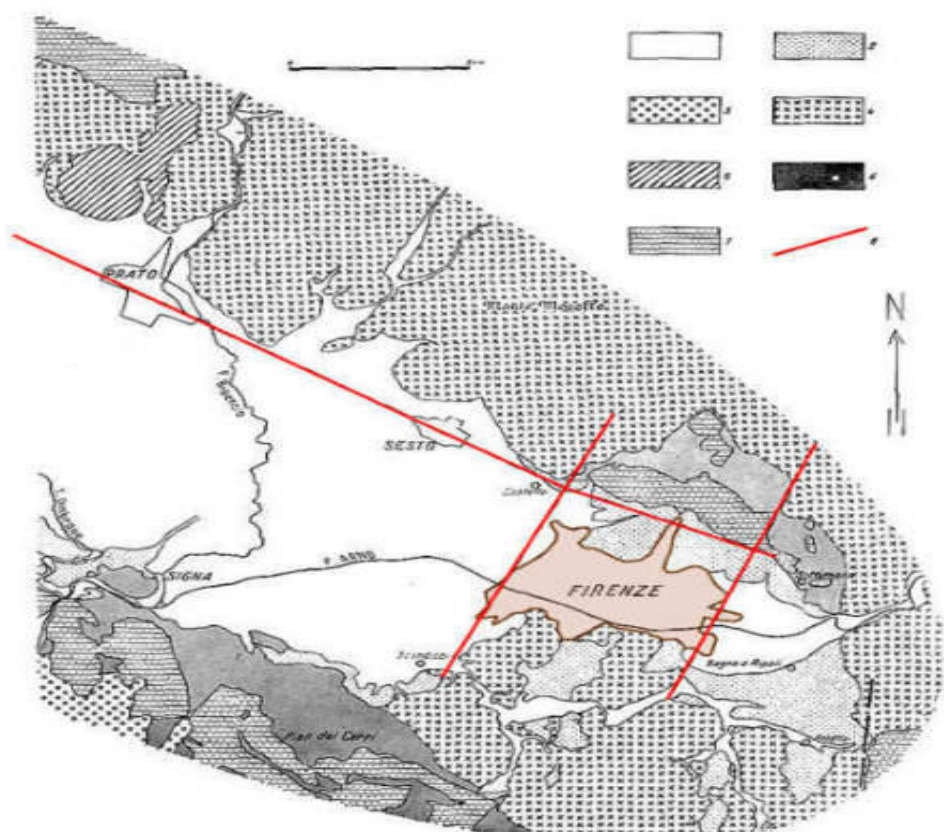
Nella cartografia, in corrispondenza dei sondaggi è riportata la frequenza del periodo proprio di primo moto risultante dall'analisi di trasferimento effettuata sulla verticale del sondaggio a partire dal substrato litoide. Da tale cartografia si ricava che per il Piano Attuativo in esame sono prevedibili valori di frequenza fondamentale mediamente variabili tra 15,01 e 25,0 Hz.

4 – ANALISI ED APPROFONDIMENTI

4.1 – ASPETTI GEOLOGICI, GEOMORFOLOGICI ED IDROGEOLOGICI

4.1.1 – Note di geologia regionale e sedimentologia del substrato

L'area in esame è ricompresa nell'ampio bacino sedimentario del Medio Valdarno: tale importante unità paleogeografica ha una forma allungata con asse maggiore orientato NW-SE ed è costituita da uno spessore variabile di depositi fluvio-lacustri non litificati, sedimentatisi entro una fossa tettonica, la cui formazione è connessa con le fasi distensive post-orossistiche dell'orogenesi appenninica miocenica, a partire dal Pliocene superiore.



CARTA GEOLOGICA SCHEMATICA DELLA CONCA DI FIRENZE
1) Depositi fluvio-lacustri della pianura. 2) Depositi lacustri villafranchiani. 3) Depositi marini pliocenici della Val di Pesa. 4) Supergruppo della Calvana. 5) Complesso ofiolitico. 6) Complesso di Canetolo. 7) Gruppo del Macigno. 8) Faglie accertate o presunte.

Questo bacino lacustre presenta la sua profondità massima nella zona tra Campi Bisenzio e Calenzano (500-550 m), minori profondità si sono riscontrate tra Prato e Pistoia (400-450 m); le profondità minime sono invece presenti nella zona di Firenze (50 m nel centro cittadino). L'emissario di questo antico lago era probabilmente ubicato alla stretta della

Gonfolina: i principali immissari erano costituiti da un paleo-Ema nella conca di Firenze, dall'Ombrone all'estremo opposto del bacino e dal Bisenzio nella sua parte centrale.

Il progressivo abbassamento del fondo del lago veniva compensato dal trasporto solido dei corsi d'acqua, in considerazione del fatto che l'area appenninica di provenienza era in sollevamento, quindi in accentuata erosione. Il fondo del bacino si mostrò presto di forma asimmetrica, incernierato in corrispondenza del margine meridionale, quindi con maggiore profondità verso il margine settentrionale: ciò dipendeva dall'azione della faglia normale che lo delimitava verso NE. Ulteriori faglie, trasversali rispetto al suo asse maggiore e localizzate lungo l'asse Castello-Scandicci, interessarono il substrato pre-lacustre causando il sollevamento di circa 150-200 m della conca di Firenze rispetto al resto del bacino, che così si estinse precocemente.

In questa pianura così prosciugata si instaurò un reticolo idrografico il cui corso principale sfociava nel lago residuo in corrispondenza delle Cascine, formando una pseudoconoide (argille con inclusioni ghiaiose derivante dallo smantellamento dei precedenti sedimenti lacustri) che si estende verso Osmannoro e Campi Bisenzio.

Tutto ciò causò un raccorciamento dell'area occupata dal lago, che veniva così ad essere delimitato a Sud-Est dall'allineamento Castello-Scandicci. Nel restante bacino di Prato-Pistoia, invece, continuò senza soluzione di continuità la deposizione lacustre fino al totale colmamento. Attualmente i sedimenti lacustri affiorano estesamente ai margini della conca di Firenze dove formano le circostanti colline a morfologia più dolce (Bagno a Ripoli-Antella, Castello-Settignano, Scandicci e Signa).

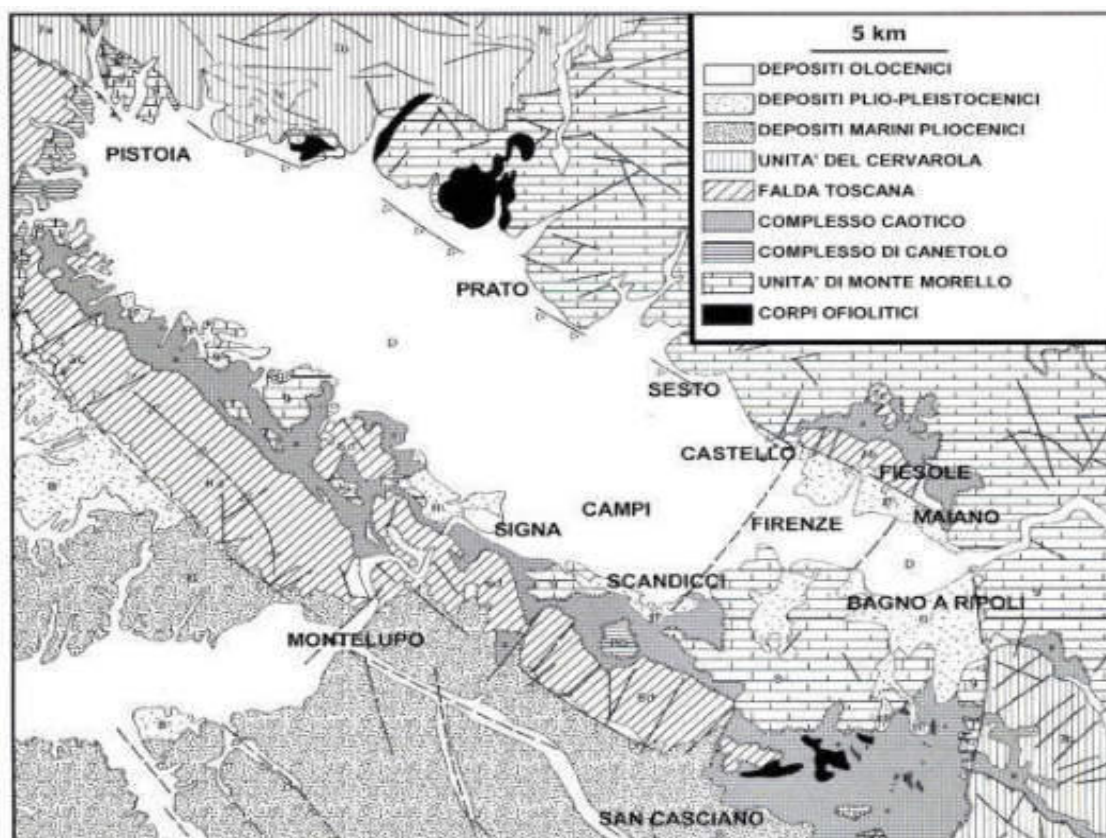
Nella successiva fase alluvionale si instaurò un reticolo idrografico facente capo all'Arno che, con numerosi cicli di erosione e deposizione (che seguirono il ritmo delle glaciazioni quaternarie), rimaneggiò l'originaria superficie depositandovi una spessa coltre di sedimenti sciolti. Questi ultimi, provenienti in prevalenza dalle sponde appenniniche settentrionali, risultavano granulometricamente più grossolani in prossimità dei corsi d'acqua o entro gli alvei, ed a granulometria decisamente più fine nelle zone più distali. L'ultima fase evolutiva del bacino vide l'instaurarsi di estese zone palustri, specialmente ai margini della pianura neoformata ed in prossimità dei corsi d'acqua principali, alcune delle quali perdurarono fino in epoca storica. In tali ambienti, sedimentologicamente tranquilli, si depositarono sedimenti fini con frequenti intercalazioni torbose: alcune paludi sarebbero perdurate sino ad oggi se non fossero intervenuti massicci interventi di bonifica idraulica, iniziati già in epoca etrusca e poi romana.

4.1.2 - Caratteristiche geolitologiche dell'area oggetto di Piano Attuativo

Come si è visto in precedenza, da un punto di vista geologico, l'area in esame, risulta caratterizzata dalla presenza dei *depositi lacustri* di riempimento dell'antico bacino ed i *depositi fluviali* relativi che ricoprono, con giacitura sub-orizzontale, in discordanza sulle

formazioni prelacustri (generalmente appartenenti al *Dominio Ligure Esterno* e in particolare alle formazioni argillitico-calcaree dell' *Unità Tettonica Morello*) che costituiscono i rilievi circostanti dell'area comprendente il bacino di Firenze.

Nella figura sottostante è riportato uno schema geologico dell'area fiorentina (da Boccaletti e Coli modificata).



Schema geologico dell'area fiorentina nel quadro geotettonico dell'Appennino Settentrionale (modificata da Boccaletti & Coli, Eds., 1982).

I numerosi studi geologico-idrogeologici che si sono occupati della costituzione del sottosuolo di Firenze e dei suoi dintorni, sono stati recentemente aggiornati nell'ambito della redazione della Carta Litotecnica (Coli-Pini-Rubellini) del Comune di Firenze, a cura dell'Amministrazione Comunale e dell'Università degli Studi. Caratteristica peculiare dei terreni clastici fluvio-lacustri ed alluvionali plio-quadernari, presenti nell'area fiorentina, è un'accentuata varietà latero-verticale di facies con frequenti discontinuità stratigrafiche, spesso corrispondenti a fenomeni erosivi, nell'ambito di un processo sedimentario prevalente. Altrettanto rilevante è la complessità dei rapporti stratigrafici che nella maggior parte dei casi

non sono di semplice sovrapposizione, ma di incastro ed accostamento laterale secondo superfici sedimentarie eteropiche o secondo superfici erosive anche complesse.

Sulla base dell'evoluzione geologica sono state individuate tre diverse situazioni tettonico-sedimentarie 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 d'acqua di appartenenza (BRIGANTI et. al., 2003). In particolare al di sopra del substrato litoide (costituito dai terreni delle *Unità Liguri* o della *Falda Toscana*) è presente un primo livello di depositi pre-lacustri, legati alla fase continentale tardo-miocenica e del Pliocene inferiore; a questi depositi seguono quelli dei vari Sintemi fluvio-lacustri riconosciuti nell'area fiorentina:

- *Sintema dell'Arno (SA - Olocene)* – Si tratta di ciottolami e ghiaie dell'Arno, da puliti a sporchi, con livelli e lenti di sabbie, anche gradate, con frequenti episodi di erosione e sostituzione. Questi depositi d'Arno sono interdigitati con i depositi alluvionali recenti dei vari torrenti, costituiti da ghiaie e ciottolami, con abbondante matrice limoso-sabbiosa inclusi in corpi limosi.
- *Sintema di Firenze (SF – Pleistocene superiore)* – Si hanno 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.
- *Sintema del bacino di Firenze-Prato-Pistoia (SB – Pleistocene inferiore – Pliocene superiore)* – In questo caso si tratta di massicci corpi di argille limose grigio-bluestre, 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 luoghi varvati, con torbe, frustoli carboniosi, calici e paleosuoli. Depositati clastici di delta e fan-delta costituiti da ciottolami e ghiaie in genere sporchi, ghiaie-sabbiose, sabbie limose e limi sabbiosi, in corpi più o meno massivi e/o canalizzati.

In particolare, per quanto riguarda la caratterizzazione litologica superficiale, si fa riferimento alla Carta Litotecnica (Coli-Pini–Rubellini) il cui estratto è riportato in Fig. 16 (in scala 1:10.000, allegata in Appendice I); dall'osservazione di tale cartografia risulta che l'area in esame ricade, all'interno dei *terreni fluvio-lacustri ed alluvionali plio-quadernari*, e più precisamente all'interno dei **Limi ghiaiosi e Limi sabbiosi (Ls)**, con componente granulare anche del 20-50%.

Si tratta di terreni appartenenti ai **Depositi Torrentizi (SA - Sintema dell'Arno – Età: Olocene)**: si tratta di depositi d'alveo ghiaioso-ciottolosi, con abbondante matrice limoso-sabbiosa imballati in corpi limosi palustri e/o d'esondazione. Hanno una potenza variabile da pochi metri fino alla ventina di metri. In particolare, l'area del Centro Sportivo della ACF Fiorentina, ricade nella zona di pertinenza dell'apparato del *Torrente San Gervasio*.

Nell'area in esame, come del resto in molte zone della città, si ritrovano **materiali antropici e riempimenti** costituiti da materiali sciolti misti di varia pezzatura ed origine, più o meno costipati, anche con frammenti di laterizi; a luoghi anche livelli limosi compatti. In particolare l'area dove sono posti i campi da calcio del Centro Sportivo risulta essere posta a quote superiori (circa 2,0-2,5 m) rispetto alle zone circostanti per la presenza di una estesa **coltre di riporto**.

Infine, dall'osservazione delle isobate del substrato litoide (sezione ricostruita allegata alla cartografia precedentemente citata) si ricava che proprio in corrispondenza dell'area in esame lo spessore del materasso alluvionale e lacustre è stata stimata in circa 75 m. Tale substrato dovrebbe essere rappresentato nell'area dalla *Formazione di Sillano – Pietraforte* (Paleocene – Cretaceo superiore).

4.1.3 – Geomorfologia e stabilità del pendio

L'area in oggetto si trova ad una quota di circa 54,5 m s.l.m. (ricavata dalla carta tecnica regionale a grande scala), all'interno di un'area pianeggiante, caratterizzata dalla presenza di numerosi impianti sportivi, situata ai margini orientali del centro storico cittadino, in destra idrografica rispetto al corso del Fiume Arno.

In particolare l'area oggetto di ampliamento dei campi di calcio del “Centro Sportivo” risulta essere posta a quote superiori (intorno ai 54,5 – 54,6 m s.l.m.) rispetto alle zone circostanti (circa 52,0 m s.l.m.) per la presenza di una estesa coltre di materiale di riporto. Tali circostanze l'hanno resa priva di forme del terreno particolarmente significative: quelle poche che si potevano ritrovare sono state completamente alterate e/o cancellate dal sistema urbano che ha comportato, come visto in precedenza, anche la messa in posto, nel corso dei secoli, di coltri di materiale di riporto specie in corrispondenza degli argini e degli interventi antropici di maggior rilievo. Quest'ultimo è formato da una conurbazione che si è creata con successive espansioni prevalentemente abitative.

La copertura vegetale è attualmente da ricondurre ai campi sportivi e ai giardini pubblici o rappresenta un appezzamento residuale dell'intervento antropico; le alberature risultano posizionate prevalentemente in corrispondenza di alcune viabilità e nei giardini.

Da un punto di vista geomorfologico generale l'area è stabile per posizione essendo quasi completamente pianeggiante. Si può quindi concludere che, *la zona d'intervento può essere giudicata, da un punto di vista **gravitativo stabile** per posizione e quindi idonea alla realizzazione degli interventi in progetto. Tutto ciò anche in considerazione del fatto che le scarpate antropiche sono attualmente delimitate da muri esistenti che fino ad oggi non hanno mai presentato problemi di stabilità; comunque, il nuovo intervento, prevede la demolizione dei muri esistenti per essere ricostruiti ai sensi delle Norme Tecniche NTC 2008 (fondazioni più ampie e sezioni in c.a. di dimensioni maggiori per garantirne la durabilità nel tempo).*

4.1.4 – Indagini acquisite per la caratterizzazione del substrato

Per ipotizzare la situazione stratigrafica del substrato dell'area interessata, sono state acquisite le seguenti indagini geognostiche precedentemente realizzate all'interno del Centro Sportivo dell'ACF Fiorentina:

- n°5 prove penetrometriche eseguite in occasione della realizzazione di una fabbrica per attività sportiva polivalente, adiacente all'area oggetto del presente studio (Luglio 2008).
- n°2 piezometri per la misura dei livelli acquiferi, posti all'interno delle verticali d'indagine DPHS2 e DPHS5
- indagine geofisica di superficie SH, per uno sviluppo lineare totale di 46,5 m (Luglio 2008)

I dati raccolti e i relativi report sui risultati ottenuti dalle indagini geognostiche sono stati riportati in Appendice II. In Fig. 17 (in scala 1:1.000, allegata in Appendice I) è stata riportata l'ubicazione delle indagini eseguite rispetto all'area d'interesse.

4.1.5 – Caratterizzazione stratigrafica

I suddetti dati geognostici hanno consentito la ricostruzione della seguente successione stratigrafica, che naturalmente dovrà essere verificata in fase di progettazione esecutiva, visto che i dati sono stati ricavati da indagini geognostiche eseguite ad una certa distanza dall'area d'interesse posta ai margini del rilevato di riporto esistente.

- **Unità A: Riporto** - Lo spessore, presumibilmente assai variabile da punto a punto, può variare all'interno del comparto da pochi cm a circa 2-2,5 metri. Laddove tale unità presenta i maggiori spessori, può accogliere al suo interno livelli idrici sospesi a carattere stagionale.
- **Unità B1: Depositi alluvionali – Facies coesiva** - Tale orizzonte, costituito da limi argillosi sabbiosi ed argillosi di scarsa consistenza, presenta un andamento che può raggiungere una profondità media pari a circa 4,0/4,6 m.
- **Unità B2: Depositi alluvionali – Facies non coesiva** - Livello a comportamento marcatamente granulare costituito da ghiaie e ciottoli in matrice prevalentemente sabbiosa addensate/molto addensate.

4.1.6 - Caratterizzazione geotecnica

La caratterizzazione geotecnica del progetto esecutivo potrà essere definita nel dettaglio utilizzando le indagini geognostiche già eseguite all'interno del Centro Sportivo integrandole, eventualmente, con nuove indagini da realizzarsi in corrispondenza dei nuovi

muri previsti ai margini del rilevato antropico esistente.

4.1.7 – Caratterizzazione sismostratigrafica

Per la caratterizzazione della risposta sismica dell'area di progetto è stata acquisita un'indagine geofisica di superficie mediante sismica a rifrazione con onde SH (contenuta all'interno della *Relazione geologico-tecnica*, datata luglio 2008, redatta dalla Geol. Ilaria Rossetti, inerente la realizzazione di un fabbricato per attività sportiva polivalente all'interno del *Centro Sportivo della ACF Fiorentina*).

Tale indagine ha inoltre permesso la determinazione dei valori di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 m di profondità (le cosiddette V_{s30}) così come previsto dalle Norme tecniche per le costruzioni (D.M. 14.01.2008); i risultati di tale indagine sono riportati al cap. 9. La relazione tecnica di dettaglio, con le relative tavole, è allegata in Appendice III. Da essa si ricavano le seguenti informazioni sismostratigrafiche:

- ricostruzione di una prima superficie rifrangente che si localizza ad una profondità variabile tra i 3,9 m e i 6,9 m, caratterizzata da valori di velocità delle onde di taglio SH, comprese tra 93 e 123 m/s. Tale livello può essere messo in relazione con “...*terreno naturale areato e depositi sedimentari scarsamente addensati*”.
- Al di sotto di tale sismostrato i materiali presentano velocità nettamente superiori, comprese tra i 509 e i 600 m/s, riferibili a livelli di “...*ghiaie addensate*”.

4.2 - CENNI DI IDROGRAFIA SUPERFICIALE

L'area oggetto di studio è posta in destra idrografica rispetto al *Fiume Arno* che costituisce la principale asta di drenaggio dell'intera pianura. Tale fiume, che scorre grossomodo da Est verso Ovest, è confinato entro argini, con altezza di circa 5 m dal piano di campagna, con l'alveo posto a quote notevolmente inferiori.

In generale il reticolo idrografico della pianura fiorentina risulta caratterizzato dalla tipica gerarchia riscontrabile in tutte le pianure fortemente antropizzate secondo la quale il percorso dei vari corsi d'acqua è fortemente influenzato dagli interventi di urbanizzazione. In particolare i corsi d'acqua minori (costituiti in genere da piccoli fossetti a regime prevalentemente stagionale) risultano tutti canalizzati e/o tombati per necessità edificatorie; lo sviluppo dell'urbanizzazione ha quindi spesso mutato il deflusso naturale dei piccoli corsi d'acqua tramite rettifiche o deviazioni.

Inoltre, a causa della estesa urbanizzazione, le acque superficiali vengono attualmente smaltite quasi esclusivamente dalla rete fognaria; tale circostanza si verifica anche nell'area in

esame.

Infine si è rilevato che all'interno dell'area interessata dalla Variante al Regolamento Urbanistico non vi è la presenza di nessun impluvio naturale, per cui *le opere in progetto non potranno interferire con il reticolo idrografico esistente.*

4.3 – CARATTERI IDROGEOLOGICI

4.3.1 – Permeabilità dei terreni

La valutazione di una roccia, in idrogeologia, si basa su un parametro, la permeabilità, che rappresenta la maggiore o minore conduttività dell'ammasso roccioso nei confronti di un fluido; essa è definita “*primaria*” se è dovuta alla presenza di vuoti ed interstizi tra i granuli di un terreno sciolto, “*secondaria*” se è dovuta alla presenza di fratture nelle rocce lapidee.

L'area in esame ricade in una zona contraddistinta dalla presenza dei *depositi alluvionali* sovrapposti ai *depositi lacustri*, caratterizzati da *permeabilità primaria* (per porosità): l'immagazzinamento e il movimento dell'acqua avvengono attraverso la porosità efficace inter-granulare. Quest'ultima varia in dipendenza della granulometria e del grado di cementazione e/o addensamento della massa sedimentaria, aumentando direttamente con la granulometria ed inversamente con la consistenza e/o grado di addensamento.

In particolare i limi-argillosi e le argille-limose fluvio-lacustri e lacustri possono essere definiti termini “*acquitardi*”: in tali materiali la componente orizzontale del moto è pressoché trascurabile, si possono tuttavia avere importanti movimenti verticali. La permeabilità risulta quindi condizionata dalla granulometria della matrice (argilloso limosa o sabbiosa). Si capisce quindi che tali materiali sono caratterizzati da valori di permeabilità modesti, ulteriormente ridotti verso l'alto dall'intensa pedogenesi “a pseudogley” dei livelli più superficiali. Sulla base dei dati bibliografici esistenti si ricava che il *coefficiente di conducibilità idraulica K* di questi terreni è dell'ordine di 10^{-8} cm/sec.

Nel nostro caso, come descritto in precedenza, nei primi metri (circa 4,50 m di spessore) si dovrebbe avere la prevalenza di livelli a componente limoso-argillosa e sabbioso-argillosa posti al di sopra di livelli costituiti da depositi più grossolani incoerenti (ciottoli, ghiaie e sabbie) con variabili percentuali di matrice sabbioso-limosa o limoso sabbiosa: tali materiali possono essere definiti “acquiferi” in quanto consentono sia il moto (orizzontale e verticale) che l'immagazzinamento dell'acqua. Questi sedimenti sono generalmente dotati di elevate caratteristiche di permeabilità anche se localmente ridotte dal grado di addensamento e/o dalla matrice. In tali depositi ha sede dell'acquifero più superficiale della pianura fiorentina.

Nella tabella sottostante è riportato uno schema della permeabilità primaria in rocce sciolte, che offre una prima valutazione della permeabilità stessa.

PERMEABILITA' DELLE ROCCE SCIOLTE (Da G. Castany, 1982, <i>Idrogeologia, principi e metodi, ridisegnata</i>).														
K (m/s)		10	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}	10^{-11}
GRANULO- METRIA	omogenea	Ghiaia			Sabbia		Sabbia molto fine			Silt		Argilla		
	varia	Ghiaia Grossa		Ghiaia e sabbia			Sabbia e argilla			Limi				
GRADO PERMEABILITA'		ELEVATA					BASSA					NULLA		
TIPO DI FORMAZIONE		PERMEABILE					SEMIPERMEABILE					IMPERMEABILE		

4.3.2 – Inquadramento idrogeologico

Generalmente a valle della zona dell'Anconella, l'Arno alimenta la falda; tutto ciò è dovuto sia alle depressioni causate dagli intensi emungimenti effettuati nel tratto urbano sia dal fatto che il livello del Fiume risulta artificialmente elevato dagli interventi antropici eseguiti in epoche passate (presenza delle pescaie).

I terreni che costituiscono il substrato dell'area in esame, essendo costituiti da termini a granulometria prevalentemente grossolana, sono caratterizzati da porosità e permeabilità generalmente elevate tali da permettere l'instaurarsi di livelli acquiferi di ottima produttività.

Nella pianura fiorentina, la maggior parte dei pozzi presenti sfruttano questo acquifero, in cui il livello di falda è piezometrico, rappresentando una pressione al tetto dell'acquifero; tale circostanza fa sì che si abbia un moto idraulico continuo ed orientato della massa d'acqua contenuta nel sottosuolo.

Dalla consultazione della banca dati del S.I.T. (Sistema Informativo Geologico del Sottosuolo del Comune di Firenze) e del *Contratto di ricerca tra Comune di Firenze e Università degli studi di Firenze – Dipartimento di Scienza della Terra*, si ricava il livello piezometrico di morbida misurato nel corso degli anni e la relativa direzione di flusso:

- 1970 – quota falda intorno ai 43,0 m s.l.m., corrispondente a circa 11,0 m di profondità dal p.c., con direzione di flusso da NE verso SO;
- 1971 - quota falda intorno ai 44,0 m s.l.m., corrispondente a circa 10,0 m di profondità dal p.c., con direzione di flusso da NE verso SO;
- 1997 - quota falda intorno ai 45,0 m s.l.m., corrispondente a circa 9,0 m di profondità dal p.c., con direzione di flusso da NE verso SO;
- 2002 – quota falda intorno ai 45,0 m s.l.m., corrispondente a circa 9,0 m di profondità dal p.c., con direzione di flusso da NE verso SO.
- 2007 – quota falda intorno ai 47,0 m s.l.m., corrispondente a circa 7,0 m di profondità dal p.c., con direzione di flusso da da NE verso SO.

Queste misure evidenziano che storicamente il livello idrico risulta essersi stabilizzato, negli ultimi anni a profondità variabili intorno ai circa 7-11 m di profondità dal piano di campagna.

Si ricorda infine che la profondità del livello idrico dipende anche dalla risalita per fenomeni di capillarità all'interno di eventuali livelli fini. L'altezza di tale risalita può risultare assai variabile, essendo strettamente dipendente dal periodo stagionale, dalla piovosità e dalla granulometria della colonna di terreno di copertura: in condizioni particolarmente favorevoli l'acqua di risalita capillare può arrivare sino ai livelli più superficiali di terreno.

4.3.3 – Situazione idrogeologica locale

I dati bibliografici acquisiti risultano grossomodo confermati dalla specifiche misurazioni effettuate all'interno del pozzo presente all'interno del *Centro Sportivo*: infatti il livello statico misurato è stato di **7,62 m** (misura del 07.07.2016), di **7,67 m** (misura del 21.07.2016) e di **7,84 m** (misura del 11.10.2016) di profondità dal piano di campagna. I sedimenti che caratterizzano la falda intercettata dal pozzo sono risultati caratterizzati da abbondante presenza di ghiaie e ciottoli (spessore circa 48,5 m, grossomodo tra i 5 e i 53,5 m di profondità) dotati generalmente di caratteristiche di elevata permeabilità, talvolta localmente ridotta da un maggiore contenuto della matrice limoso-argillosa.

Infine, come citato in precedenza, all'interno delle verticali delle indagini DPSH2 e DPSH5, erano stati installati n.2 piezometri spinti rispettivamente, fino alla profondità di -6,20 m e -5,20 m dal piano di campagna. Sulla base di quanto ricavato dai dati acquisiti, si è potuto ricavare che all'interno di tali piezometri non era stato rinvenuto alcun livello acquifero.

4.4 – ASPETTI IDRAULICI

Nella città di Firenze il reticolo idraulico ha assunto una complessa articolazione, cui è seguita solo recentemente l'applicazione di prescrizioni e vincoli a vari livelli: infatti lo stato attuale riflette solo parzialmente le condizioni naturali dei corsi d'acqua che solcano il territorio fiorentino.

In considerazione di ciò, la rete idraulica all'interno del centro abitato di Firenze è del tutto artificiale, compreso il corso dell'Arno: negli ultimi 30-40 anni le modifiche indotte dall'espansione urbana hanno spesso provocato uno stravolgimento della funzionalità idraulica, soprattutto della rete minore.

Nell'area in esame, a parte il corso dell'Arno che scorre incassato nei propri sedimenti, non si hanno tratti di corsi d'acqua a cielo aperto: essendo in un'area urbana, ci troviamo

all'interno di una porzione terminale di microbacino completamente coperta dalle urbanizzazioni, al cui interno la regimazione delle precipitazioni è di esclusiva pertinenza del sistema fognario urbano.

4.4.1 – Analisi del rischio idraulico dell'area

Gli studi idraulici eseguiti nel tempo sull'area fiorentina hanno messo in evidenza una trentina di eventi di varia gravità ed estensione occorsi nel periodo di tempo analizzato (circa 30 anni), che in maniera localizzata o estesa hanno causato danni talora ingenti per insufficiente scolo delle acque superficiali e/o crisi della rete fognaria.

Da tali considerazioni è possibile individuare nel territorio fiorentino di pianura ***una soglia di rischio quantificabile nelle precipitazioni concentrate di almeno 40-50 mm***. Tale fenomeno ha una ricorrenza statisticamente annuale, concentrandosi nei casi più gravi nei mesi autunnali, in corrispondenza dei quali può presentarsi anche più volte a distanza di pochi giorni: in corrispondenza di tali eventi è facile ipotizzare una piena dei vari corsi d'acqua.

In questa situazione dobbiamo ricordare che le acque di Mugnone e Greve sono pensili nei confronti della città a valle del Ponte alla Vittoria: pertanto si debbono attribuire condizioni di rischio potenziale legate allo stato di manutenzione ed all'efficienza delle opere, ai terreni altimetricamente soggiacenti.

Invece, per quanto riguarda il ristagno, la sua causa principale si deve attribuire alle caratteristiche topografiche per insufficiente pendenza di scolo, aggravata dagli ostacoli costituiti dalle arginature e dai rilevati stradali e/o ferroviari: una parte della responsabilità è imputabile anche alla vegetazione cresciuta in alveo nei corsi d'acqua minori che, in caso di eventi di piena, va a costituire grosse masse di trasporto solido che possono occludere le luci delle sezioni obbligate.

Mentre nei casi di esondazione il battente può raggiungere l'ordine di grandezza di 2 metri con tempo di permanenza di poche ore, gli allagamenti da ristagno hanno battenti massimi di 0,5 metri, ma con tempi di permanenza molto più prolungati.

Ad oggi, lo studio idraulico a cui fare riferimento è quello denominato ***“Rischio Idraulico sul territorio comunale di Firenze”***, redatto nel 2008 dall'Ing. Stefano Pagliara per conto del Comune di Firenze, tramite convenzione stipulata con l'Università degli Studi di Pisa. Dall'osservazione delle varie Tavole allegate (*Inviluppo delle altezze d'acqua di esondazione per Tr di 20, 30, 100, 200 e 500 anni*), si ricava che la zona oggetto di studio risulta come *“area esterna allo studio di dettaglio e di sintesi P.A.I.”*.

L'area interessata dalla Variante al Regolamento Urbanistico in esame risulta essere posta in una zona contraddistinta da sicurezza idraulica non essendo mai stata interessata da fenomeni di esondazione e ristagno e non essendo interessata da battenti di esondazione (per Tr di 20, 30, 100, 200 e 500 anni) derivanti dagli studi idraulici effettuati dagli Enti preposti (Comune di Firenze ed Autorità di Bacino del Fiume Arno).

4.5 – ASPETTI SISMICI

4.5.1 – Generalità

Il territorio italiano si estende su più placche tettoniche, il cui movimento reciproco genera periodicamente dei terremoti: per tale motivo il nostro Paese è ad alto rischio sismico. L'analisi integrata di una quantità enorme di informazioni sulla distribuzione spazio-temporale delle deformazioni nell'area mediterranea suggerisce che attorno al Pleistocene medio si sono create le condizioni geodinamiche che hanno determinato l'accelerazione della placca adriatica approssimativamente verso N-NNO.

Questa cinematica, ancora in atto, ha avuto notevoli conseguenze per la regione italiana, perchè Adria ha trascinato nel suo spostamento la parte orogenica più mobile e la parte interna della stessa catena, meno mobile, ha provocato deformazioni estensionali e transtensionali sinistre nella parte assiale dell'Appennino, con la formazione di faglie normali e fosse, che sono associate con la parte più intensa.

4.5.2 – Sintesi del quadro tettonico

La storia sismica conosciuta di una zona permette di identificare solo una piccola parte delle faglie che si sono sviluppate durante la sua storia evolutiva, in tempi geologici: quindi, questa informazione parziale può essere largamente insufficiente per valutare in modo realistico la potenzialità sismogenetica della zona in oggetto.

Per cercare di mitigare gli effetti di questa difficoltà nella stima della pericolosità sismica in Toscana, è necessario sfruttare nel modo più efficace tutte le informazioni attualmente disponibili, al fine di riconoscere la reale potenzialità delle strutture sismogeniche nella regione in oggetto. In particolare, è necessario effettuare un'attenta valutazione del quadro tettonico attuale. Considerando i blocchi crostali attualmente implicati nel quadro tettonico, la loro presunta cinematica e la distribuzione dei terremoti principali, è possibile riconoscere cinque principali zone sismiche della Toscana: (Lunigiana-Garfagnana, Mugello, Appennino Forlivese, Alta Valtiberina e Chianti-Montagnola Senese). Si nota inoltre una buona correlazione generale tra l'ubicazione delle strutture attive e gli epicentri dei principali terremoti, ed in particolare in Mugello dove vi è la maggior concentrazione di terremoti di forte intensità in accordo con la maggior concentrazione di faglie attive. D'altro canto, alcune zone quali il Valdarno superiore presentano numerose faglie attive, ma non rappresentano record storici per quanto riguardano forti terremoti.

E' tuttavia necessario tenere sempre presente che gli eventi sismici sono sempre correlati all'attività tettonica e neotettonica delle faglie, più o meno profonde: conoscendo l'ubicazione delle faglie principali e del loro grado di attività, è possibile ipotizzare le aree che potrebbero essere interessate da una certa attività sismica.

A livello provinciale, sulla base dei dati ottenuti dal Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani - che include i principali terremoti italiani dal 416 a.C. al 1997 - 46 eventi di intensità compresa tra 4 e 9 della scala Mercalli-Cancani-Sieberg (M.C.S.) hanno un epicentro ubicato all'interno della Provincia di Firenze. Di questi, molti sono i terremoti nell'area del Mugello, un'abbondante densità di terremoti strumentali viene registrata nel Comune di Firenzuola e nei Comuni adiacenti, mentre una fascia di media intensità si localizza tra i Comuni di Montespertoli, San Casciano e Certaldo (zona sismica Chianti-Montagnola Senese).

In sintesi i comuni più sismici sono quelli a NE della Provincia in cui l'accelerazione massima prevista per un tempo di ritorno di 475 anni è di 0,25g mentre per i comuni nella parte sud occidentale l'accelerazione prevista è 0,12g. In termini di Intensità macrosismica ***per un periodo di ritorno di 475 anni, si attendono eventi di intensità VIII MCS nella parte nord-orientale e fino a intensità VI MCS nella parte centrale e meridionale della Provincia di Firenze.***

4.5.3 – Rischio sismico nell'area fiorentina

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

La seconda, con magnitudo storiche stimate più basse, si situa invece a sud della città, relativamente più vicina al nucleo urbano rispetto alla precedente (circa 15 km di distanza dal centro). Proprio questa costituisce l'area sismogenetica responsabile dei maggiori effetti macrosismici risentiti a Firenze e zone limitrofe. In particolare il terremoto del 18 maggio 1895 (e replica del 6 giugno) rappresenta l'evento più importante finora documentato per la città di Firenze, ed ha avuto un'intensità stimata e corretta del VII grado della Scala MERCALLI-CANCANI-SEBEL: per questo motivo tale evento può essere considerato il terremoto di progetto per l'area fiorentina, di riferimento per le valutazioni qualitative e quantitative dell'impatto sismico sul territorio del Comune. Dall'analisi dei terremoti registrati a Firenze e dintorni, a partire da quelli storici (207 a.C.) fino a quelli attuali in un intorno di 30 Km di raggio, si nota che:

- Il maggiore evento è stato registrato nel 1919, con epicentro a Vicchio e magnitudo $M = 6,18$.
- I terremoti attuali (dal 2009 in poi) sono stati tutti caratterizzati da magnitudo molto inferiori rispetto a quelle dei terremoti storici, generalmente sempre inferiori a $M = 4,30$.

4.5.4 – Classificazione sismica

La riduzione di rischio sismico è da sempre stato l'obiettivo della normativa sismica che si è sviluppata nel tempo. A partire dalla L. n°64 del 023.02.1974 in poi il territorio italiano è stato suddiviso in varie zone a diversa pericolosità sismica, per ciascuna delle quali venivano prescritte determinate opere di prevenzione e indirizzi alla progettazione in funzione dei valori di riferimento dei parametri sismici.

La macrozonazione sismica del territorio italiano è stata aggiornata e revisionata nell'ambito del **Ord. P.C.M. n°3274 del 20.03.2003** (*“Criteri generali per la riclassificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”*). Tale norma proponeva l'adozione di un sistema normativo coerente con il codice europeo in materia antisismica (EC8), tentando così di abbandonare il carattere convenzionale e prescrittivo e favorendo un'impostazione prestazionale, con un'esplicita dichiarazione degli obiettivi della progettazione ed una giustificazione delle metodologie utilizzate (procedure di analisi strutturale e dimensionamento degli elementi). A livello di mappatura macrosismica, l'intero territorio nazionale viene considerato sismico e suddiviso in 4 zone (vedi tabella sottostante) sulla base di un differente valore dell'*accelerazione di picco ag* su terreno a comportamento litoide (espressa come frazione dell'accelerazione di gravità), derivante da studi macrosismici e sismotettonici a carattere nazionale.

ZONA	ACCELERAZIONE CON PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO PARI AL 10% IN 50 ANNI (a_g/g)	ACCELERAZIONE DI ANCORAGGIO DELLO SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO (a_g/g)
1	>0.25	0.35
2	0.15-0.25	0.25
3	0.05-0.15	0.15
4	<0.05	0.05

Come si vede dalla tabella, la nuova classificazione distingue 4 zone: le prime tre corrispondono alle zone definite dalla vecchia **L. n°64/1974**; la quarta è invece di nuova introduzione ed in essa è data facoltà alle regioni di imporre l'obbligo della progettazione antisismica. A tal proposito, con **Del. n° 169 del 8.10.2003** il Consiglio Regionale ha deliberato che ***anche per i Comuni classificati in Zona 4 si dovesse adottare la progettazione antisismica.***

In particolare si prevede per la Toscana l'inserimento di 4 comuni della provincia di Arezzo in zona 2, l'inserimento di 77 comuni in zona 3 e 24 comuni in zona 4 tra quelli che non erano classificati sismici con D.M. del 1982: sono invece confermati in zona 2 tutti i comuni già classificati sismici in II^ categoria, che ad oggi salgono quindi a 186 comuni. La riclassificazione sismica della Toscana, ai sensi dell'O.P.C.M. n.3274/2003 che accoglie la

proposta 1998 del Gruppo di Lavoro (costituito da G.N.D.T, I.N.G.V. e S.S.N.) istituito dal Dipartimento della Protezione Civile, confermandone alcuni ed inserendone altri precedentemente declassati.

A livello nazionale, i successivi sviluppi normativi in materia pervennero alla suddivisione delle zone 1, 2 e 3, in sottozone caratterizzate da valori di a_g intermedi rispetto ai valori di soglia: la zona 4, visti i bassi valori di accelerazione, non viene suddivisa. Pertanto, suddividendo ciascuna delle suddette zone in intervalli caratterizzati da differenze di accelerazione pari a 0.025g, si ricavano 12 sottozone (dalla 1.4 ovvero massima sottozona della zona 1 alla 3.1 corrispondente alla sottozona meno pericolosa della zona 3); tutto ciò è stato riportato nella tabella di sottostante.

ZONA	SOTTO-ZONA	ACCELERAZIONE CON PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO PARI AL 10% IN 50 ANNI (a_g)	ACCELERAZIONE ORIZZONTALE MASSIMA CONVENZIONALE DI ANCORAGGIO DELLO SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO (a_g)
1	1.4	$0.325 < a_g \leq 0.350$	0.35g
	1.3	$0.300 < a_g \leq 0.325$	
	1.2	$0.275 < a_g \leq 0.300$	
	1.1	$0.250 < a_g \leq 0.275$	
2	2.4	$0.225 < a_g \leq 0.250$	0.25g
	2.3	$0.200 < a_g \leq 0.225$	
	2.2	$0.175 < a_g \leq 0.200$	
	2.1	$0.150 < a_g \leq 0.175$	
3	3.4	$0.125 < a_g \leq 0.150$	0.15g
	3.3	$0.100 < a_g \leq 0.125$	
	3.2	$0.075 < a_g \leq 0.100$	
	3.1	$0.050 < a_g \leq 0.075$	
4	4	≤ 0.05	0.05g

La **D.G.R. n°431 del 19.06.2006** ha proposto una riclassificazione sismica del territorio regionale, istituendo una nuova **zona 3S**, nella quale non viene diminuito il livello di protezione precedente e le costruzioni devono essere progettate e realizzate con le azioni sismiche della zona 2. Dando la possibilità quindi di esprimere una classificazione più attinente alla situazione del rischio sismico regionale, è stato possibile elaborare molteplici scenari di riclassificazione passando da quelli più stringenti sui dati di base a quelli maggiormente cautelativi.

Successivamente la Regione Toscana ha aggiornato tale classificazione tramite il **Del. GRT n° 878 del 8/10/2012** (pubblicata su BURT Parte Seconda n. 43 del 24.10.2012 Supplemento n. 136): tale normativa, ai sensi dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 3519/2006, recepisce le novità introdotte dall'entrata in vigore delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC2008) e di rende la classificazione sismica maggiormente

aderente all'approccio "sito-dipendente" introdotto da tali Norme: a seguito di tale riclassificazione il comune di Firenze risulta incluso nella *Zona Sismica 3*:

<i>Decreti fino al 1984</i>	<i>Grado di sismicità</i>	9
<i>Classificazione 2003</i>	<i>Zona sismica</i>	Zona 2 0,25
<i>Proposta Toscana 2006</i>	<i>Sottozona</i>	3.4
	<i>Accelerazione media (g)</i>	0,125g 0,150g
<i>Classificazione ai sensi del DGRT 878/2012</i>	<i>Zona Sismica</i>	Zona 3

Si ricorda che il *Dipartimento della Protezione Civile*, con **ordinanza n°2788 del 12.06.98**, ha individuato le zone a più elevato rischio sismico del territorio nazionale. In essa si fornisce, per ogni comune, la *massima intensità sismica registrata* misurata con la Scala MERCALLI-SIEBERG, e l'*indice di rischio i* (definito come il *rapporto tra la percentuale di popolazione coinvolta in crolli e la percentuale di patrimonio danneggiato*).

I comuni ad elevato rischio sismico sono stati identificati come quelli che hanno l'*indice di rischio* superiore al valore medio nazionale ($i = 0,0455$), calcolato pesando ciascun comune con la sua popolazione.

Sulla base di quanto sopra esposto il territorio comunale di Firenze è stato quindi classificato a *non elevato rischio sismico*, essendo caratterizzato dai seguenti parametri:

<i>indice di rischio</i>	<i>i = 0,0224</i>
<i>massima intensità registrata</i>	<i>VIII° MCS</i>

4.5.5 – Pericolosità sismica

La pericolosità sismica consiste nella probabilità che – in un certo periodo di tempo – vi possa verificare un evento sismico di entità pari almeno ad un valore prefissato: tale periodo di tempo viene definito come "periodo di riferimento V_R " e la probabilità denominata "Probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} ". Tale stima viene effettuata considerando che lo scuotimento limite venga superato nel 10% dei casi in 50 anni. In buona sostanza, si tratta di individuare quel terremoto che mediamente si verifica ogni 475 anni. La pericolosità sismica viene definita convenzionalmente riferendosi a un suolo rigido con superficie topografica orizzontale in condizioni di campo libero: le caratteristiche del moto sismico atteso per una fissata P_{VR} si ritengono individuate una volta note l'accelerazione

massima ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione. La definizione della pericolosità di un sito viene separata in due fasi distinte:

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

4.5.6 – Pericolosità sismica di base

Studi di pericolosità sismica di base sono stati condotti a livello nazionale dall'I.N.G.V, in particolare dal Gruppo di Lavoro per la redazione della Mappa di Pericolosità Sismica in ottemperanza ai disposti dell'OPCM N°3274 del 20.03.2003. In particolare, è stata sviluppata una nuova zonazione sismogenetica – denominata ZS9 – a partire da un sostanziale ripensamento della precedente zonazione ZS4 alla luce delle evidenze di tettonica attiva e delle valutazioni sul potenziale sismogenetico acquisite negli ultimi anni. Il risultato è stato una cartografia tematica che costituisce il risultato visibile di una *mappa interattiva di pericolosità sismica*, che consente di visualizzare mappe del territorio nazionale in cui la pericolosità sismica è espressa su una griglia regolare con passo di 0.05°.

Da tali elaborazioni discende la suddivisione del territorio nazionale in zone sismogenetiche, omogenee al loro interno dal punto di vista del comportamento geodinamico e del meccanismo di rottura. Tale cartografia fornisce una stima della "profondità efficace", cioè l'intervallo di profondità nel quale viene rilasciato il maggior numero di terremoti; nonché un meccanismo di fagliazione prevalente utilizzabile in combinazione con le relazioni di attenuazione modulate sulla base dei coefficienti proposti da BOMMER et alii (2003).

Ogni zona sismogenetica è caratterizzata da una propria M_w – *Magnitudo Momento* – grandezza assoluta che esprime la quantità effettivamente liberata dal terremoto in profondità.

Nel nostro caso – in particolare – ci troviamo all'interno della *zona sismogenetica n.916 (Versilia - Chianti)*, caratterizzata dalla seguente M_w :

$$M_w_{\text{zona 916}} = 6,14$$

La reale pericolosità di sito può essere desunta analizzando la posizione effettiva rispetto ai nodi della griglia INGV.

In considerazione della posizione relativa del sito di interesse nella griglia, di seguito riportata, è possibile risalire alla magnitudo media attesa:

$$M = 4,910$$

I dati di disaggregazione (variabilità in termini di magnitudine e distanza) dello specifico caso sono stati allegati in Appendice IV.

4.5.7 - Risposta sismica locale

In genere le condizioni del sito in esame non corrispondono mai a quelle del sito di riferimento rigido: è pertanto necessario tenere conto delle condizioni stratigrafiche del volume di terreno interessato dall'opera ed anche delle condizioni topografiche, poiché entrambi questi fattori concorrono a modificare l'azione sismica in superficie.

Tali modifiche, in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, sono il risultato della risposta sismica locale. Si denomina ***“risposta sismica locale”*** l'azione sismica quale emerge in superficie a seguito delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza subite trasmettendosi dal substrato rigido. Gli effetti della risposta sismica locale possono essere valutati con metodi semplificati, grazie ai quali è possibile valutare gli effetti stratigrafici e topografici, così definiti:

- *effetti stratigrafici*, legati alla successione stratigrafica, alle proprietà meccaniche dei terreni, alla geometria del contatto tra il substrato rigido e i terreni sovrastanti ed alla geometria dei contatti tra gli strati di terreno;
- *effetti topografici*, legati alla configurazione topografica del piano campagna. La modifica delle caratteristiche del moto sismico per effetto della geometria superficiale del terreno va attribuita alla focalizzazione delle onde sismiche in prossimità della cresta dei rilievi a seguito dei fenomeni di riflessione delle onde sismiche ed all'interazione tra il campo d'onda incidente e quello diffratto.

1) Categoria di sottosuolo (effetto stratigrafico) - Ai sensi del punto 3.2.2. delle “Norme Tecniche per le Costruzioni”, per la definizione sismica di progetto è necessario classificare il substrato di fondazione (inteso come il *terreno compreso tra il piano di posa delle fondazioni ed un substrato rigido di riferimento*) entro alcune categorie di profilo stratigrafico-tipo definite dalla norma. A tal proposito si riporta quanto specificato: “l’Ordinanza D.P.C.M. n°3274/03 istituisce diverse categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione ai fini della definizione dell’azione sismica di progetto. Tali categorie vengono definite in base al calcolo del parametro VS_{30} che è dato da: $VS_{30} = 30 / \sum_{i=1,N} (h_i/V_i)$ dove h_i e V_i indicano lo spessore (in metri) e la velocità delle onde di taglio SH (in m/sec.) dello strato i -esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m superiori.

In considerazione della quota di imposta delle fondazioni, ed alla luce di quanto emerso

dalla specifica indagine geofisica, eseguita mediante la metodologia MASW (vedi la specifica Relazione allegata in Appendice III), il substrato di fondazione rientra all'interno della seguente classe denominata:

B - “Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/sec e 800 m/sec (ovvero $N_{spt30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina)”.

2) Condizioni topografiche (effetto topografico) - Per configurazioni topografiche superficiali semplici, le Norme 2008 propongono una classificazione semplificata riportata in Tab.3.2.IV (*categorie topografiche*): alla luce di questa tabella, in considerazione della pendenza media del versante, l'area in esame rientra nella **categoria T1** (*Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$*) per cui si ha:

$$S_T = 1,0$$

5 – VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITA’ DELL’AREA OGGETTO DI PIANO ATTUATIVO

A seguito dell'acquisizione della cartografia dello Strumento Urbanistico vigente e sulla base degli ulteriori studi specifici acquisiti, si possono trarre le seguenti conclusioni (ai sensi del DPGR 53/R del 25.10.2011) sulla pericolosità dell'area oggetto della *Variante al Regolamento Urbanistico*.

Per meglio evidenziare le criticità caratterizzanti l'area in oggetto, viene prodotta una cartografia di dettaglio dove è stato attribuito il grado di pericolosità ai singoli fattori di rischio. Tale elaborazione ricalca nel maggior dettaglio quella riportata nelle cartografie di Piano Strutturale.

Dalla consultazione della cartografia inerente l'area in esame, integrata dalle indagini acquisite e dai sopralluoghi svolti in sito, sono state redatte le seguenti cartografie della pericolosità dell'area compresa dal Piano Attuativo:

Pericolosità geomorfologica Media (G.2) - (vedi Fig. 18, in scala 1:1.000, allegata in Appendice I) - In considerazione delle caratteristiche rilevate e dei dati acquisiti dagli studi effettuati, l'intero comparto ricade in un'area di pianura in cui sono presenti litologie afferibili a depositi alluvionali coperti da uno spessore variabile di riporto antropico, che nella porzione meridionale del comparto potrebbe raggiungere anche i 2,0 metri di spessore e che quindi può influire con il dimensionamento dei muri da realizzare (*classe G.2*).

Pericolosità idraulica Media (I.2) - (vedi Fig. 19, in scala 1:1.000, allegata in Appendice I) - Anche in questo caso, per la *Variante al regolamento Urbanistico* in esame, si conferma la **Classe I.2 – pericolosità idraulica media**, comprendente “aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $200 < TR < 500$ anni. Fuori dalle UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici e idraulici, rientrano in classe di pericolosità elevata le aree di fondovalle per le quali ricorra almeno una delle seguenti condizioni:

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

Pericolosità sismica locale elevata (S.3) - (vedi Fig. 20, in scala 1:1.000, allegata in Appendice I) – Il comparto in esame ricade all'interno di un'area con terreni di fondazione potenzialmente scadenti, specialmente nei livelli più superficiali (presenza di riporto) che

possono dar luogo a cedimenti diffusi, nonché terreni soggetti ad amplificazione diffusa del moto del suolo dovuta a differenza di risposta sismica tra substrato e copertura, a causa di fenomeni di amplificazione stratigrafica. Tale zonazione deriva essenzialmente da considerazioni di natura litologica e geomorfologica (*classe S.3*).

6 – FATTIBILITA' DEGLI INTERVENTI PROPOSTI

L'attribuzione delle varie classi di fattibilità si ottiene dalla sovrapposizione delle carte delle pericolosità (geologica, idraulica e sismica) con quella degli interventi oggetto di previsione della *Variante al Regolamento Urbanistico*, secondo quanto specificato dal “*Regolamento di attuazione dell’art.62 della L.R. 1/2005 in materia di indagini geologiche*”.

Le *Norme Tecniche di Attuazione N.T.C. (Volume 1* approvato con Del. C.C. 2015/C/00025 del 02.04.2015), allegate al *Regolamento Urbanistico* del Comune di Firenze, disciplinano gli spazi e i servizi pubblici e privati di uso pubblico (Parte 2).

Il dettaglio dell'area interessata dalla *Variante al regolamento Urbanistico* è visibile in Fig. 21 (in scala 1:1.000, allegata in Appendice I): in particolare si andrà a trasformare una fascia, di circa 1370 mq, attualmente adibita a **verde pubblico/parchi** (Art. 29 delle NTC) in **aree per impianti sportivi** (Art. 32 delle NTC).

Come accennato precedentemente - così come previsto dalla ***D.P.G.R. n°53/R del 25.10.2011*** - il presente Piano Attuativo avrà come obiettivo l'*ampliamento dei Campi da Calcio* per conto della *Società ACF FIORENTINA s.p.a.*. Sovrapponendo le suddivisioni delle carte della pericolosità con le previsioni del presente Piano, è possibile dare un giudizio sulla fattibilità dell'intervento previsto, secondo quanto specificato dal già citato “*Regolamento di attuazione dell’art.62 della L.R. 1/2005 in materia di indagini geologiche*”.

In considerazione delle previsioni della *Variante al regolamento Urbanistico*, viene attribuita all'intero comparto una fattibilità di **Classe F3: fattibilità condizionata** (vedi Fig. 22, in scala 1:1.000, allegata in Appendice I), che è relativa ad aree ed interventi per le quali è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei singoli progetti edilizi. Pertanto, per tale classe vengono individuati i seguenti criteri generali di fattibilità.

6.1 – Fattibilità in relazione agli aspetti geomorfologici

In fase di predisposizione del progetto edilizio, le condizioni di attuazione sono indicate al fine di non modificare negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici presenti nell'area (muri a retta): sarà pertanto necessario ottemperare ai disposti di cui all'art.74 comma 4 delle N.T.A. del RUC vigente.

In particolare, sarà necessario valutare le indagini già realizzate nell'area ed eventualmente integrarle con nuove indagini da realizzarsi in corrispondenza dei nuovi muri previsti ai margini del rilevato antropico esistente e da realizzare. Tutto ciò al fine di ricostruire il modello geologico-geotecnico di dettaglio che comprenda per intero il volume di terreno che sarà coinvolto dalle operazioni previste nel progetto esecutivo.

In tal modo sarà possibile eseguire un corretto studio geologico-geotecnico dell'interazione tra terreno e struttura di fondazione, ai sensi delle normative attualmente vigenti in materia (D.M. 14.01.2008 e D.P.G.R n°36/R del 09.07.2009).

6.2 - Fattibilità in relazione agli aspetti idraulici

Gli interventi previsti risultano già in sicurezza idraulica rispetto anche ad eventi con tempo di ritorno $T_r = 500$ anni, anche in considerazione del fatto che l'area non è stata mai interessata da da eventi di esondazione o ristagno. ***Le opere in progetto possono quindi essere considerate fattibili, da un punto di vista idraulico, senza particolari condizionamenti.*** In particolare sono realizzabili a condizione di ottemperare a quanto prescritto al precedente paragrafo 4.7.3 e nel rispetto dell'art.75 comma 3 delle NTA del RUC vigente.

6.3 – Fattibilità in relazione agli aspetti sismici

Essendo l'area in esame caratterizzata da *pericolosità sismica locale elevata (S3)*, in sede di predisposizione del singolo progetto edilizio potrà essere utilizzata l'indagine geofisica già realizzata all'interno del Centro Sportivo in modo da definire gli spessori, le geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica dei terreni tra alluvioni e l'eventuale bedrock sismico. Si dovrà inoltre tenere conto di quanto disposto dall'art.76 comma 1 (Norme Comuni) delle NTA del RUC vigente:

In relazione alle conoscenze sulle caratteristiche sismiche del sottosuolo del territorio comunale, oltre a fare obbligatoriamente riferimento alle relative cartografie di cui al PS ed al RU, ed alle relative normative di carattere nazionale e regionale, le condizioni di amplificazione sismica locale per effetti stratigrafici a cui fare riferimento, sono dettate nella Carta del fattore di amplificazione sismica locale. In particolare si prescrive che, relativamente alla scelta del coefficiente di amplificazione stratigrafica (S_s) da utilizzare per la ricostruzione degli spettri di risposta elastici e di progetto (di cui al par. 3.2.3.2.1 e 7.11.3.2 delle NTC2008 - Norme tecniche per le costruzioni - D.M. 14 Gennaio 2008 e s.m.i.) si deve fare riferimento al più cautelativo tra il valore del fattore di amplificazione sismica di cui alla suddetta cartografia (prendendone come riferimento il valore più alto in cui ricade l'area di intervento o porzione di essa) e il valore di S_s derivante da indagini sismiche specifiche (da realizzarsi sulla base delle normative nazionali o regionali) condotte sull'area di intervento e volte alla definizione della categoria sismica di sottosuolo. Nel caso in cui il progettista decida di derogare da tale prescrizione deve effettuare analisi di risposta sismica locale, le quali dovranno essere realizzate, oltreché sulla base di quanto ritenuto necessario

al fine dell'ottimale modellazione sismica del sottosuolo, effettuando prove sismiche passive e per lo meno un sondaggio a carotaggio continuo con prova down-hole. Il sondaggio deve essere di profondità non inferiore a 30 m, e comunque spinto fino al raggiungimento del substrato sismico se presente entro i 60 m.

Per costruzioni o interventi di modesta rilevanza, così come definiti da normative nazionali o regionali (classe di indagine 1 di cui al DPGR 36/R/2009 e s.m.i.) è altresì consentito di fare riferimento esclusivamente al fattore di amplificazione sismica di cui alla Carta del fattore di amplificazione sismico locale.

Si dovrà in ogni caso ottemperare a quanto disposto dall'art.76 comma 3 delle NTA del RUC vigente.

6.4 - Conclusioni

In considerazione di quanto esposto nei precedenti paragrafi e della valutazione del grado di fattibilità delle singole previsioni contenute nel progetto presentato, ***gli interventi previsti dalla presente Variante al Regolamento Urbanistico sono realizzabili a condizione di ottemperare le prescrizioni tecniche riportate nei precedenti paragrafi 6.1, 6.2 e 6.3.***

Firenze, 09 Marzo 2017



Dott. Geol. ALBERTO SCOTTI
Iscr. Albo Geologi Toscana N° 479

APPENDICE I

**CARTOGRAFIA
ALLEGATA**



Fig. 1 - Inquadramento cartografia IGM: estratto Sezione 275 I (scala 1:25000)

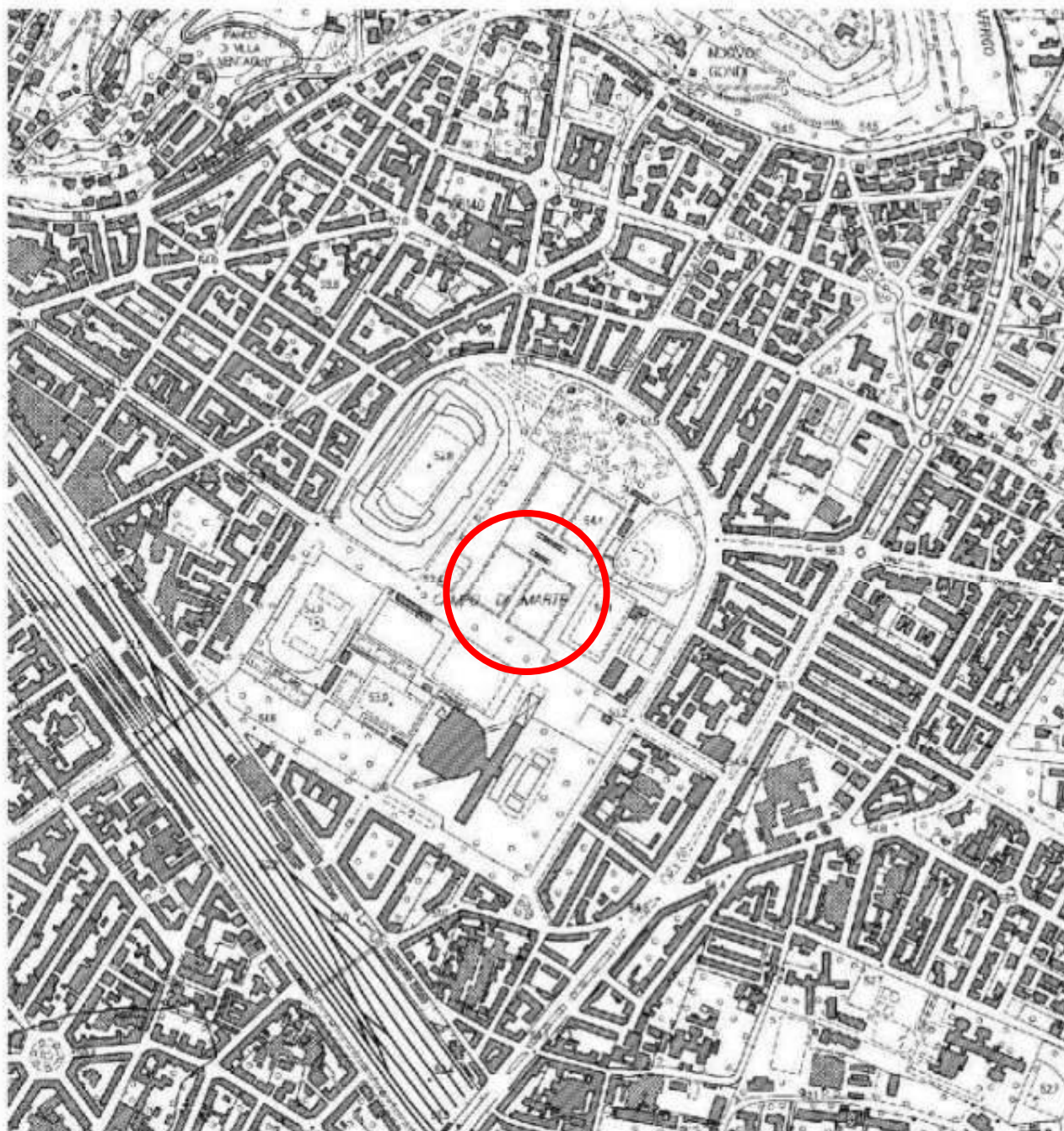


Fig. 2 - Inquadramento cartografia CTR: estratto Sezione 275040 (scala 1:10000)

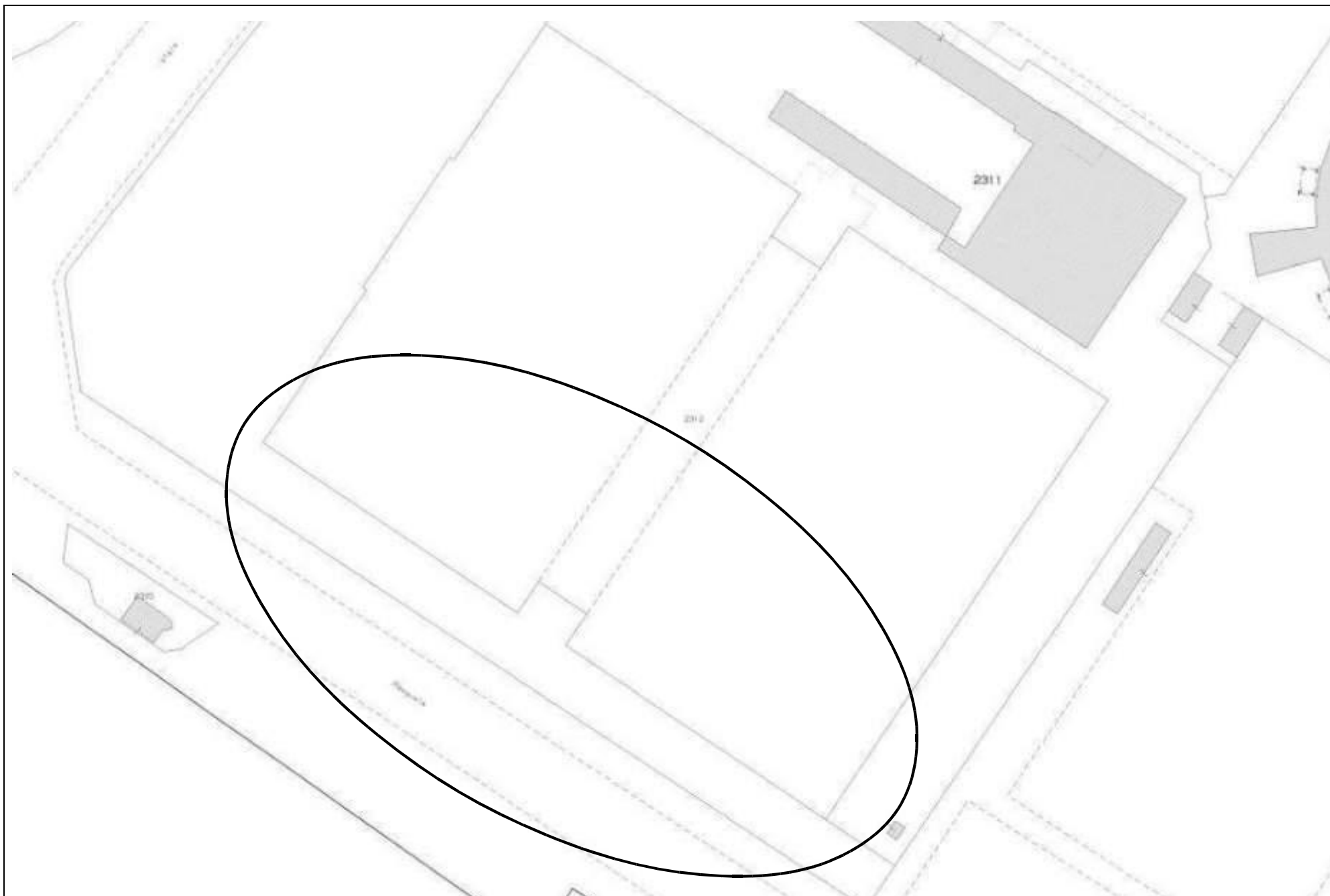


Fig. 3 - Mappa catastale del Comune di Firenze: estratto Fg 83 All.C (1:1000)



Autorità di Bacino Fiume Arno

Piano di bacino del fiume Arno
(legge 18 maggio 1989, n. 183)

Stralcio: "Rischio Idraulico"

Carta guida delle aree allagate redatta sulla base degli eventi alluvionali significativi (1966 - 1999)



Aree interessate da inondazioni ricorrenti.

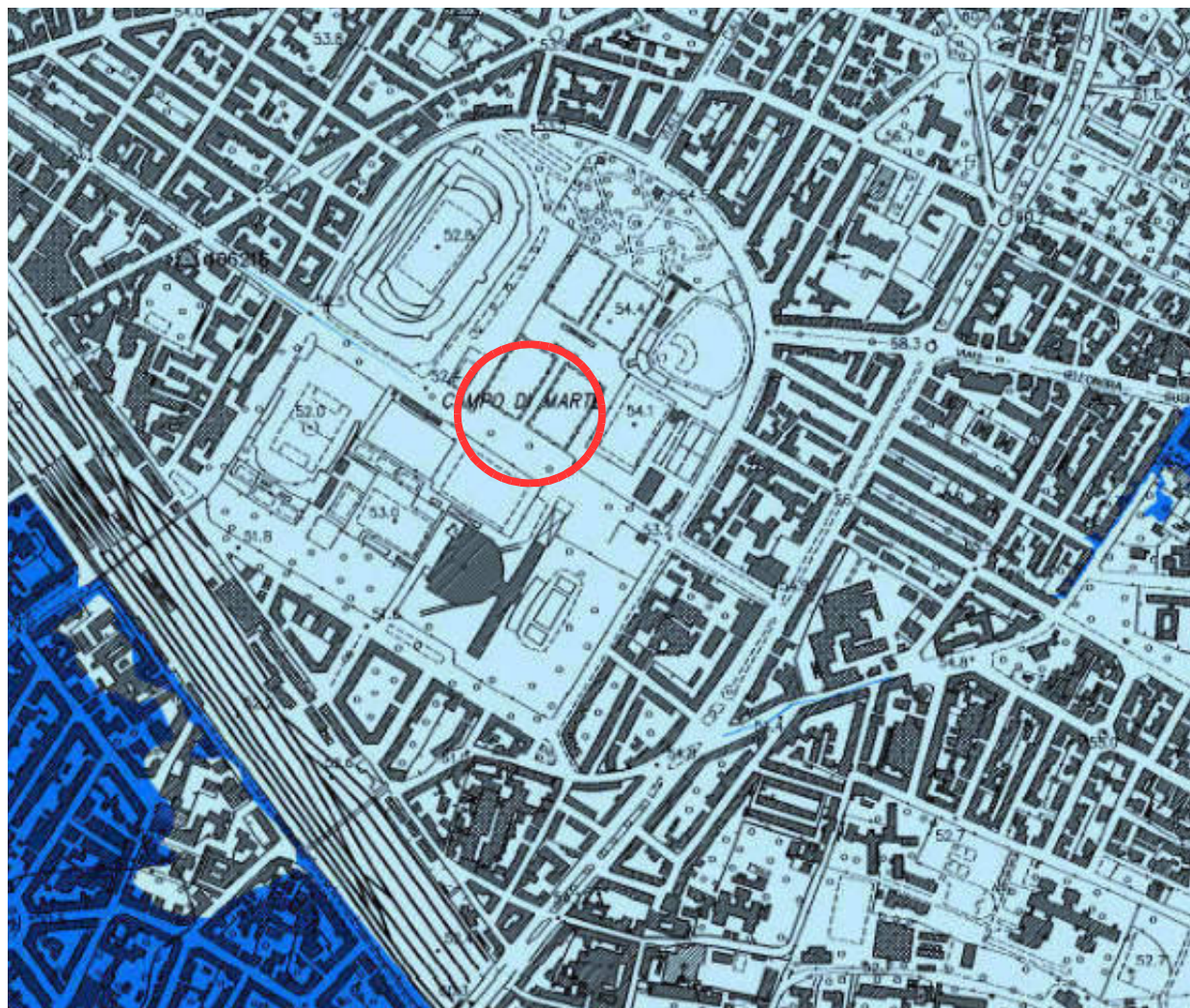


Aree interessate da inondazioni eccezionali.



Aree interessate da inondazioni durante gli eventi
alluvionali degli anni 1991 - 1992 - 1993.

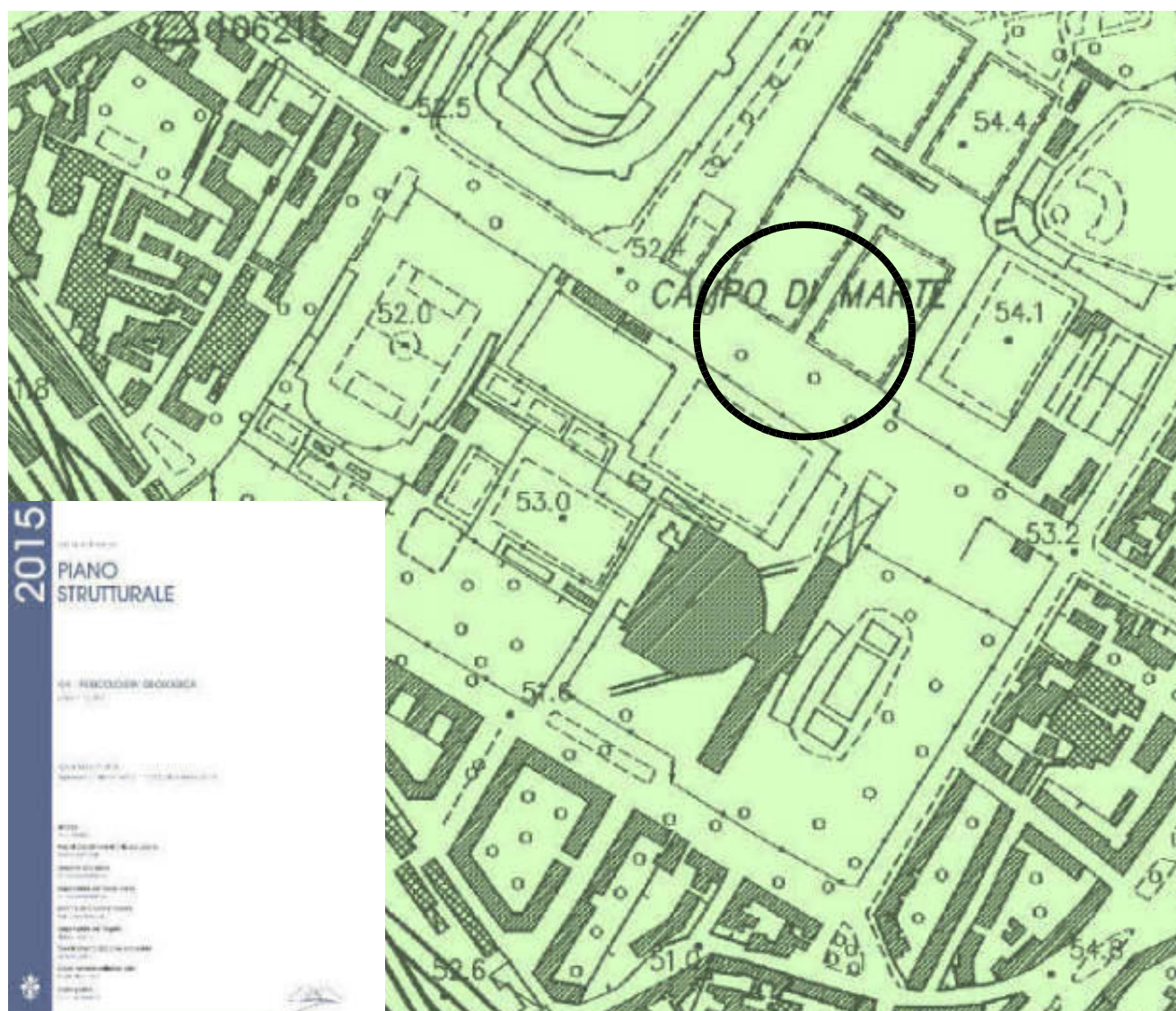
Fig 4 - Autorità di Bacino F. Arno "Rischio Idraulico" Carta guida delle aree allagate:
estratto Stralcio 53 (scala 1:25000).



pericolosità_alluvioni_fluviali

- P1 - pericolosità bassa
- P2 - pericolosità media
- P3 - pericolosità elevata

**Fig. 5 - Cartografie Autorità del Bacino del Fiume Arno:
Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni –PGRA- Stralcio 267 (scala 1:5000)**



G4 - MOLTO ELEVATA

aree che presentano fenomeni di dissesto in atto quali frane attive, aree in sofflusso, cave non in sicurezza e scarpate, argini e sponde in erosione;

G3 - ELEVATA

aree che risultano in una condizione al limite dell'equilibrio, ossia non si hanno indizi e dati di attività o di dissesti statici e strutturali in atto, includendo fra queste le frane quiescenti, le aree potenzialmente instabili, rilevati, accumuli detritici, aree in erosione generalizzata, cave, invasi idrici e piazzali di cava;

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 e/o morfometriche atte a condizionare la stabilità dei pendii; aree collinari con sub-strato roccioso affiorante;

G1 - BASSA

aree di pianura in cui sono presenti coltri alluvionali, per lo più di conoidi, con grado di addensamento medio-alto e dalle buone a ottime caratteristiche geotecniche ($N_{sp} > 30$).

Fig. 6 - Piano Strutturale del Comune di Firenze:
estratto Carta della Pericolosità Geologica (scala 1:5000).
 (Deliberazione C.C. n.2015/C/00054 del 05.10.2015)



**Fig. 7 - Piano Strutturale del Comune di Firenze:
estratto Carta della Pericolosità Idraulica (scala 1:5000).
(Deliberazione C.C. n.2015/C/00054 del 05.10.2015)**



Fig. 8 - Piano Strutturale del Comune di Firenze:
estratto Carta delle Aree Allagabili co Tr=30 anni (scala 1:10000).
 (Deliberazione C.C. n.2015/C/00025 del 02.04.2015)

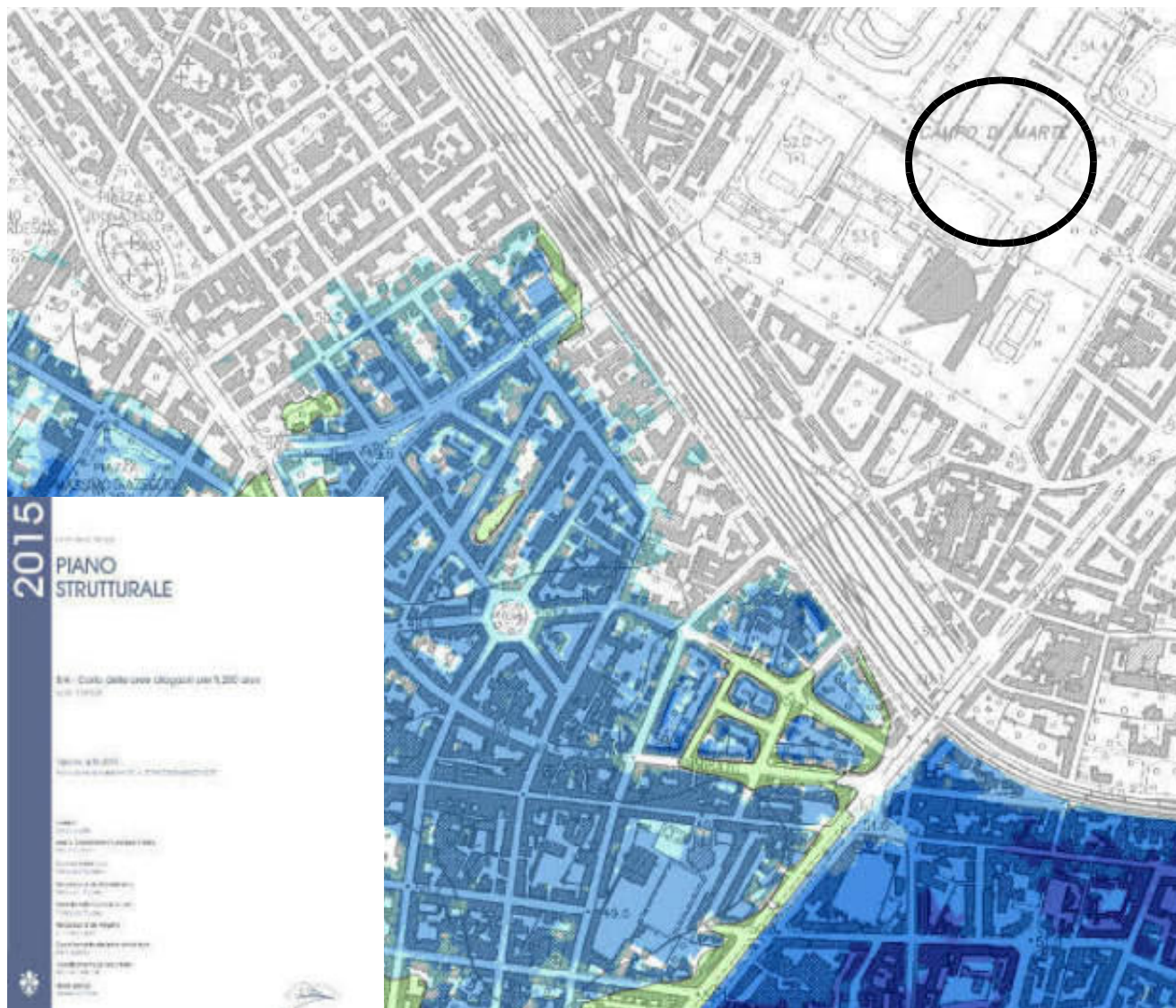


Fig. 9 - Piano Strutturale del Comune di Firenze:
estratto Carta delle Aree Allagabili co Tr=200 anni (scala 1:10000).
 (Deliberazione C.C. n.2015/C/00025 del 02.04.2015)

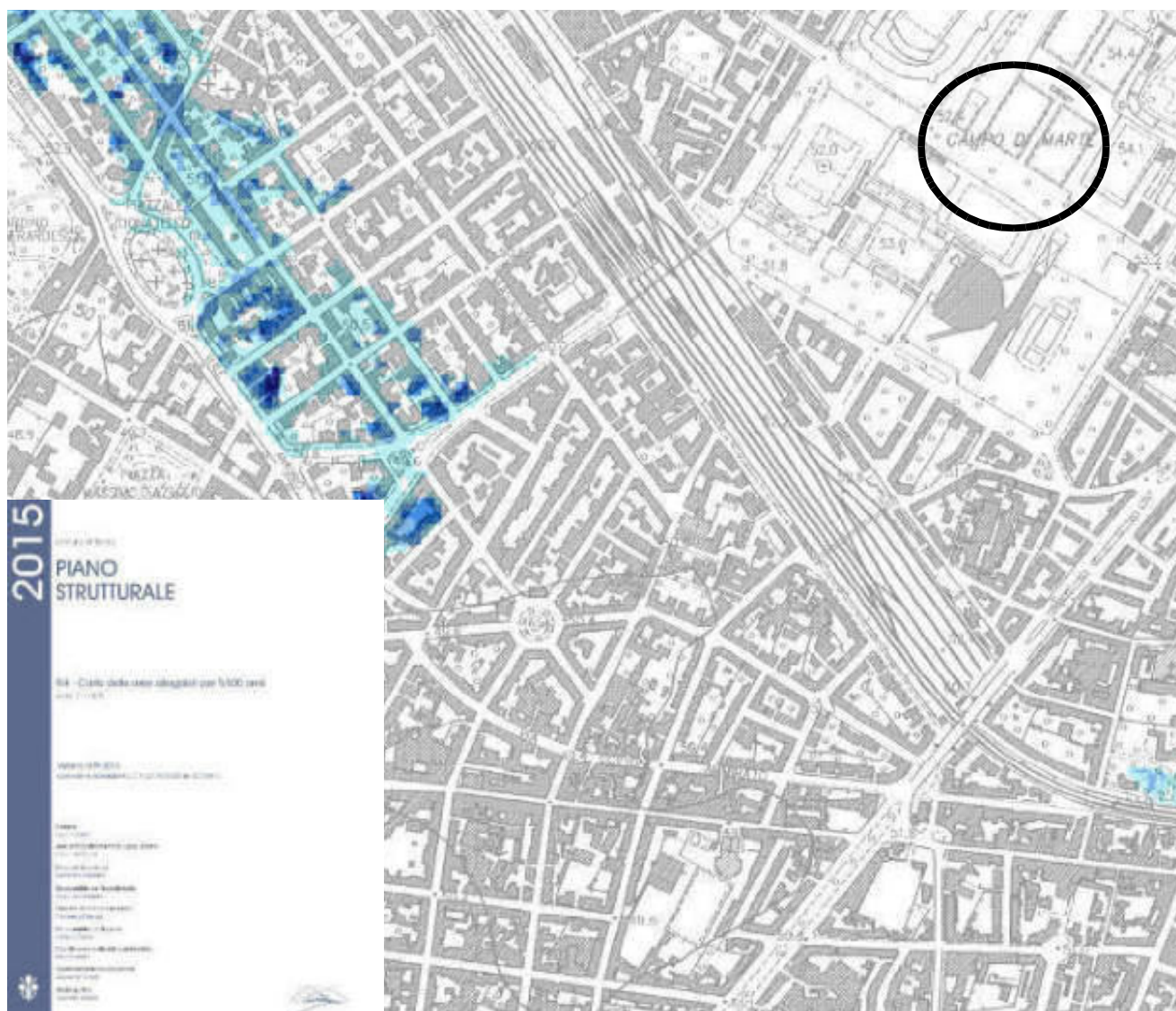


Fig. 10 - Piano Strutturale del Comune di Firenze:
estratto Carta delle Aree Allagabili co Tr=500 anni (scala 1:10000).
 (Deliberazione C.C. n.2015/C/00025 del 02.04.2015)

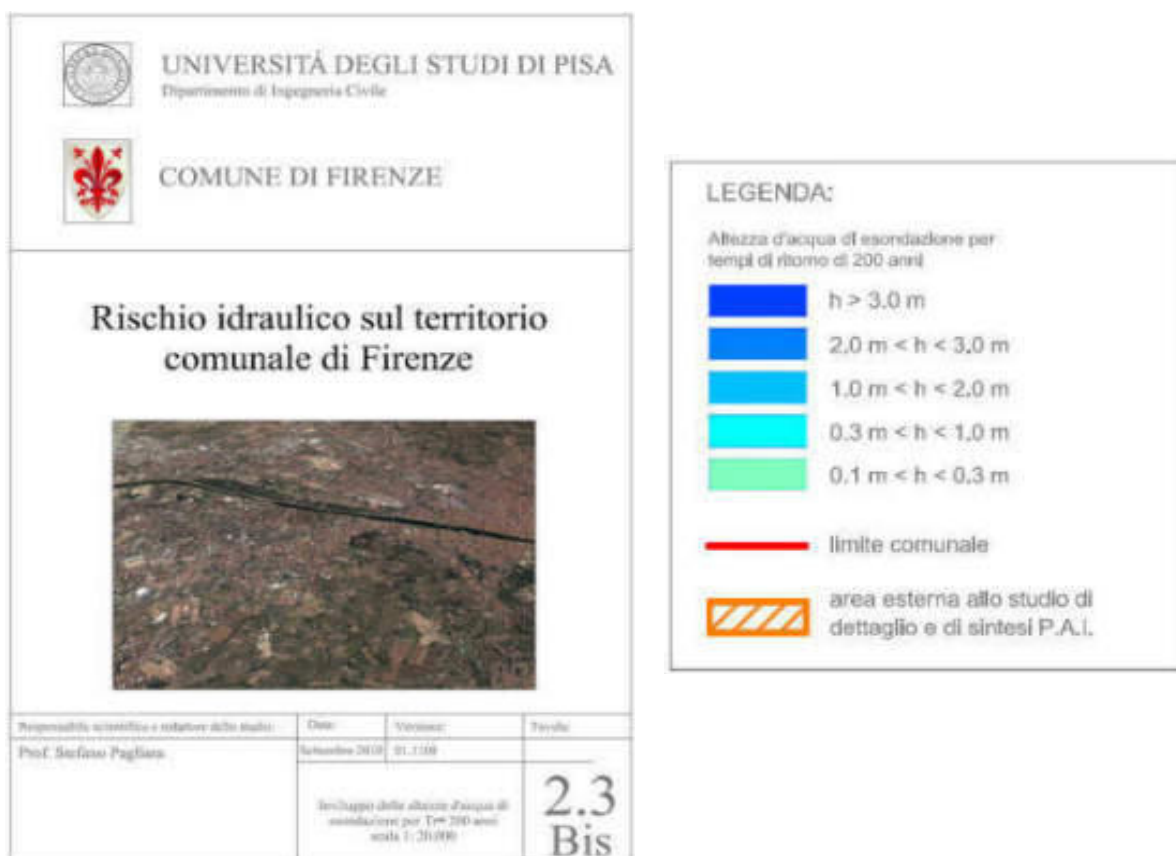
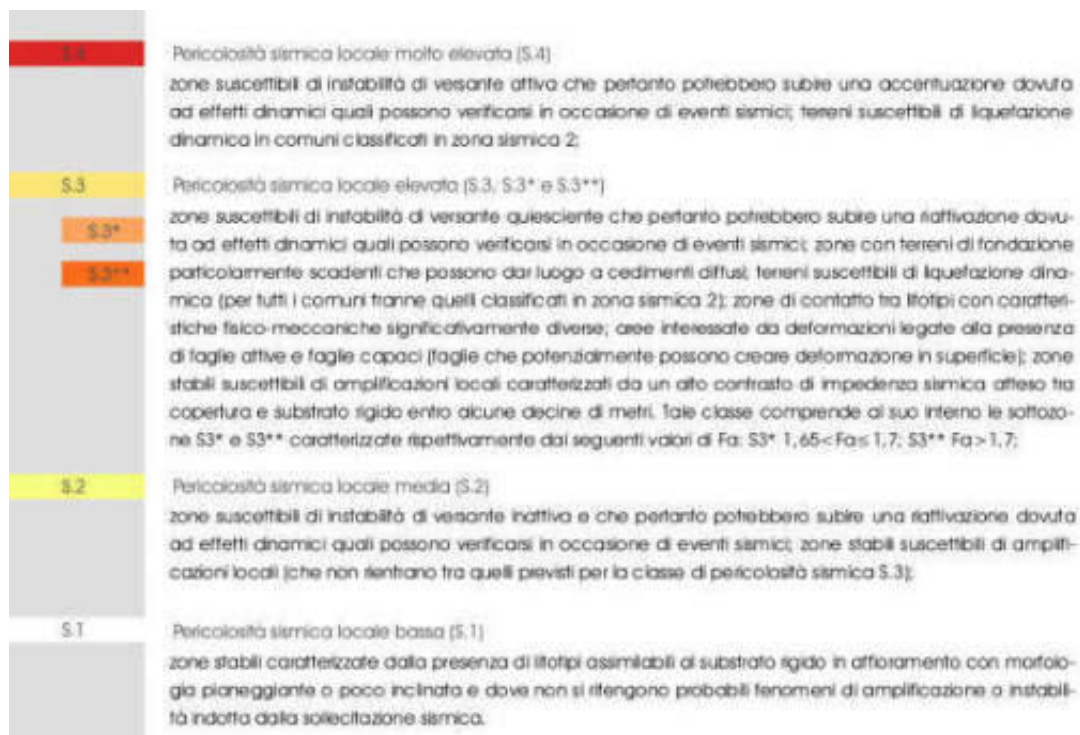
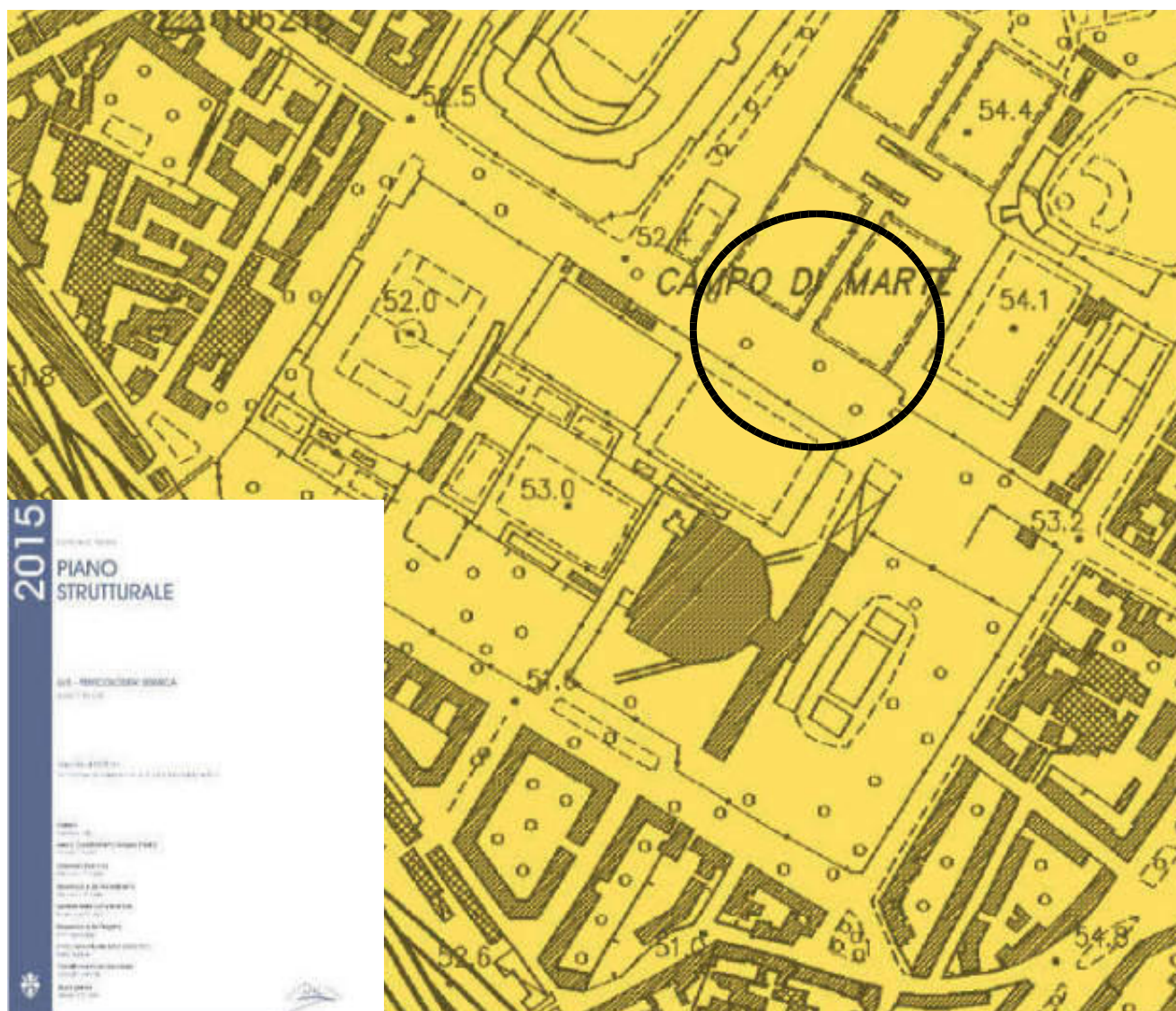


Fig. 11 - Estratto Rischio idraulico sul territorio comunale di Firenze (Studio del Prof. Pagliara)



**Fig. 12 - Piano Strutturale del Comune di Firenze:
estratto Carta della Pericolosità Sismica (scala 1:5000).
(Deliberazione C.C. n.2015/C/00054 del 05.10.2015)**

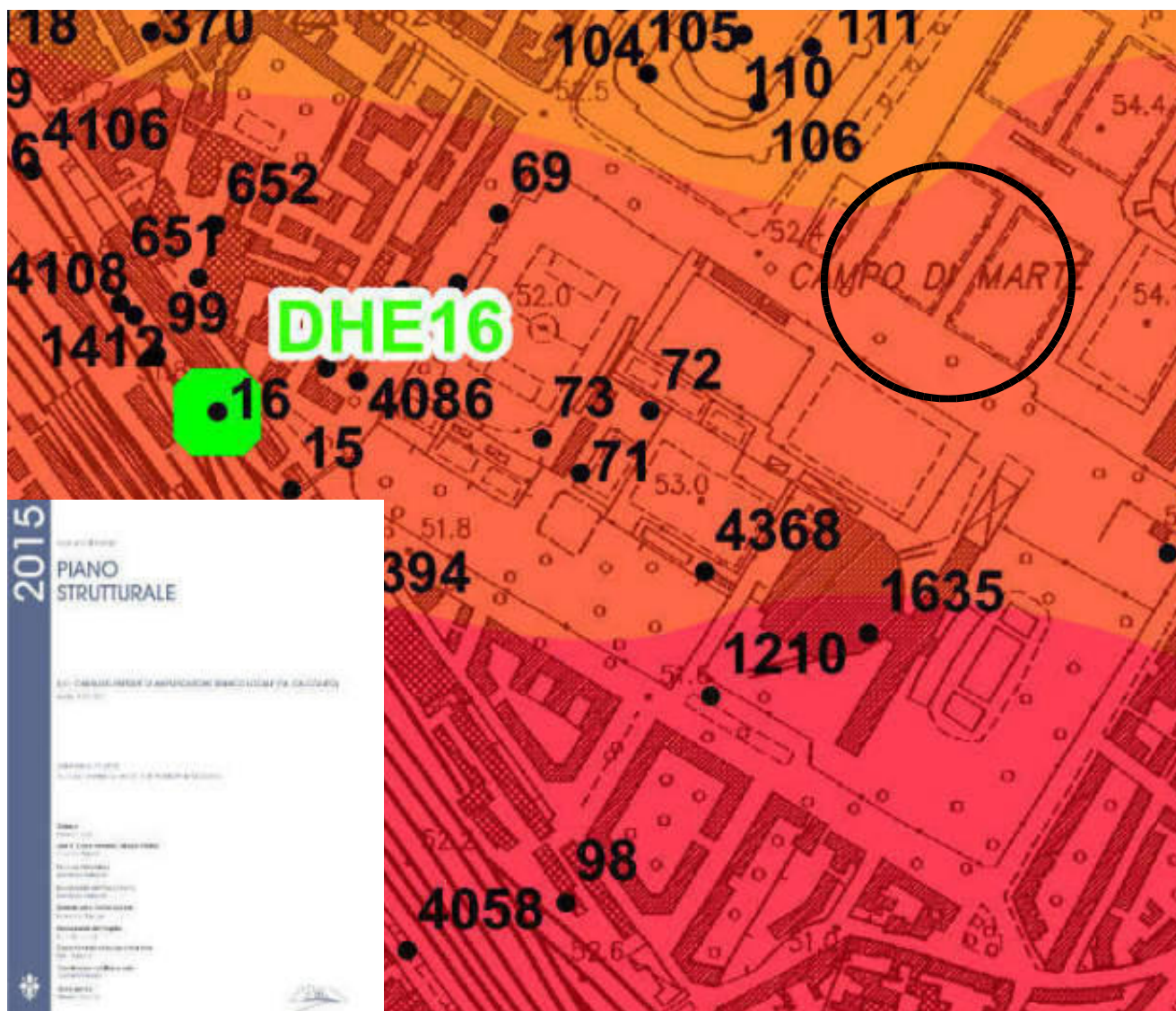


Fig. 13 - Piano Strutturale del Comune di Firenze:
estratto Carta del Fattore di Amplificazione Sismico Locale - calcolato (scala 1:5000).
 (Deliberazione C.C. n.2015/C/00025 del 02.04.2015)

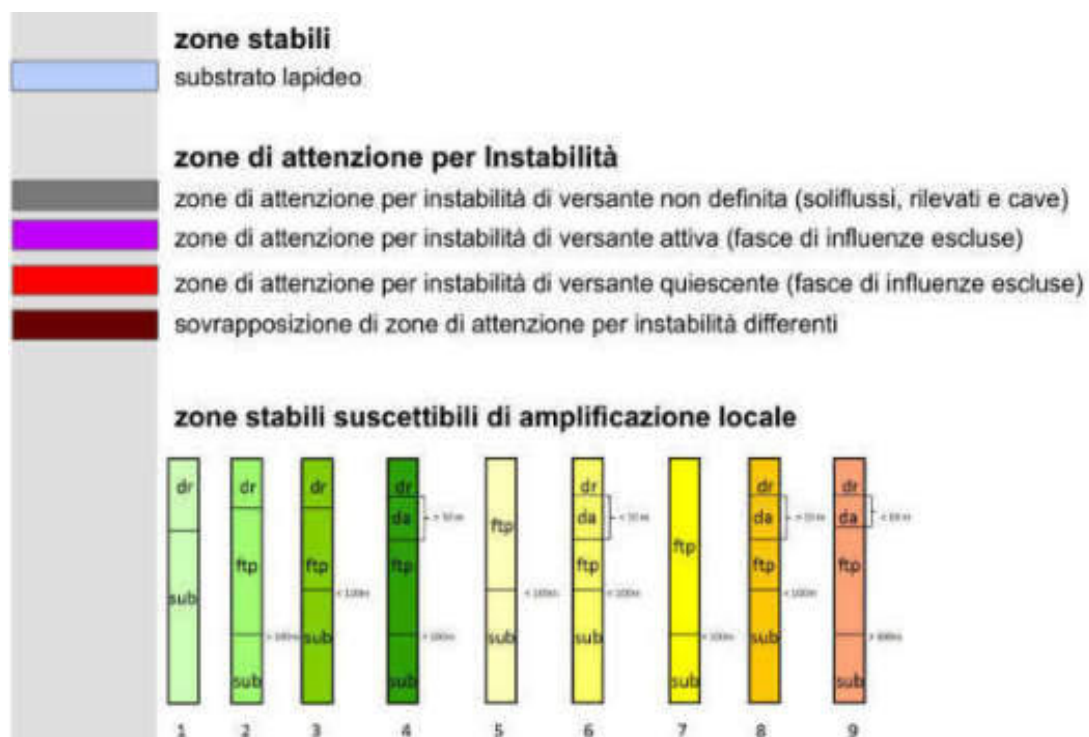


Fig. 14 - Piano Strutturale del Comune di Firenze:
estratto Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica MOPS (scala 1:5000).
 (Deliberazione C.C. n.2015/C/00054 del 05.10.2015)

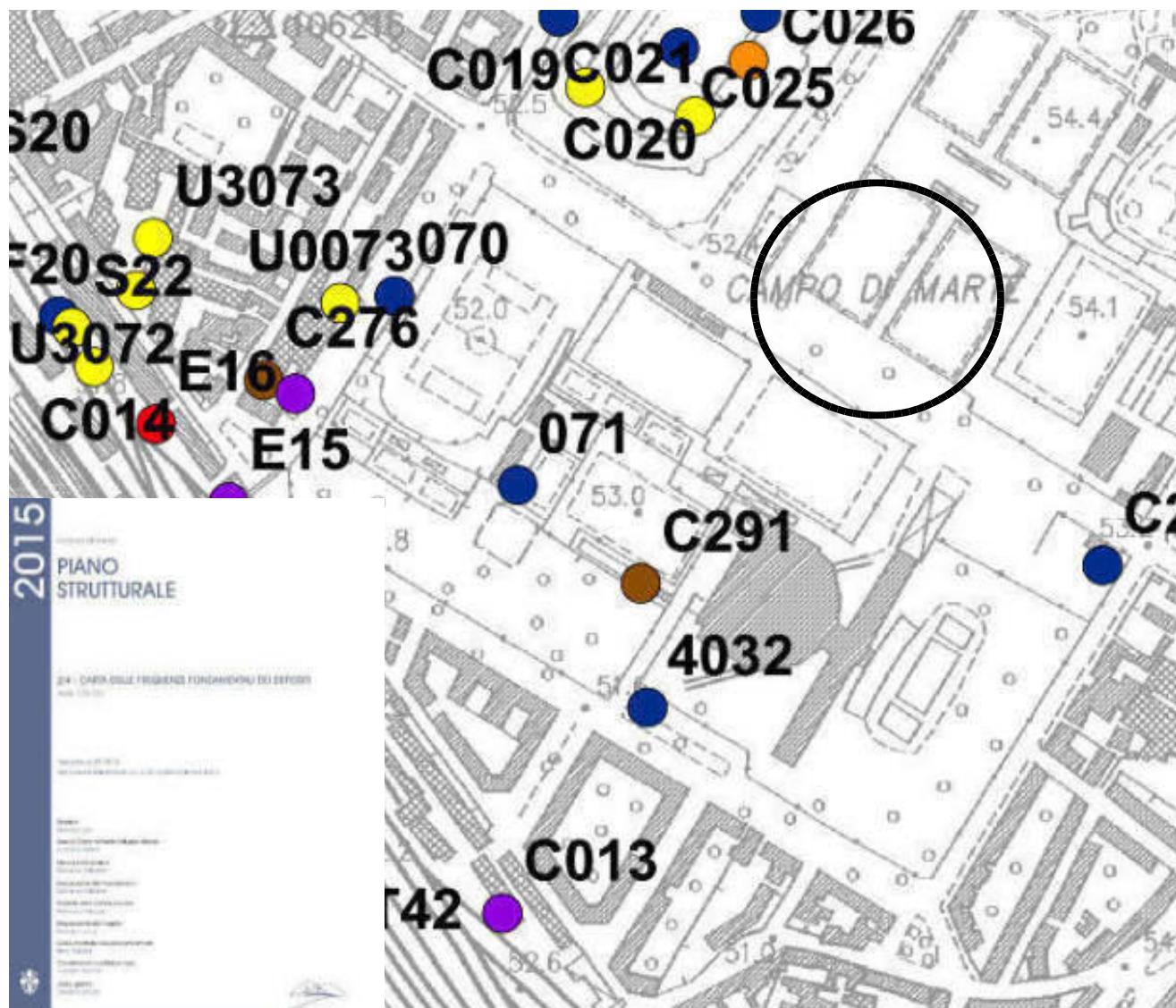


Fig. 15 - Piano Strutturale del Comune di Firenze:
estratto Carta delle Frequenze Fondamentali dei Depositi (scala 1:5000).
(Deliberazione C.C. n.2015/C/00054 del 05.10.2015)

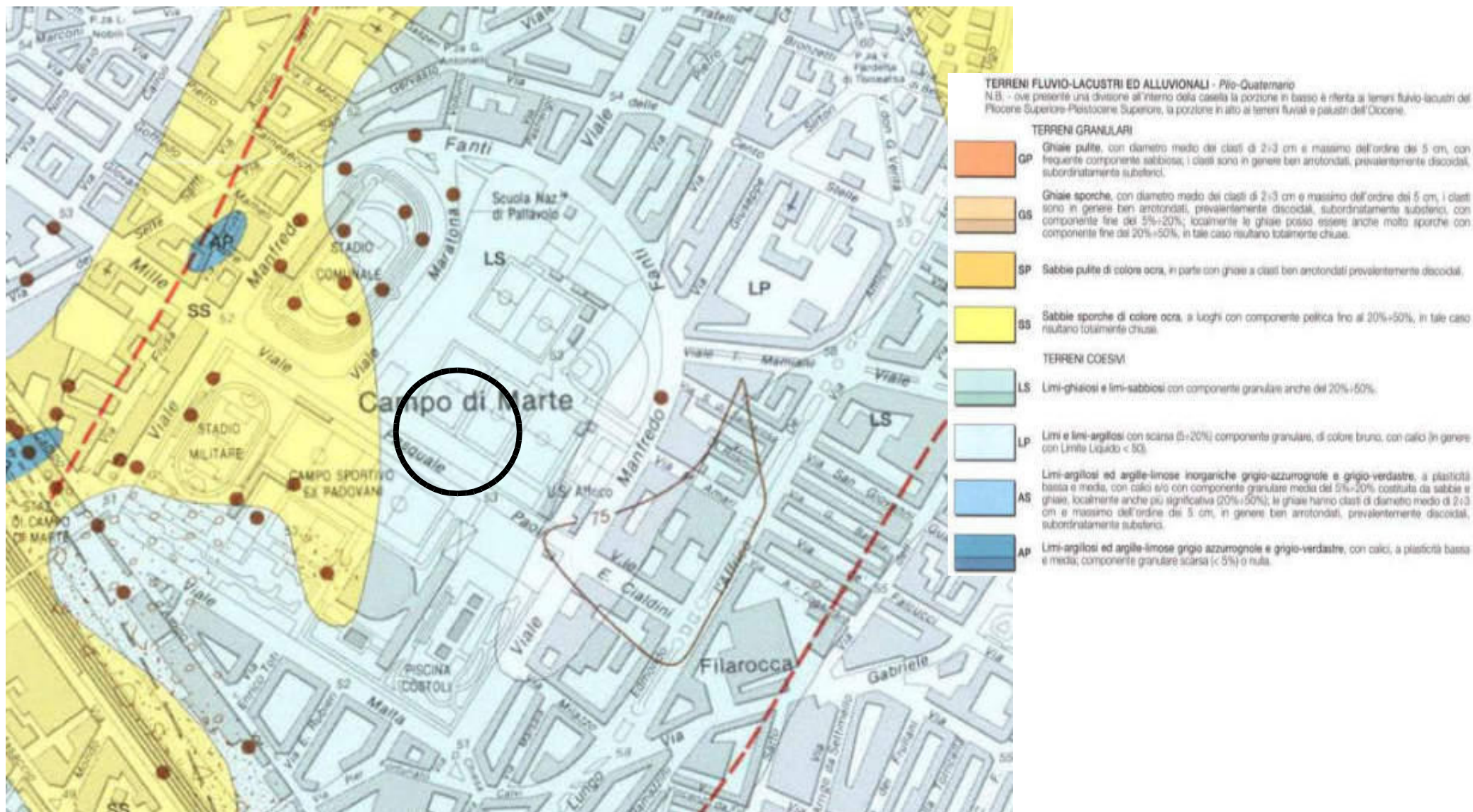


Fig. 16 - Estratto Carta Litotecnica del Comune di Firenze (non in scala)

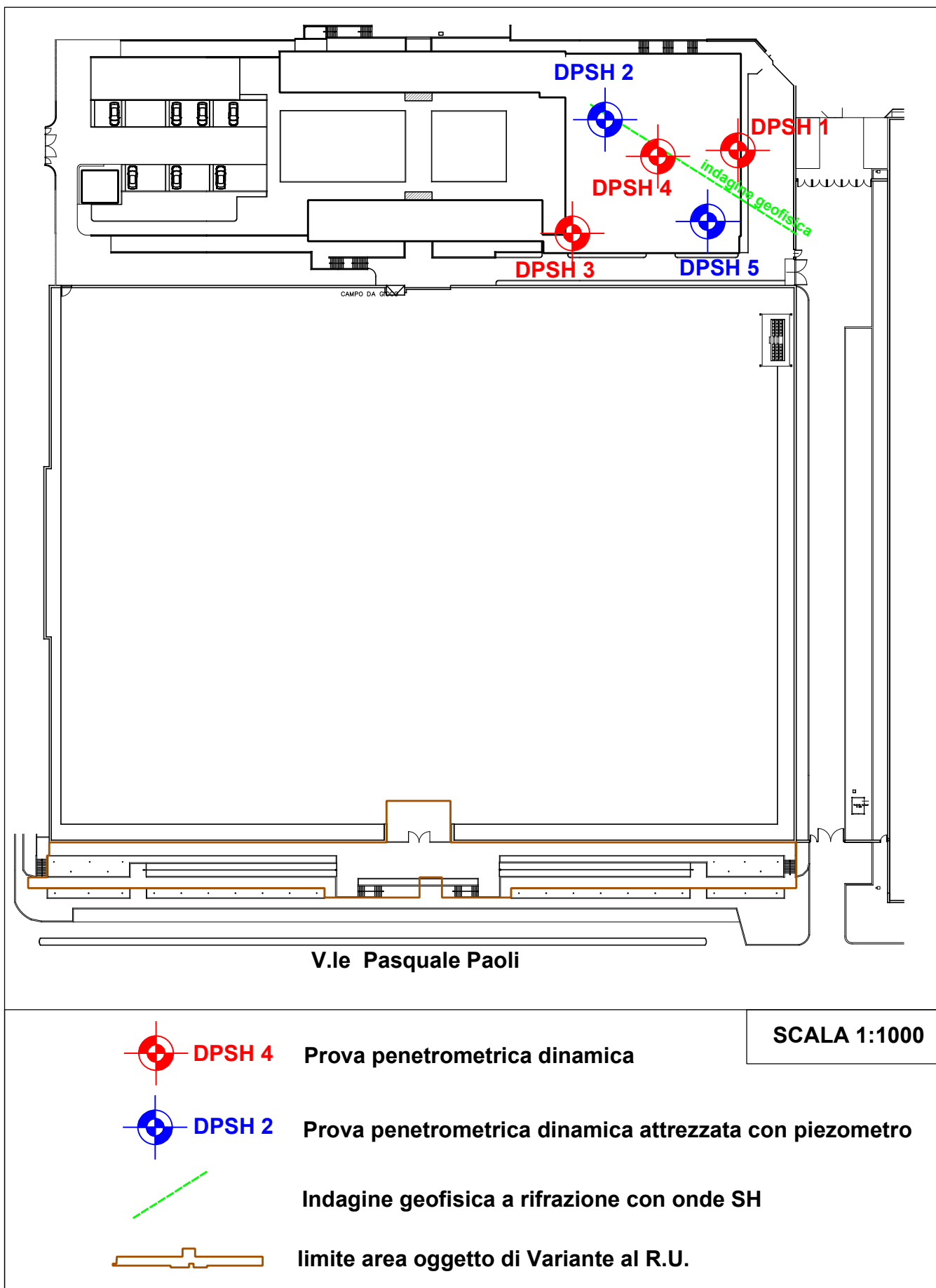


Fig. 17 - Ubicazione della campagna geognostica acquisita (LUGLIO 2008)

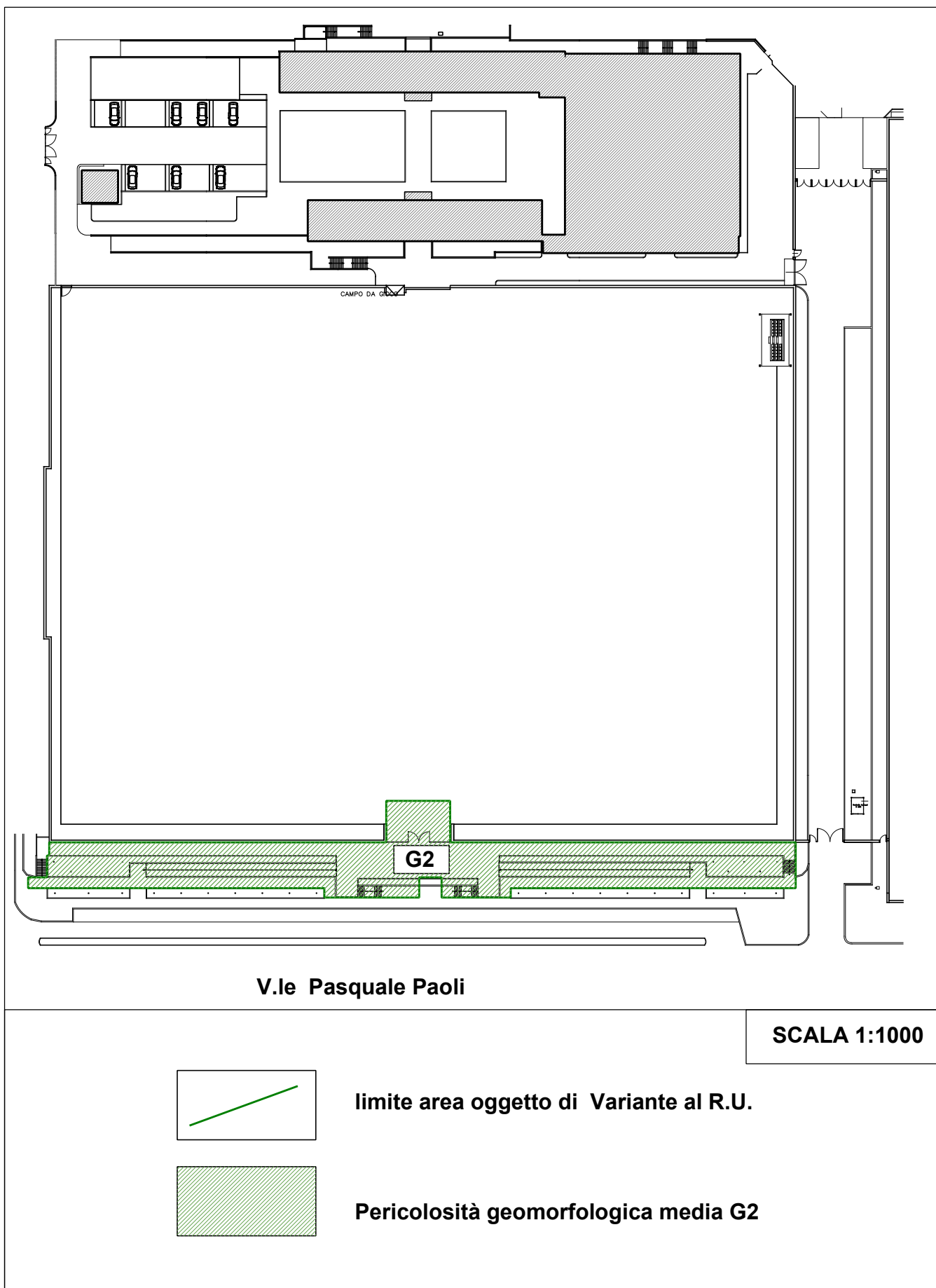


Fig. 18 - VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITA' DELL'AREA
Carta della Pericolosità Geomorfologica

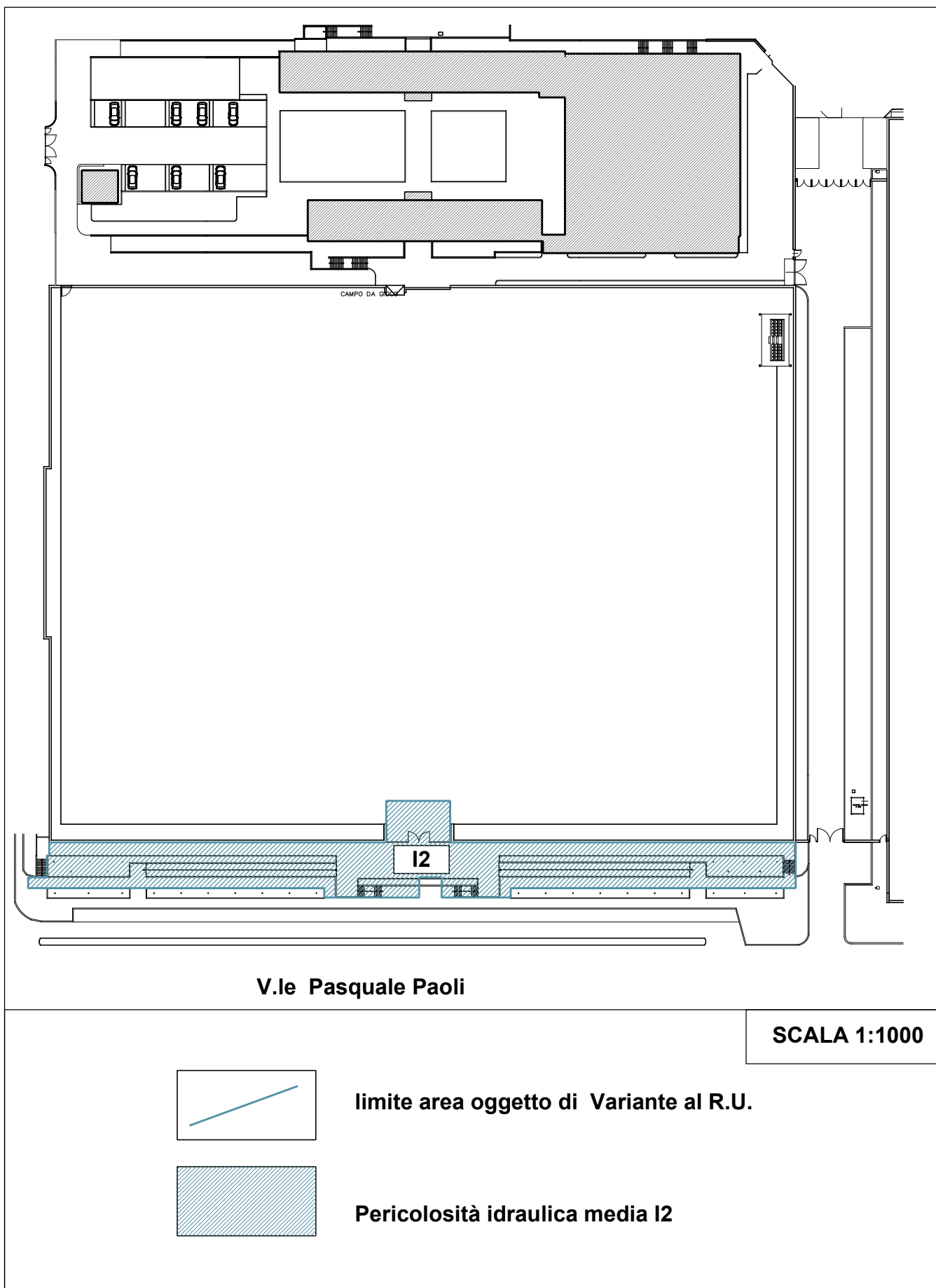


Fig. 19 - VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITA' DELL'AREA
Carta della Pericolosità Idraulica

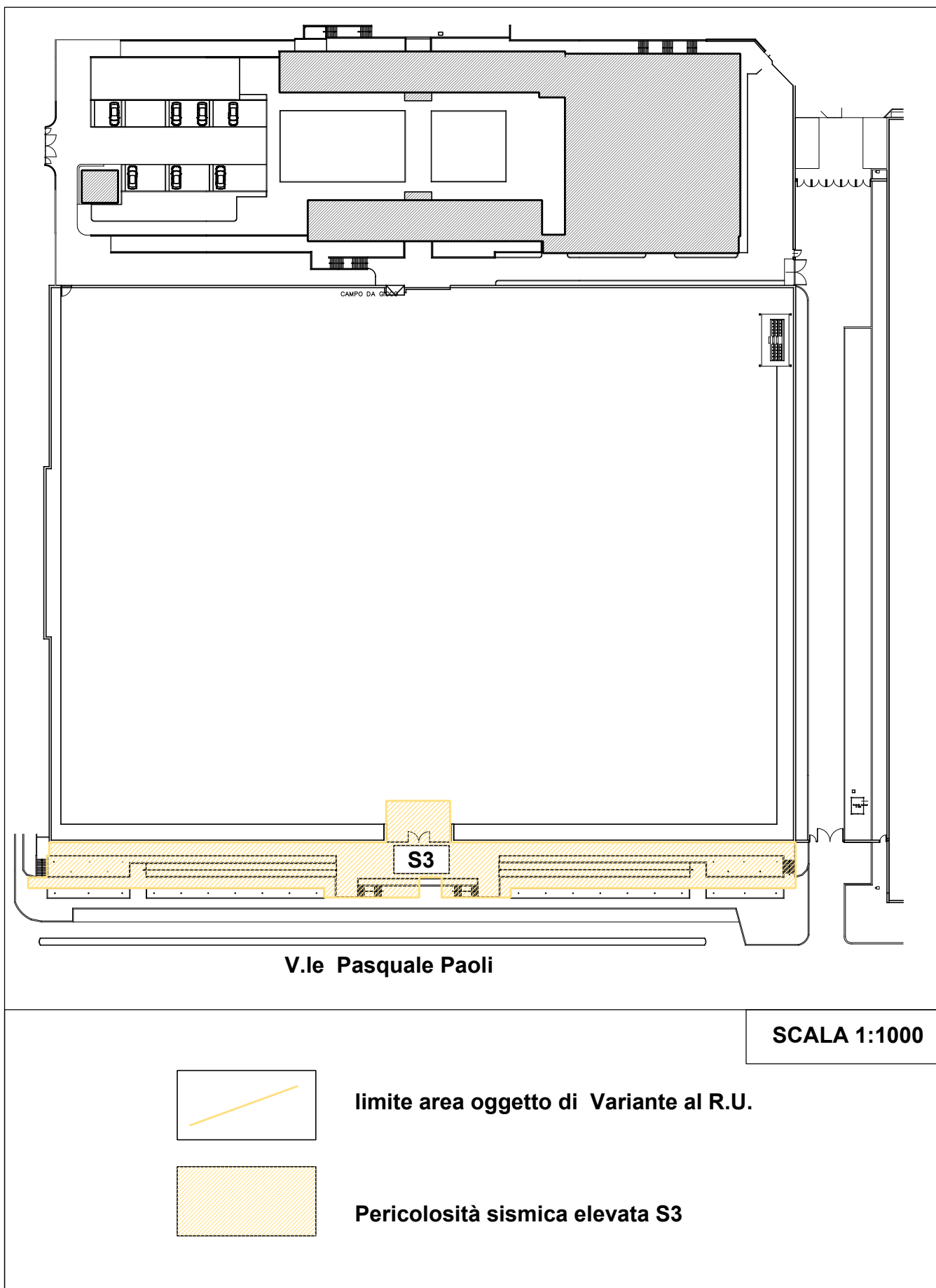


Fig. 20 - VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITA' DELL'AREA
Carta della Pericolosità Sismica

ESTRATTO DEL REGOLAMENTO URBANISTICO
Scala 1:1000

**Proposta di ampliamento dei campi di allenamento con
interessamento della seguente porzione di verde
pubblico/parchi 1:1000**

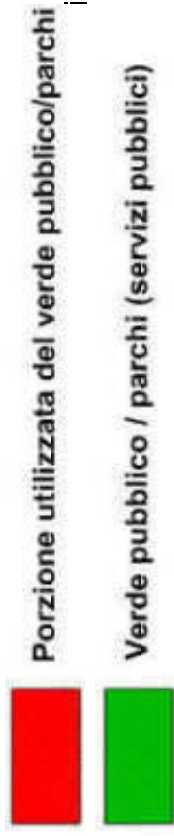
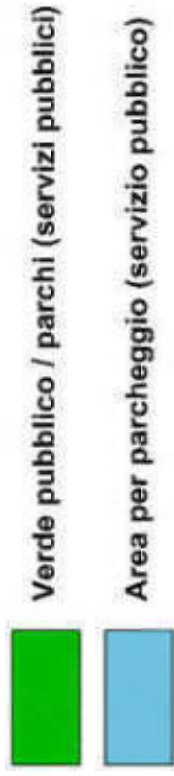
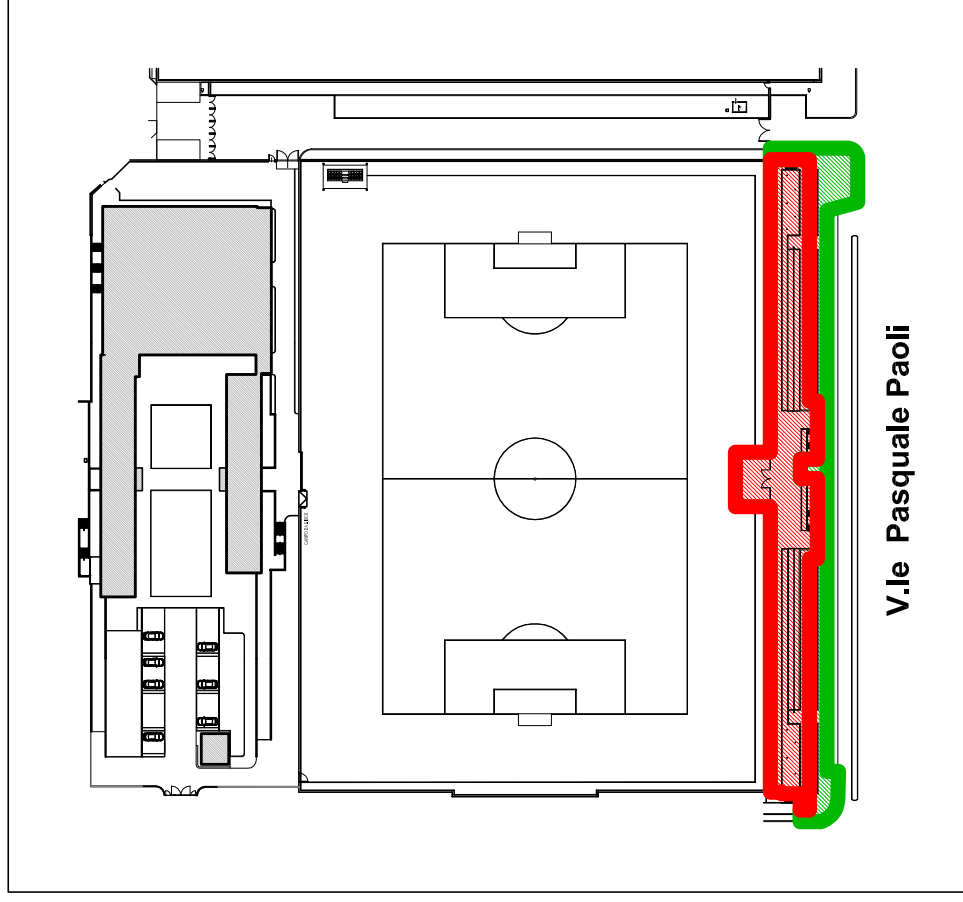
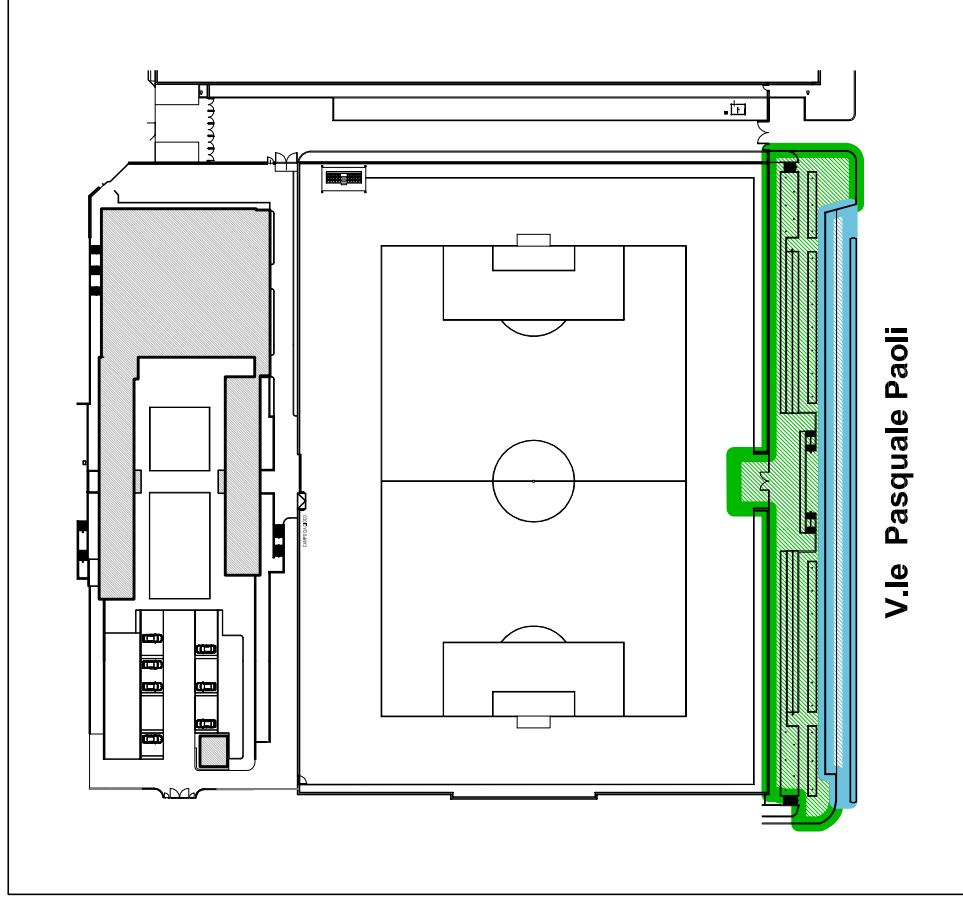


Fig. 21 - Individuazione delle aree da RUC

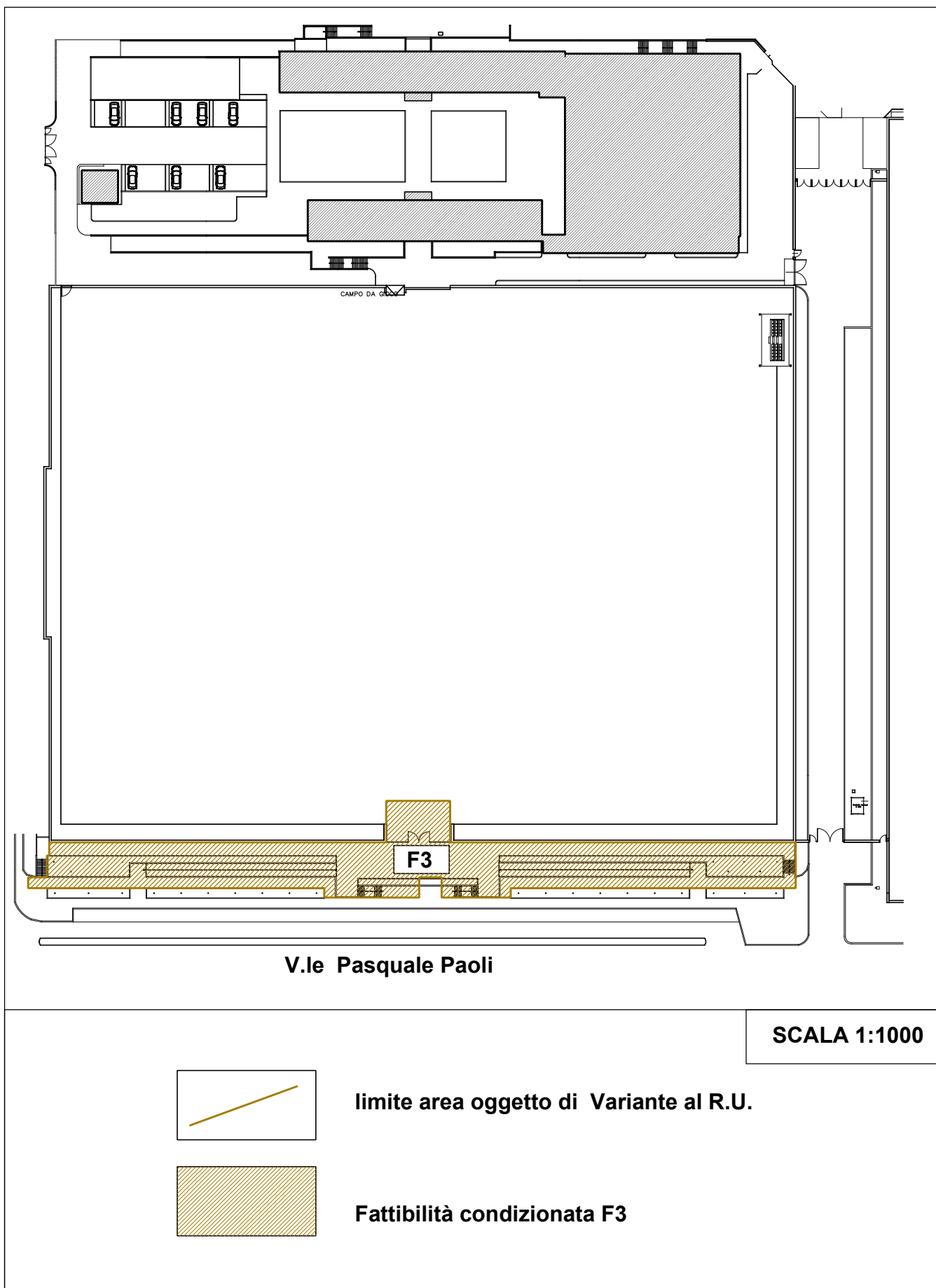


Fig. 22 - Carta della Fattibilità

APPENDICE II

**INDAGINI
GEOGNOSTICHE
ACQUISITE**

Gea s.n.c. - Indagini Geognostiche

Sede Operativa: Via di Ugnano 41 B - Firenze
 Tel. 055-7875348 Fax. 055-7320415

Committente: **Geol. Iaria Rossetti**

Località: **Firenze, zona Campo di Marte**

Note sulla committenza: ==

Note relative alla prova: ==

Falda rilevata alla profondità di cm: ==

Indagine: **VA-194-08** Certificato: **120/08** Prova n° **1**

in data: **02/07/2008**

Numero aste alla profondità iniziale: 2

Z	N colpi	N aste	Rd
20	20	2	195,11
40	13	2	126,82
60	5	2	48,78
80	3	2	29,27
100	4	2	39,02
120	2	3	17,89
140	2	3	17,89
160	3	3	26,84
180	3	3	26,84
200	3	3	26,84
220	7	4	57,84
240	5	4	41,31
260	5	4	41,31
280	5	4	41,31
300	4	4	33,05
320	3	5	23,03
340	3	5	23,03
360	3	5	23,03
380	2	5	15,35
400	4	5	30,70
420	50	6	358,31
440	100	6	716,63

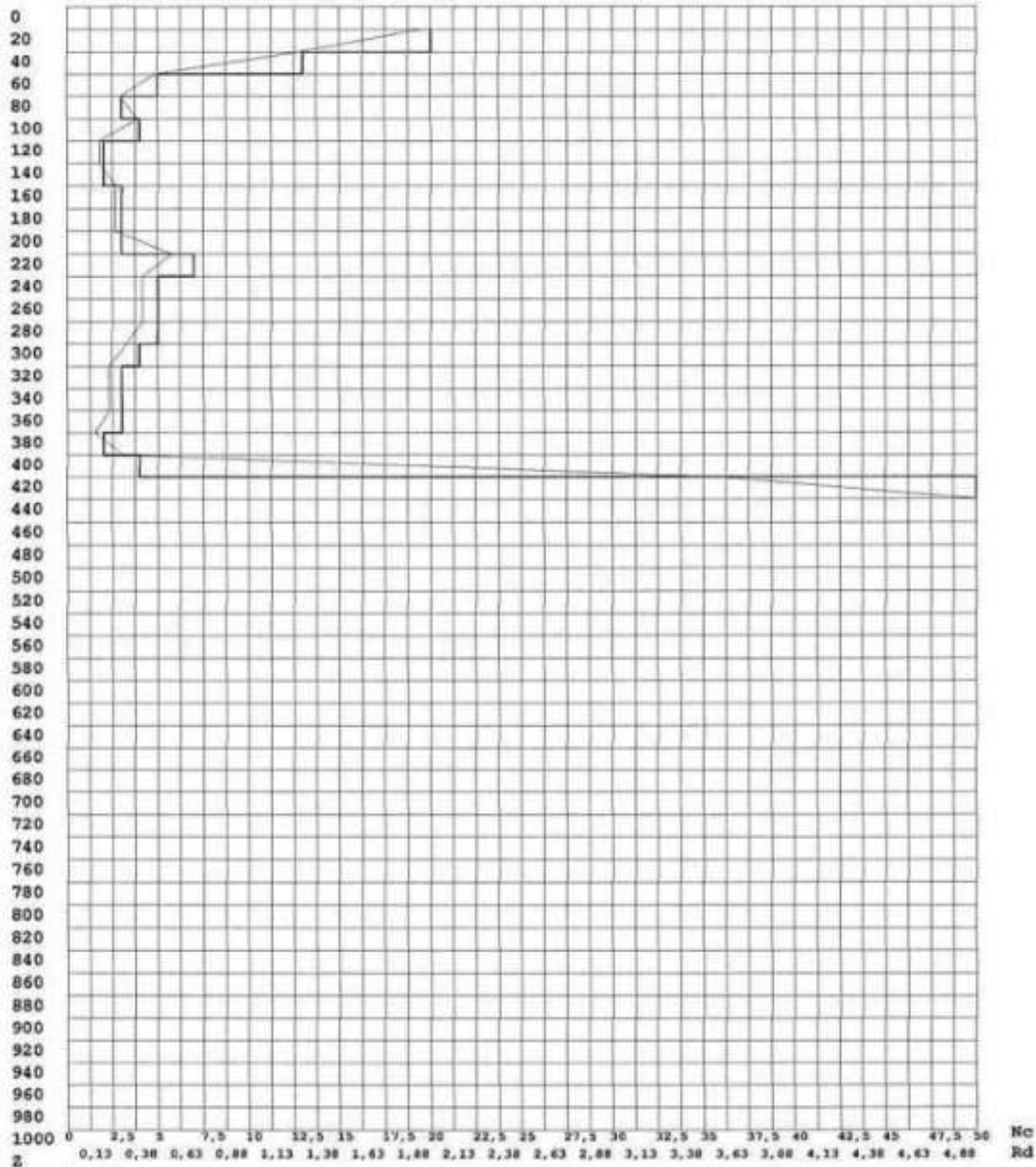
Legenda Parametri Geotecnici:

Z - Profondità dal piano di campagna (in cm) , N - Numero di colpi.

Rd - Resistenza penetr. dinamica (in Kg/cm2) ottenuta tramite formula olandese estesa. Aste - Num. aste alla profondità Z.

Diagramma Z (N) - Rd (N)

Committente : Geol. Ilaria Rossetti
 Note :
 Indagine : VA-194-08 - Certificato di prova : 120/08
 Località : Firenze, zona Campo di Marte
 Numero prova : 1
 Data prova : 02/07/2008
 Note operative :
 Profondità falda : (cm)
 Num. aste inizio : 2



Legenda

Ascisse : Nc - numero di colpi (tratto grafico marcato)
 : Rd - resistenza penetrazione dinamica (in Kg/cm²)
 Ordinata: Z - profondità dal piano di campagna (in centimetri)

Gea s.n.c. - Indagini Geognostiche
 Sede Operativa: Via di Ugnano 41 B - Firenze
 Tel. 055-7875348 Fax. 055-7320415

Gea s.n.c. - Indagini Geognostiche

Sede Operativa: Via di Ugnano 41 B - Firenze

Tel. 055-7875348 Fax. 055-7320415

Committente: **Geol. Ilaria Rossetti**Località: **Firenze, zona Campo di Marte**

Note sulla committenza: ==

Note relative alla prova: Tubo piezometrico ml 6.20

Falda rilevata alla profondità di cm: ==

Indagine: **VA-194-08** Certificato: **120/08** Prova n° **2**in data: **02/07/2008**Numero aste alla profondità iniziale: **2**

Z	N colpi	N aste	Rd
20	11	2	107,31
40	11	2	107,31
60	6	2	58,53
80	5	2	48,78
100	6	2	58,53
120	4	3	35,79
140	3	3	26,84
160	3	3	26,84
180	2	3	17,89
200	3	3	26,84
220	2	4	16,53
240	3	4	24,79
260	3	4	24,79
280	4	4	33,05
300	4	4	33,05
320	4	5	30,70
340	4	5	30,70
360	3	5	23,03
380	2	5	15,35
400	4	5	30,70
420	7	6	50,16
440	9	6	64,50
460	18	6	128,99
480	9	6	64,50
500	14	6	100,33
520	20	7	134,41
540	15	7	100,81
560	20	7	134,41
580	25	7	168,01
600	50	7	336,02
620	100	8	632,67

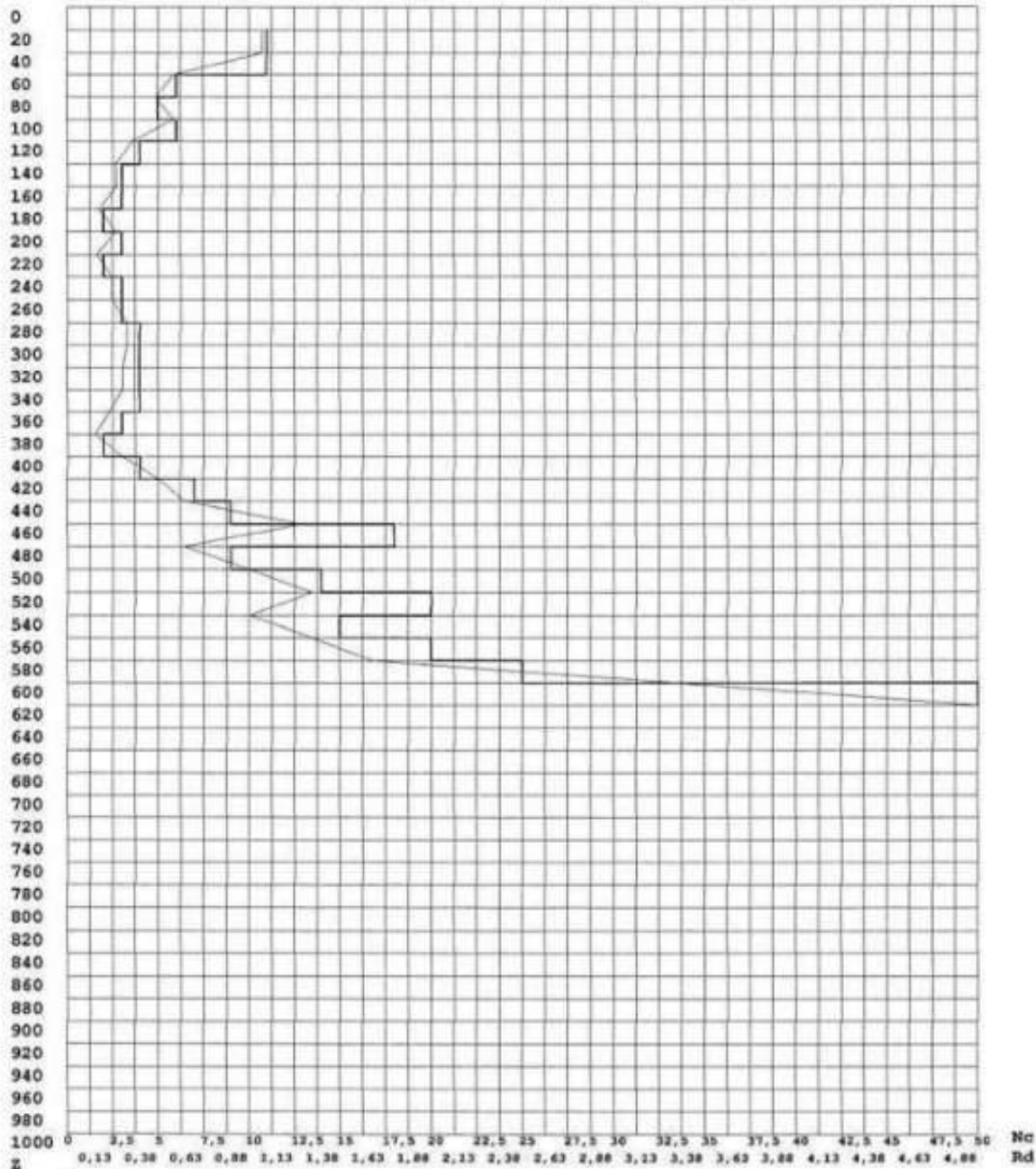
Legenda Parametri Geotecnici:

Z - Profondità dal piano di campagna (in cm) . N - Numero di colpi.

Rd - Resistenza penetr. dinamica (in Kg/cm2) ottenuta tramite formula olandese estesa. Aste - Num. aste alla profondità Z.

Diagramma Z (N) -Rd (N)

Committente : Geol. Ilaria Rossetti
 Note :
 Indagine : VA-194-08 - Certificato di prova : 120/08
 Località : Firenze, zona Campo di Marte
 Numero prova : 2
 Data prova : 02/07/2008
 Note operative : Tubo piezometrico ml 6.20
 Profondità falda : - (cm)
 Num. aste inizio : 2



Legenda

Ascisse : Nc - numero di colpi (tratto grafico marcato)
 : Rd - resistenza penetrazione dinamica (in Kg/cm²)
 Ordinate: Z - profondità dal piano di campagna (in centimetri)

Gea s.n.c. - Indagini Geognostiche
 Sede Operativa: Via di Ugnano 41 B - Firenze
 Tel. 055-7875348 Fax. 055-7320415

Gea s.n.c. - Indagini Geognostiche

Sede Operativa: Via di Ugnano 41 B - Firenze
 Tel. 055-7875348 Fax. 055-7320415

Committente: **Geol. Ilaria Rossetti**
 Località: **Firenze, zona Campo di Marte**

Indagine: **VA-194-08** Certificato: **120/08** Prova n° **3**
 in data: **02/07/2008**

Note sulla committenza: ==

Note relative alla prova: ==

Falda rilevata alla profondità di cm: ==

Numero aste alla profondità iniziale: 2

Z	N colpi	N aste	Rd
20	21	2	204,86
40	15	2	146,33
60	16	2	156,09
80	22	2	214,62
100	5	2	48,78
120	4	3	35,79
140	2	3	17,89
160	2	3	17,89
180	1	3	8,95
200	4	3	35,79
220	4	4	33,05
240	2	4	16,53
260	3	4	24,79
280	3	4	24,79
300	3	4	24,79
320	2	5	15,35
340	2	5	15,35
360	2	5	15,35
380	2	5	15,35
400	2	5	15,35
420	2	6	14,33
440	3	6	21,50
460	7	6	50,16
480	21	6	150,49
500	50	6	358,31
520	100	7	672,04

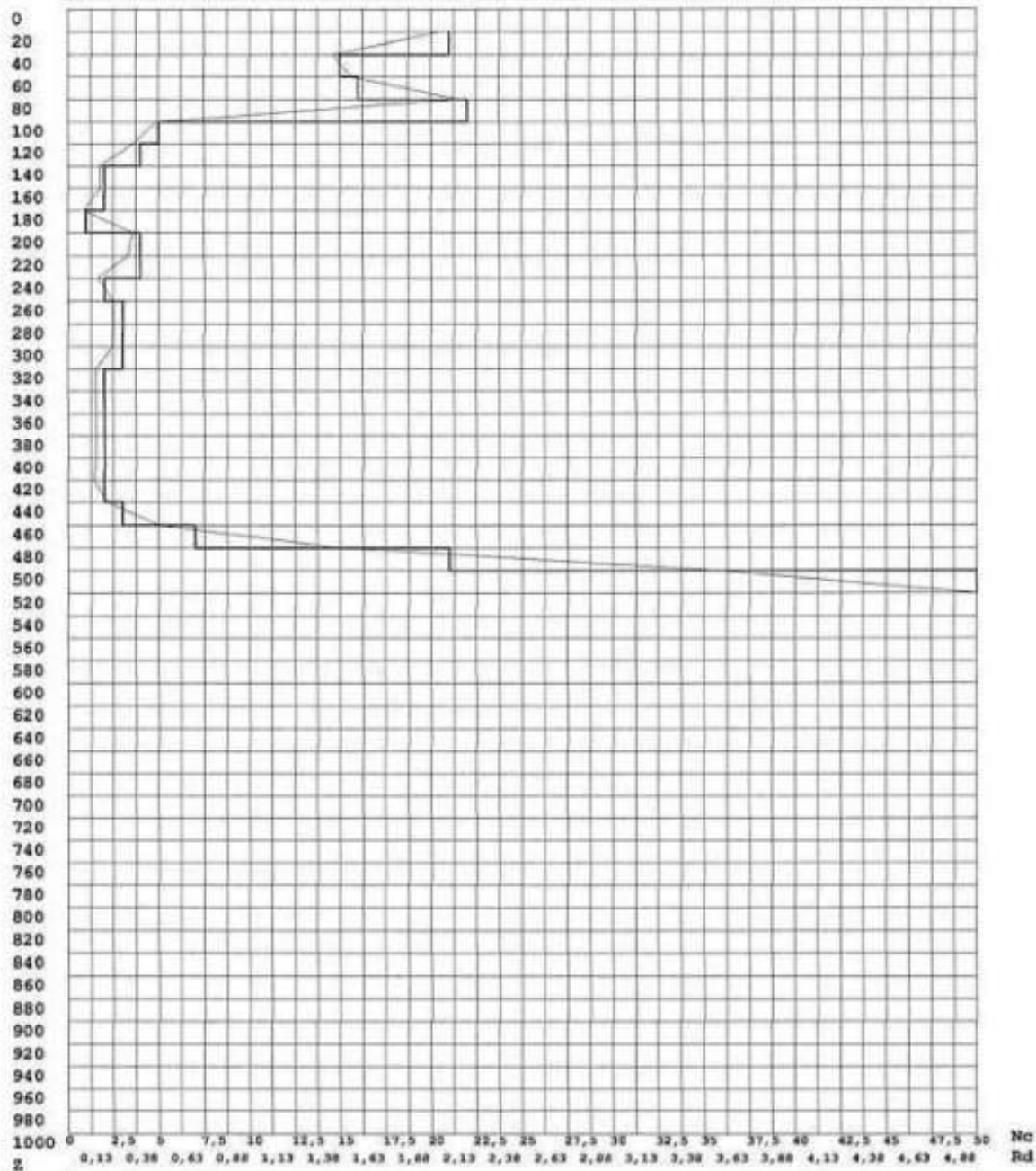
Legenda Parametri Geotecnici:

Z - Profondità dal piano di campagna (in cm) . N - Numero di colpi.

Rd - Resistenza penetr. dinamica (in Kg/cm²) ottenuta tramite formula olandese estesa. Aste - Num. aste alla profondità Z.

Diagramma Z (N) -Rd (N)

Committente : Geol. Ilaria Rossetti
 Note :
 Indagine : VA-194-08 - Certificato di prova : 120/08
 Località : Firenze, zona Campo di Marte
 Numero prova : 3
 Data prova : 02/07/2008
 Note operative :
 Profondità falda : - (cm)
 Num. aste inizio : 2



Legenda

Ascisse : Nc - numero di colpi (tratto grafico marcato)
 : Rd - resistenza penetrazione dinamica (in Kg/cm²)
 Ordinata: Z - profondità dal piano di campagna (in centimetri)

Gea s.n.c. - Indagini Geognostiche
 Sede Operativa: Via di Ugnano 41 B - Firenze
 Tel. 055-7875348 Fax. 055-7320415

Gea s.n.c. - Indagini Geognostiche

Sede Operativa: Via di Ugnano 41 B - Firenze
 Tel. 055-7875348 Fax. 055-7320415

Committente: **Geol. Iaria Rossetti**

Località: **Firenze, zona Campo di Marte**

Note sulla committenza: ==

Note relative alla prova: ==

Falda rilevata alla profondità di cm: ==

Indagine: **VA-194-08** Certificato: **120/08** Prova n° **4**

in data: **02/07/2008**

Numero aste alla profondità iniziale: 2

Z	N colpi	N aste	Rd
20	12	2	117,06
40	10	2	97,55
60	2	2	19,51
80	5	2	48,78
100	5	2	48,78
120	2	3	17,89
140	1	3	8,95
160	1	3	8,95
180	1	3	8,95
200	4	3	35,79
220	4	4	33,05
240	4	4	33,05
260	4	4	33,05
280	4	4	33,05
300	3	4	24,79
320	2	5	15,35
340	2	5	15,35
360	2	5	15,35
380	2	5	15,35
400	3	5	23,03
420	12	6	86,00
440	14	6	100,33
460	14	6	100,33
480	12	6	86,00
500	15	6	107,49
520	16	7	107,53
540	50	7	336,02
560	100	7	672,04

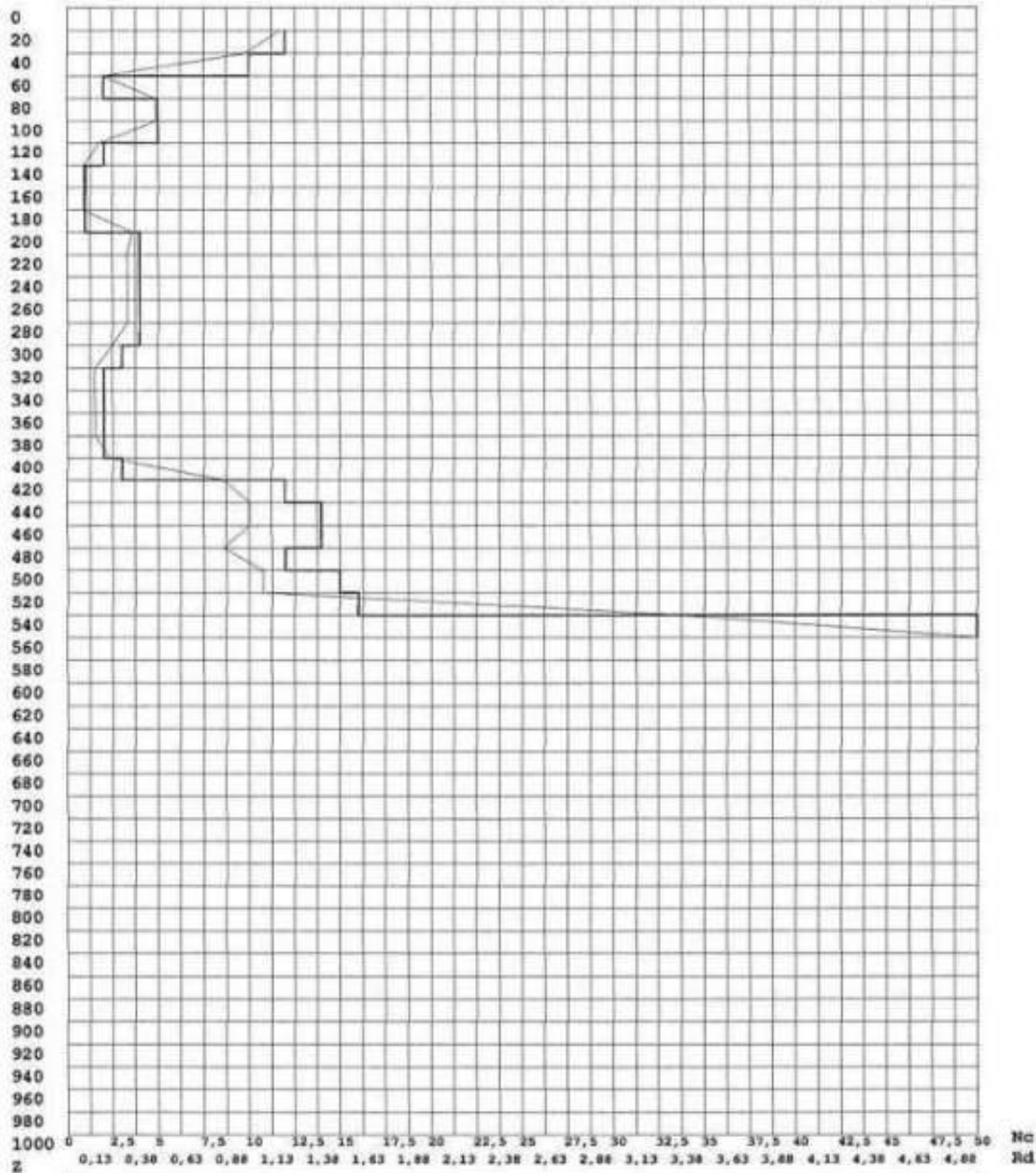
Legenda Parametri Geotecnici:

Z - Profondità dal piano di campagna (in cm) ; N - Numero di colpi.

Rd - Resistenza penetr. dinamica (in Kg/cm2) ottenuta tramite formula olandese estesa. Aste - Num. aste alla profondità Z.

Diagramma Z (N) - Rd (N)

Committente : Geol. Ilaria Rossetti
 Note : --
 Indagine : VA-194-08 - Certificato di prova : 120/08
 Località : Firenze, zona Campo di Marte
 Numero prova : 4
 Data prova : 02/07/2008
 Note operative : --
 Profondità falda : -- (cm)
 Num. aste inizio : 2



Legenda

Ascisse : Nc - numero di colpi (tratto grafico marcato)
 : Rd - resistenza penetrazione dinamica (in Kg/cm²)
 Ordinata: Z - profondità dal piano di campagna (in centimetri)

Gea s.n.c. - Indagini Geognostiche
 Sede Operativa: Via di Ugnano 41 B - Firenze
 Tel. 055-7875348 Fax. 055-7320415

Gea s.n.c. - Indagini Geognostiche

Sede Operativa: Via di Ugnano 41 B - Firenze
 Tel. 055-7875348 Fax. 055-7320415

Committente: **Geol. Ilaria Rossetti**

Località: **Firenze, zona Campo di Marte**

Note sulla committenza: ==

Note relative alla prova: ==

Falda rilevata alla profondità di cm: ==

Indagine: **VA-194-08** Certificato: **120/08** Prova n° **5**

in data: **02/07/2008**

Numero aste alla profondità iniziale: 2

Z	N colpi	N aste	Rd
20	23	2	224,37
40	13	2	126,82
60	4	2	39,02
80	2	2	19,51
100	2	2	19,51
120	2	3	17,89
140	2	3	17,89
160	2	3	17,89
180	3	3	26,84
200	6	3	53,68
220	6	4	49,58
240	3	4	24,79
260	5	4	41,31
280	5	4	41,31
300	7	4	57,84
320	5	5	38,38
340	5	5	38,38
360	4	5	30,70
380	4	5	30,70
400	3	5	23,03
420	4	6	28,67
440	5	6	35,83
460	12	6	86,00
480	18	6	128,99
500	50	6	358,31
520	100	7	672,04

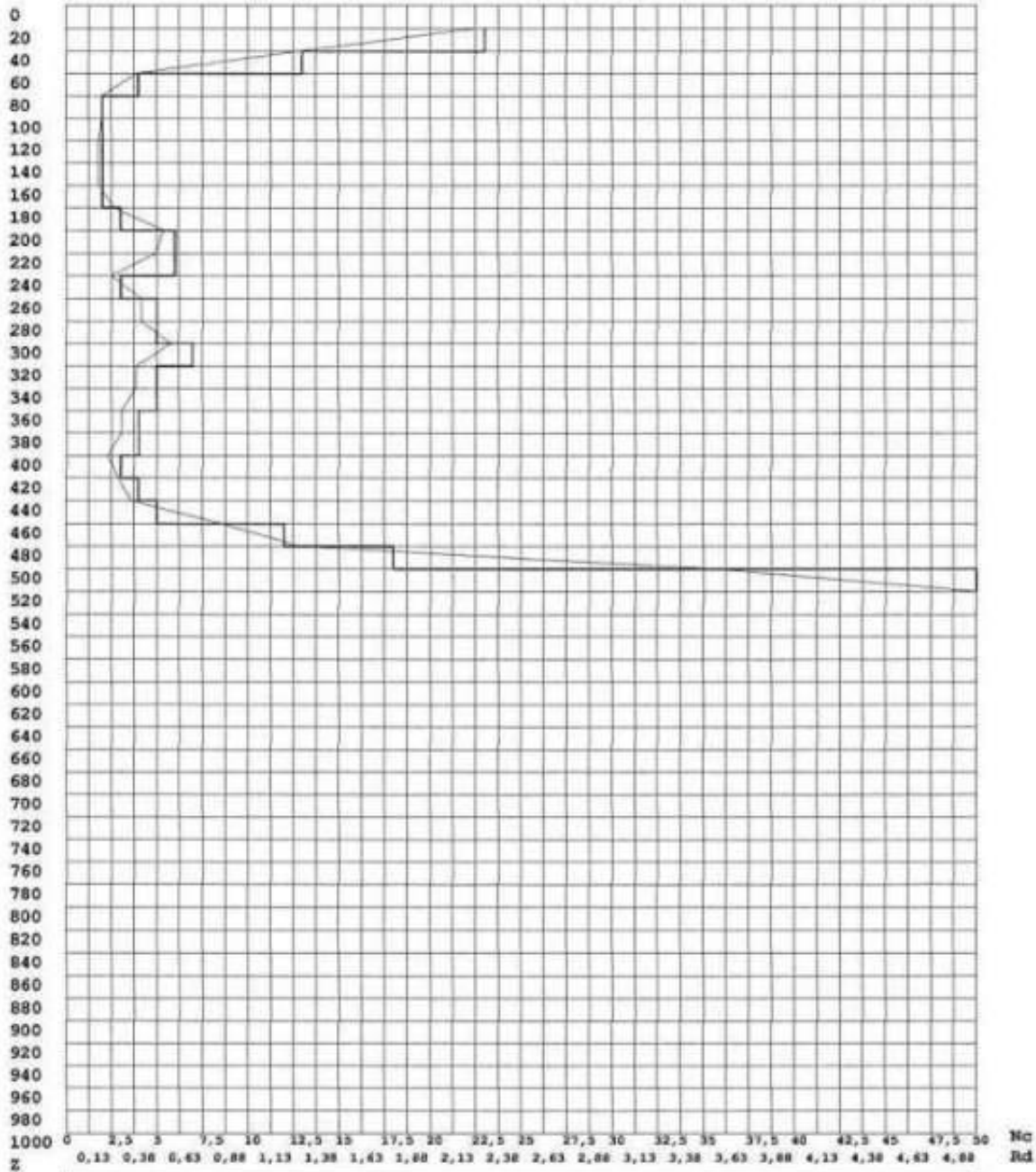
Legenda Parametri Geotecnici:

Z - Profondità dal piano di campagna (in cm) . N - Numero di colpi.

Rd - Resistenza penetr. dinamica (in Kg/cm²) ottenuta tramite formula olandese estesa. Aste - Num. aste alla profondità Z.

Diagramma Z (N) - Rd (N)

Committente : Geol. Ilaria Rossetti
 Note :
 Indagine : VA-194-08 - Certificato di prova : 120/08
 Località : Firenze, zona Campo di Marte
 Numero prova : 5
 Data prova : 02/07/2008
 Note operative :
 Profondità falda : - (cm)
 Num. aste inizio : 2



Legenda

Ascisse : Nc - numero di colpi (tratto grafico marcato)

: Rd - resistenza penetrazione dinamica (in Kg/cm²)

Ordinata: Z - profondità dal piano di campagna (in centimetri)

Gea s.n.c. - Indagini Geognostiche

Sede Operativa: Via di Ugnano 41 B - Firenze

Tel. 055-7975348 Fax. 055-7320415

APPENDICE III

**INDAGINE SISMICA
ACQUISITA**

ALLEGATI: CAMPAGNA DI SISMICA A RIFRAZIONE

ILARIA ROSSETI GEOLOGO

Via G. Pascoli 20, Montevarchi (Ar) - Via Duca Degli Abruzzi 19/a, San Giuslino valdarno (Ar)

Tel. 3381207469-fax 055981946 -c.f. RSSLR176843D5S3M-P.iva 01954000517

Indice:

1. Scopo dell'indagine
2. Indagine mediante sismica a rifrazione
 - 2.1 Procedure di campagna
 - 2.2 Metodo di elaborazione dei dati
3. Presentazione dei dati
4. Risultati dell'indagine
5. Normativa sismica e calcolo del V_{s30}
6. Caratteristiche della strumentazione

1 Scopo dell'indagine

Per conto della acf Fiorentina S.p.a, è stata eseguita una campagna geofisica mediante sismica a rifrazione con onde SH nel comune di Firenze, lungo viale Manfredo Fanti, all'interno dell'area Campini.

E' stato eseguiti n°1 profilo di sismica a rifrazione con onde SH, utilizzando 24 canali con una spaziatura di 2 m, per un totale di 46 m di rilievo. L'ubicazione è stata decisa in accordo con la D.L.

Scopo dell'indagine è stato il calcolo del parametro Vs30,

2 Indagine mediante sismica a rifrazione

2.1 Procedure di campagna

Vengono stesi i cavi sismici lungo la zona di interesse e ad essi vengono collegati i geofoni precedentemente infissi nel terreno alle equidistanze prestabilite.

La produzione di onde di taglio viene effettuata ponendo una trave di legno a diretto contatto con il terreno in senso trasversale al profilo ed energizzando su entrambi i lati dopo averla adeguatamente caricata, l'impatto rende operativo, tramite un accelerometro reso solidale con la fonte di energizzazione (*trigger*), il sistema di acquisizione dati, permettendo così la registrazione ai geofoni della forma d'onda rappresentativa della velocità di spostamento del suolo. Le registrazioni effettuate alternativamente su entrambi i lati mediante massa battente, vengono sommate con polarità scambiata in modo da migliorare l'individuazione dell'onda di taglio polarizzata orizzontalmente che viene generata.

Al fine di ottenere una migliore risoluzione della sismo-stratigrafia, i punti di energizzazione, detti punti di scoppio (*shot points*), vengono disposti simmetricamente rispetto al profilo: ai suoi estremi (*end*), esternamente (*offset*) ed a distanze variabili entro il profilo stesso (punti di scoppio centrali).

La profondità di investigazione è, in linea teorica direttamente correlata alla lunghezza del profilo, alla distanza degli offset e soprattutto al contrasto di velocità dei mezzi attraversati.

I tempi di arrivo delle onde sismiche nel terreno sono funzione della distanza tra i geofoni, delle caratteristiche meccaniche dei litotipi attraversati e della loro profondità.

ILARIA ROSSETI GEOLOGO

Via G. Pascoli 20, Montevarchi (Ar) – Via Duca Degli Abruzzi 19/a, San Giustino valdarno (Ar)
Tel. 3381207469-fax 055981946 – c.f. RSSLR176843D583M – P.iva 01954000517

2.2 Metodo di elaborazione dei dati

La procedura d'elaborazione dati consiste di due fasi: la lettura dei tempi d'arrivo ai vari geofoni dello stendimento per ciascuna energizzazione effettuata e la loro successiva elaborazione mediante metodi di calcolo.

I tempi di primo arrivo delle onde sismiche vengono riportati su diagrammi spazio-tempo (dromocrone) nei quali l'asse dei tempi ha l'origine coincidente con l'istante in cui viene prodotta l'onda sismica (t_0), mentre nelle ascisse si hanno le distanze relative fra i geofoni dello stendimento. Tali diagrammi consentono di determinare, nei punti di flesso, le variazioni di velocità fra i vari strati attraversati dai raggi sismici e, tramite elaborazioni, le profondità a cui si verificano tali variazioni. In Tabella I sono riportate le relazioni tra le velocità medie delle onde sismiche di compressione P e di taglio SH (esprese in m/sec) e le principali litologie, desunte da letteratura.

Il procedimento di elaborazione dei tempi d'arrivo per ottenere le profondità dei rifrattori, utilizza più metodi: il Metodo del tempo di ritardo (*delay time*), il Metodo del tempo di intercetta ed il Metodo reciproco generalizzato (G.R.M.) proposto da Palmer (1980).

Il G.R.M. è un metodo interpretativo che si basa su tempi d'arrivo da energizzazioni coniugate, effettuate cioè da parti opposte del profilo sismico; tramite la determinazione di due funzioni (analisi della velocità e tempo-profondità) si determinano le velocità e quindi le profondità dei rifrattori individuati sulle dromocrone.

La funzione di analisi della velocità corrisponde al tempo necessario al raggio sismico a percorrere un tratto di lunghezza nota sul rifrattore (distanza intergeofonica), per cui la sua determinazione permette di ottenere una precisa stima della velocità delle onde sismiche nel rifrattore stesso. Tramite un procedimento di migrazione dei dati, sia la funzione tempo-profondità che quella di analisi della velocità vengono calcolate per distanze intergeofoniche crescenti (da 0 a multipli interi dell'equidistanza dei geofoni); viene scelta poi quella distanza per la quale le curve presentano il miglior andamento rettilineo.

I limiti del metodo a rifrazione risiedono nella impossibilità teorica di rilevare successioni stratigrafiche composte da strati a velocità decrescente con la profondità, in tal caso lo strato o gli strati non possono essere messi in evidenza dalle onde rifratte in quanto l'energia incidente, al contatto fra la sommità dello strato e la base dello strato sovrastante a più alta velocità, subisce una flessione verso il basso e non può venire di conseguenza rifratta; tale situazione è nota come "orizzonte nascosto". Altra limitazione consiste nella presenza di uno strato a velocità intermedia ma di ridotto spessore; anche in questo caso l'orizzonte

ILARIA ROSSETI GEOLOGO

Via G. Pascoli 20, Montevarchi (Ar) - Via Duca Degli Abruzzi 19/a, San Giustino valdarno (Ar)
Tel. 3381207469-fax 055981946 - e.f. RSSLR176843D583M - P.iva 01954000517

non produce alcun cambiamento di pendenza sulle dromocrone, e non è quindi sismicamente rilevabile. Ambedue le situazioni stratigrafiche portano a sovraestimare o sottostimare lo spessore delle coperture. Quando da altri rilievi si è a conoscenza della possibile presenza di orizzonti sismici nascosti è possibile, in fase di elaborazione dei dati con il metodo G.R.M., la verifica dello spessore di tali zone, poiché negli strati nascosti si ha sempre un aumento di velocità con la profondità, ma il loro spessore è sottile e/o il contrasto di velocità con lo strato sottostante è così piccolo, per cui i raggi sismici che partono da questi strati vengono oscurati dai raggi che partono dallo strato sottostante. Gli strati a bassa velocità presentano invece una velocità sismica minore rispetto allo strato sovrastante (inversione di velocità), per cui alla loro interfaccia non si verifica una rifrazione critica e così non vengono evidenziati sul grafico tempo-distanza. L'individuazione di eventuali strati nascosti e/o inversioni di velocità viene effettuata attraverso il confronto fra i valori delle funzioni tempo-velocità misurate e quelle ricalcolate in base al valore di XY utilizzata per l'elaborazione (Palmer 1980).

Materiale	V P m/sec	V SH m/sec	
		VP/VS 1.9 - 3.5	VP/VS 1.9 - 3.5
Detrito superficiale alterato	300 - 600	86 - 158	171 - 316
Ghiaia, pietrisco, sabbia asciutta	500 - 900	143 - 263	257 - 474
Sabbia bagnata	600 - 1800	171 - 316	514 - 947
Argilla	900 - 2700	257 - 474	771 - 1421
Acqua	1430 - 1680	-	-
Arenaria	1800 - 4000	514 - 947	1143 - 2105
Scisti argillosi	2500 - 4200	714 - 1316	1200 - 2211
Calcere	2000 - 6000	571 - 1053	1714 - 3158
Sale	4200 - 5200	1200 - 2211	1486 - 2737
Granito	4000 - 6000	1143 - 2105	1714 - 3158
Rocce metamorfiche	3000 - 7000	857 - 1579	2000 - 3684

Tabella I - Velocità dei principali materiali.

3 Presentazione dei dati

Nella presente relazione vengono forniti i seguenti elaborati:

- planimetria con ubicazioni delle indagini

ILARIA ROSSETI GEOLOGO

Via G. Pascoli 20, Montevarchi (Ar) - Via Duca Degli Abruzzi 19/a, San Giustino valdarno (Ar)
Tel. 3381207469-fax 055981946 -c.f. RSSLR176843D583M-P.iva 01954000517

- sezioni sismiche, rappresentazioni bidimensionali delle velocità sismiche e degli spessori degli strati individuati lungo il profilo
- tabulati numerici delle velocità delle onde sismiche e degli spessori relativi ad ogni strato rilevato per ciascuna sezione sismica
- registrazioni di campagna e dromocrone relative.

4 Risultati dell'indagine

L'indagine ha messo in evidenza la presenza di due orizzonti sismici con le seguenti classi di velocità delle onde di taglio SH:

$$V1 = 93-123 \text{ m/s}$$

$$V2 = 509 - 600 \text{ m/s}$$

Il primo orizzonte, con uno spessore compreso tra 3.9 m e 6.9 m, è riferibile a terreno naturale arenato ed ai depositi sedimentari scarsamente addensati. Il secondo orizzonte sismico può essere messo in relazione, anche sulla base delle prove DPSH eseguite, con il passaggio ad un livello di ghiaie addensate.

5 Normativa sismica e calcolo del parametro V_{s30}

L'Ordinanza P.C.M. n°3274/03, con modifiche nel D.M. 14.01.2008, istituisce diverse categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto. Tali categorie vengono definite in base al calcolo del parametro V_{s30} che è dato da:

$$V_{s30} = 30 / \sum_{i=1,N} (h_i/V_i)$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore (in metri) e la velocità delle onde di taglio SH (in m/s) dello strato i -esimo, per un totale di N strati presenti nei primi 30 m di profondità. I valori di V_{s30} calcolati lungo il profilo variano fra 411 m/s e 466 m/s con un valore medio di **426 m/s** che rientra nella **categoria B** dei suoli di fondazione.

Categorie di Suolo di Fondazione	V_{s30} m/s	$N_{sp} - C_u$
A Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.	$V_{s30} > 800$	
B Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto	$360 < V_{s30} < 800$	$N_{sp} > 50$

ILARIA ROSSETI GEOLOGO

Via G. Pascoli 20, Montevarchi (Ar) – Via Duca Degli Abruzzi 19/a, San Giustino valdarno (Ar)
Tel. 3381207469-fax 055981946 – c.f. RSSLRI76843D583M – P.iva 01954000517

addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s		$C_u > 250$ kPa
C Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s	$180 < V_{s30} < 360$	$15 < N_{sp} < 50$ $70 < C_u < 250$ kPa
D Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} inferiori a 180 m/s	$V_{s30} < 180$	$N_{sp} < 15$ $C_u < 70$ kPa
E Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s)	$V_{s30} < 360$	
S1 Depositi di terreni caratterizzati da valori di V_{s30} inferiori a 100 m/s, che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche	$V_{s30} < 100$	$10 < C_u < 20$ kPa
S2 Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti		

Tabella II – Categorie di suolo di fondazione

6 Caratteristiche della strumentazione

Il sistema di acquisizione usato nella presente campagna d'indagini è composto da un sistema modulare della Geometrics così configurato:

Sismografo GEODE 48 canali (2 moduli a 24 canali) con Controller Stratavisor NZC:

- risoluzione segnale A/D 24 bit;
- escursione dinamica 144 dB, 110 dB istantanea a 2 ms;
- passo di campionamento da 0.02 a 16 ms indipendente dal tempo d'acquisizione;
- fino a 64.000 campioni per traccia;
- distorsione 0.0005% a 2ms, 1.75 – 208 Hz;
- amplificazione del segnale da 0 a 36 dB;
- filtri anti-aliasing a 90 dB della frequenza di Nyquist;
- filtri digitali low-cut, high-cut, notch;

ILARIA ROSSETI GEOLOGO

Via G .Pascoli 20, Montevarchi (Ar) –Via Duca Degli Abruzzi 19/a, San Giustino valdarno (Ar)
Tel .3381207469-fax 055981946 –e.f.RSSLRI76843D583M–P.iva 01954000517

- precisione trigger in sommatoria 1/32 del passo di campionamento;
- pre-trigger fino a 4096 campioni, delay sino a 1.000 ms;
- salvataggio dati in formato SEG-2 su hard-disk incorporato;
- 24 geofoni orizzontali con frequenza propria di 4.5 Hz;
- sistema di starter (trigger) mediante accelerometro;
- energizzazione mediante mazza da 5 Kg, minibang calibro 8, grave da 30/60 kg.



ILARIA ROSSETI GEOLOGO

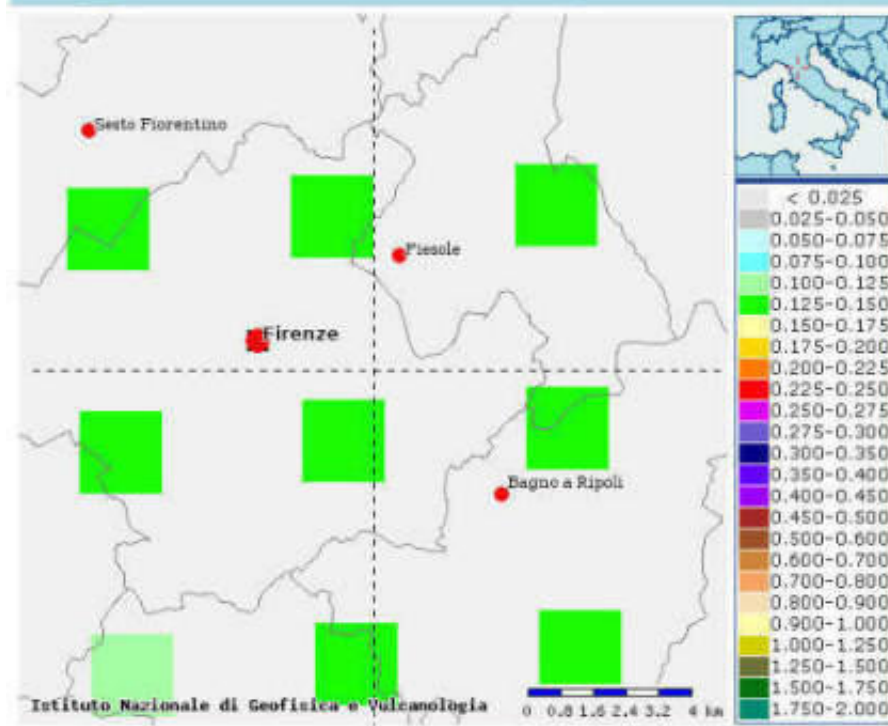
Via G. Pascoli 20, Montevarchi (Ar) - Via Duca Degli Abruzzi 19/a, San Giustino valdarno (Ar)
Tel. 3381207469-fax 055981946 -c.f. RSSLR176843D583M-P.iva 01954000517

APPENDICE IV

**MAPPE DELLA
PERICOLOSITA'
SISMICA (INGV)**

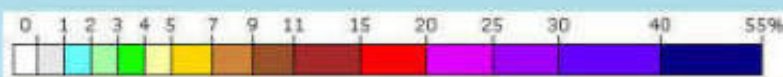
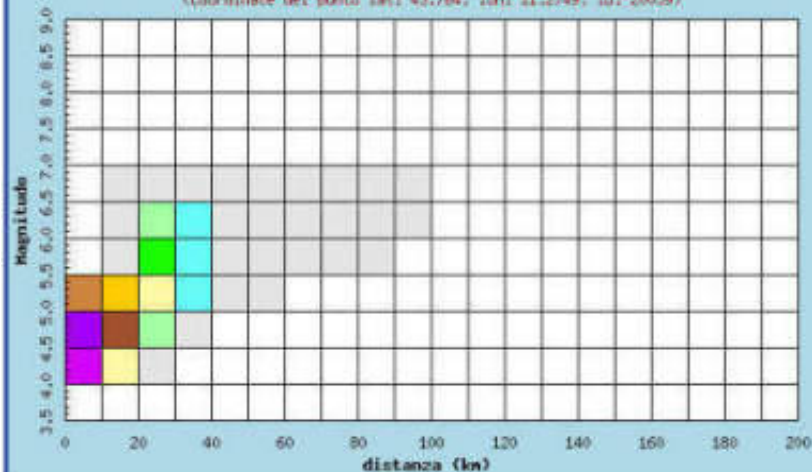


Mappe interattive di pericolosità



Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
Disaggregazione del valore di $a(g)$ con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

(Coordinate del punto lat: 43.764, lon: 11.2749, ID: 20059)



Contributo percentuale alla pericolosità

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
4.910	12.300	1.090