



COMUNE DI PRATO

PIANO DI RECUPERO DELL'AREA DI PRATILIA



COMMITTENTE	<i>ESSELUNGA S.p.a.</i>	<i>Via Tevere, 3 50019 Sesto Fiorentino(FI) P.I. 04916380159</i>		
PROGETTO PIANO DI RECUPERO PROGETTO EDIFICIO DIREZIONALE	<i>Arch. Paolo Bartolini</i>	<i>Via Lorenzo il Magnifico 72, Firenze Tel: +3955482729 e-mail: studio@paolobartolini.191.it C.F.: BRTPLA45D13B251M</i>		
PROGETTO EDIFICIO COMMERCIALE	<i>Arch. Fabio Nonis</i>			
CONSULENZA PER MOBILITA'	<i>Arch. Sergio Beccarelli</i>	<i>Policroo S.r.l.</i>		
INDAGINI GEOLOGICO GEOTECNICHE	<i>Geol. Marco Palazzetti</i>	<i>Via del Poggetto 439/L, 55100 Lucca Tel. 0583-510474 fax: 0583-509084 e-mail: info@studiogeolink.it</i>		
OGGETTO	RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA			
TAVOLA N°	INDAGINI GEOLOGICHE			
	Prog. n°	Scala	File	Data
				Novembre 2010

INDICE

1) PREMESSA E RIFERIMENTI NORMATIVI.....	2
RELAZIONE GEOLOGICA.....	5
2) LINEAMENTI GEOLOGICI GENERALI	5
3) CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO-STRATIGRAFICA E IDROGEOLOGICA.....	6
3.1) CAMPAGNA GEOGNOSTICA	6
3.2) STRATIGRAFIA	7
3.3) CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI.....	8
3.4) IDROGRAFIA.....	11
3.5) IDROGEOLOGIA	11
3.6) SISMICITÀ DELL'AREA E PARAMETRI SISMICI.....	12
RELAZIONE GEOTECNICA.....	15
4) VALUTAZIONI GEOTECNICHE RELATIVE ALLA FATTIBILITA' DELL'OPERA.....	15
4.1) SPECIFICHE DI PROGETTO	15
4.2) MODELLO GEOTECNICO.....	15
4.3) VALUTAZIONI RELATIVE ALLA SISMICITÀ DELL'AREA	17
4.4) PROBLEMATICHE DA AFFRONTARE IN FASE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA	18

ALLEGATI FUORI TESTO

ALLEGATO 1	Log sondaggi stratigrafici
ALLEGATO 2	Prospezione sismica down-hole
ALLEGATO 3	Certificati prove di laboratorio

TAVOLE FUORI TESTO

TAVOLA 1	Carta geologica	scala 1:10.000
	Stralcio CTR	scala 1:2.000
	Estratti da Regolamento Urbanistico	fuori scala
	Estratto da PAI Autorità Bacino F. Arno	fuori scala
TAVOLA 2	Planimetria generale	Scala 1:500
TAVOLA 3	Sezioni geologiche	Scala 1:500

1) PREMESSA E RIFERIMENTI NORMATIVI

Nel presente rapporto tecnico si illustrano le indagini geologico-tecniche svolte in merito al Piano di Recupero dell'area di Pratilia (Prato – PO).

Le indagini, finalizzate allo studio della situazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica della zona in cui ricade l'area di progetto e ad una valutazione delle caratteristiche geologico-tecniche del substrato di fondazione, sono state eseguite in accordo con la seguente normativa:

- Decreto Ministeriale 14.01.2008, Testo Unitario – *Norme Tecniche delle Costruzioni*;
- Consiglio superiore dei lavori pubblici, *Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche delle Costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008*, circolare 2 febbraio 2009;
- Piano Strutturale del Comune di Prato;
- Regolamento Urbanistico del Comune di Prato;
- Variante al Regolamento Urbanistico relativa all'assetto urbanistico del Viale L. Da Vinci per la localizzazione del polo espositivo multifunzionale;
- P.A.I. Autorità di Bacino Fiume Arno;
- Del. G.R.T. n. 431 del 19.06.06, "*Riclassificazione sismica del territorio regionale: Attuazione del D.M. 14.9.2005 e O.P.C.M. 3519 del 28 aprile 2006*".
- D.P.G.R. n. 36/R del 09/07/2009 "*Regolamento di attuazione dell'art. 117 commi 1 e 2 della L.R. n. 1 del 03/01/2005 (Norme per il governo del territorio). Disciplina sulle modalità di svolgimento delle attività di vigilanza e verifica delle opere e delle costruzioni in zone soggette a rischio sismico*".

Per quanto riguarda le definizioni di pericolosità geologica-geotecnica e idraulica si riporta un estratto della Variante al Regolamento Urbanistico sopracitata:

SCHEDA DI FATTIBILITA' N° 06 (pag.3)**Nodo 1 – UMI 2 – Comparto 4 "Pratilia"**

OBIETTIVI E DESTINAZIONI D'USO: L'intervento si propone di demolire e riedificare a fini residenziali, commerciale e ricettivo un complesso di edifici in parte in stato di abbandono o con usi impropri.

Parametri urbanistici ed edilizi

Superficie Ambito (mq)	USO	S.U.L (mq)	abitanti	Verde di progetto (mq)	Parcheggi e piazze di progetto (mq)	Servizi di progetto (mq)	Totale standard di progetto (mq)
32.200	commerciale (grande distr.), direzionale	14.500 9.000	0	2.610 1.404 4.014	2.610 1.404 4.014	0,0	8.028

Modalità di attuazione

L'intervento caratterizzante il Progetto Unitario è: **SE – Sostituzione Edificato Esistente**
Gli interventi previsti nell'area di trasformazione si attueranno tramite Piano Attuativo di iniziativa pubblica.

PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA**1**

classe di pericolosità geomorfologica bassa (G.1) – area pianeggiante e sub-pianeggiante in cui i processi geomorfologici, le caratteristiche litologiche e/o giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di movimenti di massa.

PERICOLOSITA' IDRAULICA**2**

classe di pericolosità idraulica media (I.2) - area situata in posizione elevata rispetto ad un possibile battente idraulico provocato da un evento di piena con tempo di ritorno di 500 anni. Nella cartografia del P.A.I. l' area d' intervento è compresa nella zona P.I.1 (art.8 delle norme di attuazione).

PERICOLOSITA' SISMICA**3**

classe di pericolosità sismica locale elevata (S.3) - zona con presenza di depositi alluvionali granulari che possono provocare fenomeni di amplificazione stratigrafica della velocità delle onde sismiche.

FATTIBILITA' GEOMORFOLOGICA, IDRAULICA E SISMICA**3**

In base alle precedenti considerazioni sulla pericolosità geomorfologica, idraulica e sismica, tenendo conto del tipo d'intervento previsto (SE – Sostituzione Edificato Esistente) si assegna al Piano Attuativo una fattibilità condizionata (F.3) dovuta alle problematiche legate a fenomeni di amplificazione stratigrafica della velocità delle onde sismiche

Per quanto riguarda la cartografia dell'AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME ARNO, relativa al rischio idraulico, viene indicato quanto segue:

Carta del rischio idraulico del Bacino del Fiume Arno:

- area esterna alle perimetrazioni di rischio idraulico

Nelle indagini geologico-tecniche svolte a supporto della variante Nodo 1, UMI 2, Comparto 4 "Pratilia" è indicato quanto segue:

INDICAZIONI PROGETTUALI PER IL SUPERAMENTO DELLE PROBLEMATICHE

Area potenzialmente soggetta ad amplificazione diffusa del moto del suolo dovuta alla differenza di risposta sismica tra substrato e copertura causata da fenomeni di amplificazione sismica. In questo contesto, in fase di progettazione, si deve prevedere una campagna di indagini geofisica e geotecnica che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica dei terreni tra alluvioni e bedrock sismico.

Per una più specifica organizzazione della campagna d'indagini possono essere consultati, sul database del Comune di Prato (<http://mapserver.comune.prato.it/geopub/home/home.htm>), i report delle indagini geognostiche n°133, 138, 142. Si deve inoltre considerare che il Piano Attuativo è parzialmente interessato da un'area di rispetto di un pozzo destinato al consumo umano, per questo motivo, ai sensi del D.Lgs. n.152/06, all'interno di tale area sono vietate le seguenti attività:

- a) dispersione di fanghi ed acque reflue, anche se depurati;
- b) accumulo e spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi
- c) dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche provenienti da piazzali e strade;
- d) aree cimiteriali;
- e) apertura di cave che possono essere in connessione con la falda;
- f) apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione della estrazione ed alla protezione delle caratteristiche quali-quantitative della risorsa idrica;
- g) dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche provenienti da piazzali e strade;
- h) aree cimiteriali;
- i) gestione di rifiuti;
- j) stoccaggio di prodotti ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;
- k) centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
- l) pozzi perdenti.

RELAZIONE GEOLOGICA

2) LINEAMENTI GEOLOGICI GENERALI

L'area in esame ricade nel settore sud-orientale dell'ampia pianura compresa tra Pistoia e Firenze e corrispondente al bacino lacustre quaternario (Villafranchiano Superiore) omonimo. Tale bacino, originatosi in conseguenza di una fase distensiva che ha interessato, a partire dal Miocene Superiore, vaste zone dell'Appennino settentrionale, risulta delimitato e condizionato nella sua evoluzione da due sistemi principali di faglie dirette:

- un sistema NW-SE che ha determinato l'allungamento del bacino in questa direzione e di cui fa parte la faglia Agliana-Fiesole che borda il margine settentrionale del bacino;
- un sistema NE-SW che ha portato alla suddivisione del bacino, lungo la linea di faglia Castello-Scandicci, in due settori, uno settentrionale (bacino di Pistoia-Prato) con spessore massimo dei sedimenti quaternari intorno a 500-550 m nella zona di Campi Bisenzio - Calenzano, ed uno meridionale (Bacino di Firenze), che costituisce invece un blocco rialzato con spessore massimo di sedimenti di origine fluvio-lacustre non superiore ai 60-120 m .

In sintesi si può ipotizzare la seguente storia evolutiva relativa al Bacino di Pistoia-Prato e di Firenze:

In conseguenza del primo sprofondamento (legato al sistema di faglie NW-SE) si ha un accumulo di sedimenti portati dai vari immissari nel paleoalveo del lago; in seguito all'attivazione del sistema di faglie NE-SW si ha un innalzamento del bacino di Firenze ed un suo svuotamento nel bacino di Pistoia-Prato.

Nella pianura fiorentina, così prosciugata, si impianta un reticolo fluviale, confluyente nel lago di Pistoia-Prato all'incirca nella zona delle Cascine, che dà luogo ad un conoide, caratterizzato da depositi grossolani (orizzonte Firenze 3, secondo *Capecchi, Guazzone, Pranzini, 1975*) derivanti principalmente dall'erosione di sedimenti lacustri della conca di Firenze (orizzonte Firenze 4), che si estende da Osmannoro a Campi Bisenzio; i depositi grossolani si vengono così a sovrapporre ai depositi più tipicamente lacustri.

Nel bacino di Pistoia-Prato continua invece la sedimentazione lacustre, probabilmente fino al riempimento, con la formazione di aree paludose residue.

Nella pianura di Pistoia-Prato-Firenze, finalmente unificata, si sviluppa un reticolo idrografico, facente capo al collettore principale rappresentato dal F. Arno, che distribuisce le alluvioni più grossolane nelle aree di Firenze e di Scandicci (orizzonte Firenze 2).

Una diminuzione dell'apporto grossolano da parte dei fiumi determina, in seguito, la sedimentazione finale dei depositi argillosi, limosi e sabbiosi più recenti (orizzonte Firenze 1) corrispondenti agli attuali terreni affioranti.

Tutto il complesso dei depositi alluvionali fluviali e fluvio-lacustri poggia sul substrato roccioso costituente il fondo ed i fianchi dell'antico lago; le rocce che lo costituiscono appartengono alle stesse formazioni geologiche che affiorano sulle colline circostanti.

3) CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO-STRATIGRAFICA E IDROGEOLOGICA

3.1) Campagna geognostica

La campagna geognostica è stata svolta ai sensi delle NTA del D.M. 14.01.2008 – Norme Tecniche Costruzioni e del D.P.G.R.. 9 luglio 2009, n. 36/R (Regolamento di attuazione dell'Art. 117, commi 1 e 2 della L.R. 3 gennaio 2005, n. 1 - Norme per il governo del territorio; disciplina sulle modalità di svolgimento delle attività di vigilanza e verifica delle opere e delle costruzioni in zone soggette a rischio sismico) che individua, per l'intervento previsto, la classe di indagine n. 4 riferita a opere di volume lordo superiore a 6000 m³ o altezza in gronda superiore a 20 m.

In accordo con la normativa vigente è stata condotta la seguente campagna di indagini:

- n. 3 sondaggi a carotaggio continuo spinti a profondità di 35 m (S1 e S3) e 40 m (S2) dal piano di campagna,
- esecuzione di prove SPT in avanzamento nel foro,
- prelievo di n. 3 campioni indisturbati (campionatore Shelby) sui quali sono state effettuate prove di laboratorio (prove di taglio diretto, granulometrie, limiti di consistenza)
- prelievo di n. 22 campioni rimaneggiati
- n. 1 prospezione sismica Down Hole nel perforo del sondaggio S2 appositamente condizionato
- installazione di piezometri a tubo aperto per la misurazione del livello di falda nei perfori dei sondaggi S1 e S3.

Si precisa che a causa della scarsa accessibilità all'area non è stato possibile effettuare ulteriori indagini, in ogni caso data l'omogeneità riscontrata, si ritiene che le indagini effettuate siano sufficienti a caratterizzare i terreni di fondazione.

Ad integrazione dei dati ricavati è stata inoltre effettuata una revisione dei dati geologici e stratigrafici disponibili per l'area in questione con particolare riferimento ai seguenti studi:

- *Il bacino lacustre di Firenze-Prato-Pistoia. Geologia del sottosuolo e ricostruzione evolutiva; Capecchi F., Guazzone G. & Pranzini G., Boll. Soc. Geol. It., 94 (1975)*
- *Indagini geologiche di supporto alla redazione del Piano Strutturale e del Regolamento urbanistico*

3.2) Stratigrafia

Il lotto in esame si trova interamente sui depositi di conoide alluvionale ad una quota di circa 50 m s.l.m.

Per la determinazione della stratigrafia dei terreni di fondazione sono stati effettuati n. 3 sondaggi a carotaggio continuo dai quali è stato possibile ricavare le seguenti stratigrafie riferibili ad una successione di sedimenti alluvionali di età quaternaria superiore (*Allegato 1 – Log sondaggi stratigrafici*):

SONDAGGIO S1

PROFONDITA' (m da p.c.)	DESCRIZIONE LITOLOGICA
0,0 – 1,4	Riporto eterogeneo: prevalenza di clasti grossolani
1,4 – 5,6	Limo con argilla sabbiosa poco plastica
5,6 – 9,0	Ghiaia con sabbia in matrice limoso argillosa poco plastica
9,0 – 10,9	Limo con ghiaia sabbiosa debolmente argillosa
10,9 – 11,2	Limo argilloso sabbioso
11,2 – 15,2	Ghiaia con sabbia in matrice limoso argillosa poco plastica
15,2 – 15,4	Sabbia fine limosa
15,4 – 18,1	Limo argilloso sabbioso poco plastico con presenza di inclusi ghiaiosi
18,1 - 18,6	Limo argilloso sabbioso poco plastico
18,6 – 19,0	Ghiaia fine media ciottolosa in matrice sabbiosa-limosa
19,0 – 20,0	Ghiaia fine media ciottolosa in matrice limoso-sabbiosa debolmente argillosa
20,0 – 20,5	Limo con argilla sabbiosa plastica
20,5 – 28,5	Ghiaia con sabbia in matrice limoso argillosa poco plastica
28,5 – 29,2	Limo debolmente argilloso con clasti e ciottoli
29,2 – 35,0	Ghiaia con sabbia in matrice limoso argillosa poco plastica

Profondità della falda: -15,72 m dal p.c.

SONDAGGIO S2

PROFONDITA' (m da p.c.)	DESCRIZIONE LITOLOGICA
0,0 – 1,0	Riporto eterogeneo: prevalenza di clasti grossolani
1,0 – 3,3	Limo sabbioso e sabbia fine debolmente ghiaiosa
3,3 – 6,3	Ghiaia con sabbia in matrice limoso argillosa poco plastica
6,3 – 7,7	Ghiaia da fine media in matrice sabbiosa-limosa
7,7 – 8,7	Ghiaia ciottolosa
8,7 – 9,2	Limo argilloso
9,2 – 9,7	Limo sabbioso argilloso debolmente ghiaioso poco plastico
9,7 – 11,1	Ghiaia ciottolosa in matrice sabbiosa-limosa
11,1 - 13,2	Limo con argilla sabbiosa di colore marrone molto compatto poco plastico
13,2 – 18,7	Ghiaia sabbiosa in matrice limoso argillosa poco plastica
18,7 – 19,6	Limo omogeneo
19,6 – 20,5	Limo argilloso sabbioso poco plastico
20,5 – 40,0	Ghiaia con sabbia in matrice limoso argillosa poco plastica** Con livelli di limo con ghiaia debolmente argilloso

Profondità della falda: non misurabile (sondaggio condizionato per prova down-hole)

SONDAGGIO S3

PROFONDITA' (m da p.c.)	DESCRIZIONE LITOLOGICA
0,0 – 1,7	Riporto eterogeneo: prevalenza di clasti grossolani
1,7 – 2,5	Limo sabbioso fine
2,5 – 3,2	Limo sabbioso fine con ciottoli
3,2 – 10,2	Ghiaia sabbiosa in matrice limoso argillosa poco plastica
10,2 – 12,8	Limo con argilla di colore marrone molto compatto poco plastico
12,8 – 17,7	Ghiaia con sabbia in matrice limoso argillosa poco plastica
17,7 – 20,3	Limo con sabbia argillosa di colore marrone molto compatto poco plastico
20,3 – 20,8	Limo sabbioso argilloso poco plastico
20,8 – 29,0	Ghiaia con sabbia in matrice limoso argillosa poco plastica
29,0 – 35,0	Limo con sabbia e ghiaia debolmente argilloso
<i>Profondità della falda: -14,91 m dal p.c.</i>	

Si tratta di una successione di terreni piuttosto omogenea caratterizzata dalla presenza di tre orizzonti principali:

Orizzonte 1: Terreno di riporto

Costituisce i primi metri dal piano di campagna con spessore variabile da 1,0-1,70 m a seconda dell'ubicazione.

Orizzonte 2: Ghiaia con sabbia in matrice limoso argillosa.

Rappresenta il litotipo dominante in tutti e tre i sondaggi.

Orizzonte 3: Limo argilloso e limo argilloso sabbioso

Costituisce il primo orizzonte al di sotto dei terreni di riporto (con spessori medi compresi tra 1,5-4,0 m) e si ripresenta in sottili livelli intercalati alle ghiaie che caratterizzano l'orizzonte 2.

3.3) Caratteristiche geotecniche dei terreni

La caratterizzazione geotecnica dei terreni, è stata effettuata utilizzando i parametri ricavati dalle prove di taglio diretto condotte sui 3 campioni indisturbati e sulle numerose prove S.P.T. (*Standard Penetration Test*) effettuate in avanzamento nei fori di sondaggio, dalle quali, mediante opportune correlazioni, sono stati ricavati i parametri geotecnici.

Nelle seguenti tabelle sono stati riportati i parametri ricavati.

Dove:

c' = coesione

φ = angolo di attrito interno

E_d = Modulo edometrico

γ = peso di volume del terreno asciutto

SONDAGGIO S1

Profondità (m da p.c.)	Descrizione litologica	Prova SPT		Parametri geotecnici			
		Profondità m p.c.	Nspt (Nspt corr)	c kg/cm ²	φ °	Ed kg/cm ²	γ t/m ³
0,0 – 1,4	Terreno di riporto						
1,4 – 5,6	Limo con argilla sabbiosa poco plastica**	1,5 m	27		35	120-160	
		3,2 m	25		34	110-150	
5,6 – 9,0	Ghiaia con sabbia in matrice limoso argillosa poco plastica**	6,0 m	29 (28,0)		34 - 35	320 – 340	
9,0 – 10,9	Limo con ghiaia sabbiosa debolmente argillosa**	9,0 m	15 (12,3)		31	160 – 180	
10,9 – 11,2	Limo argilloso sabbioso**						
11,2 – 15,2	Ghiaia con sabbia in matrice limoso argillosa poco plastica **	12,5 m	20 (13,7)		31-32	170 – 190	
15,2 – 18,1	Limo argilloso sabbioso poco plastico con presenza di inclusi ghiaiosi**	15,6 m	17 (10,1)		30	135 – 155	
18,1 – 18,6	Limo argilloso sabbioso poco plastico**						
18,6 – 19,0	Ghiaia fine media ciottolosa in matrice sabbiosa-limosa						
19,0 – 20,0	Ghiaia fine media ciottolosa in matrice limoso-sabbiosa debolmente argillosa						
20,0 – 20,5	Limo con argilla sabbiosa plastica**	20,0 m	25 (13,7)		31-32	170 – 190	
20,5 – 28,5	Ghiaia con sabbia in matrice limoso argillosa poco plastica**	24,3 m	35 (18,0)		32-33	220 – 240	
28,5 – 29,2	Limo debolmente argilloso con clasti e ciottoli	28,0 m	26 (12,7)		31	160 - 180	
29,2 – 35,0	Ghiaia con sabbia in matrice limoso argillosa poco plastica**						

** descrizione litologica da prove granulometriche

SONDAGGIO S2

Profondità (m da p.c.)	Descrizione litologica	Prova SPT		Parametri geotecnici			
		Profondità m p.c.	Nspt (Nspt corr)	c' kg/cm ²	φ °	Ed kg/cm ²	γ t/m ³
0,0 – 1,0	Terreno di riporto (1)						
1,0 – 3,3	Limo sabbioso e sabbia fine debolmente ghiaiosa						
3,3 – 6,3	Ghiaia con sabbia in matrice limoso argillosa poco plastica**						
6,3 – 7,7	Ghiaia da fine media in matrice sabbiosa-limosa	6,0 m	34 (32,8)		36 - 37	370 - 390	
7,7 – 8,7	Ghiaia ciottolosa						
8,7 – 9,7	Limo sabbioso argilloso debolmente ghiaioso poco plastico**						
9,7 – 11,1	Ghiaia ciottolosa in matrice sabbiosa-limosa	10,5 m	33 (25,2)		34 - 35	290 - 310	
11,1 – 13,2	Limo con argilla sabbiosa di colore marrone molto compatto poco plastico**			0,104*	28,4*		1,90*
13,2 – 18,7	Ghiaia sabbiosa in matrice limoso argillosa poco plastica**	16,5 m	22 (12,8)		31	160 - 180	
18,7 – 20,5	Limo argilloso sabbioso poco plastico**						
20,5 – 33,0	Ghiaia con sabbia in matrice limoso argillosa poco plastica**	20,8 m	35(18,8)		32 – 33	225 – 245	
		24,3 m	31(16,0)		32	190 – 210	
		27,8 m	20 (9,8)		29 – 30	130 – 150	
33,0 – 40,0	Limo con ghiaia debolmente argilloso**	32,6 m	19 (8,6)		29 – 30	120 – 140	
		36,5 m	17 (6,9)		28 – 29	100 – 120	

* dati derivati da prove di taglio diretto

** descrizione litologica da prove granulometriche

SONDAGGIO S3

Profondità (m da p.c.)	Descrizione litologica	Prova SPT		Parametri geotecnici			
		Profondità m p.c.	Nspt (Nspt corr)	c kg/cm ²	φ	Ed kg/cm ²	γ t/m ³
0,0 – 1,7	Terreno di riporto (1)						
1,7 – 3,2	Limo sabbioso con ciottoli						
3,2 – 10,2	Ghiaia sabbiosa in matrice limoso argillosa poco plastica**	5,6 m	12		30 - 31	155 - 175	
10,2 – 12,8	Limo con argilla di colore marrone molto compatto poco plastico**			0,21*	26,4*		2,05*
12,8 – 17,7	Ghiaia con sabbia in matrice limoso argillosa poco plastica**	13,3 m 16,0 m	17 (11,6) 21 (12,4)		30-31 31	150 – 170 160 - 180	
17,7 – 20,8	Limo con sabbia argillosa di colore marrone molto compatto poco plastico** Limo sabbioso argilloso poco plastico**			0,124*	29,5*		1,99*
20,8 – 29,0	Ghiaia con sabbia in matrice limoso argillosa poco plastica**	23,0 m 27,0 m	25 (13,2) 29 (14,4)		31-32 31-32	170 – 190 180 – 200	
29,0 – 35,0	Limo con sabbia e ghiaia debolmente argilloso**	31 m 33,6 m	28 (13,2) 33 (14,9)		31-32 32	170 – 190 185 – 205	

* dati derivati da prove di taglio diretto

** descrizione litologica da prove granulometriche

3.4) Idrografia

Il reticolo idrografico principale è rappresentato dal F. Bisenzio che scorre da NW verso SE circa 1,8 km ad Est dell'area in esame.

Come evidenziato dalla cartografia di rischio idraulico dell'Autorità di Bacino del F. Arno, che classifica l'area come esterna alle perimetrazioni di rischio idraulico, il F. Bisenzio non interferisce negativamente con l'area in oggetto in merito ad eventuali problematiche di carattere idraulico.

Localmente è presente un fosso, adibito a collettore delle acque bianche, che attualmente attraversa circa da Nord a Sud l'area in esame, ma di cui è stato approvato lo spostamento al limite Est dell'area per non interferire con quanto previsto dal Piano di Recupero.

3.5) Idrogeologia

I depositi di conoide su cui insiste l'area in esame, sono sede di un acquifero freatico direttamente alimentato dal F. Bisenzio, il quale nel sottosuolo tende a seguire il suo antico deflusso, dando luogo ad una falda freatica con cresta allungata verso S.

La falda, presenta gradienti piezometrici mediamente prossimi allo 0,9% in direzione SE, livellando a circa 16 m dal p.c. in corrispondenza dell'area in esame (v. Tavola 1 – estratto da

“Variante al Regolamento Urbanistico”); si tratta, come indicato, di valori medi, pertanto non è escluso che in occasione di intense e prolungate precipitazioni o, soprattutto in concomitanza con eventi di piena importanti del F. Bisenzio, si possano avere temporanee risalite, così come si possano avere anche situazioni di livelli più depressi a seguito di periodi siccitosi.

Dal rilevamento effettuato in data 30 agosto 2010 nei piezometri inseriti nei sondaggi S1 ed S3, sono risultati i seguenti livelli di falda (in m dal p.c.), da considerarsi tipici di una situazione di magra relativa dell'acquifero:

Piezometro	Profondità (dal p.c.)
S1	15,72 m
S3	14,91 m

3.6) Sismicità dell'area e parametri sismici

La campagna geofisica effettuata, mediante prova “Down hole” eseguita nel foro di sondaggio S2, è stata mirata, oltre alla determinazione della categoria di sottosuolo dei terreni di fondazione, anche alla valutazione dei contrasti delle velocità di propagazione delle onde sismiche nei litotipi sepolti.

Dai risultati della prova “Down-hole” relativa ai primi 40 m di profondità, sono state ricavate le seguenti velocità delle onde S (*Allegato 2 - Prospezione sismica down hole*):

$V_{s30} = 349,73$ m/sec velocità riferita al piano di campagna

$V_{s30} = 390,87$ m/sec velocità riferita al piano di fondazione medio presunto degli interrati (circa -8,80 m dal piano di campagna).

Ai sensi del D.M. 14/01/2008 tali velocità corrispondono alle seguenti categorie di suolo di fondazione:

Profondità considerata m p.c.	V_{s30} Categoria di sottosuolo	Descrizione
30,00 m	349,73 m/sec C	<u>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti</u> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina)
38,80 m	390,87 m/sec B	<u>Rocce tenere e depositi a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti</u> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina)

I parametri sismici sotto elencati riferiti al lotto in oggetto, sono stati ricavati dal sito www.geostru.it; i coefficienti sismici sono stati determinati sia per la categoria di suolo B che per la C.

SITO IN ESAME

Latitudine	43,865511
Longitudine	11,097833
Classe	3
Vita nominale	100

SITI DI RIFERIMENTO PER IL CALCOLO DEI PARAMETRI SISMICI

Sito 1	ID: 19612	Lat: 43,8598	Lon: 11,0634	Distanza: 2831,627
Sito 2	ID: 19613	Lat: 43,8612	Lon: 11,1327	Distanza: 2838,307
Sito 3	ID: 19391	Lat: 43,9112	Lon: 11,1308	Distanza: 5724,397
Sito 4	ID: 19390	Lat: 43,9098	Lon: 11,0615	Distanza: 5720,374

coordinate espresse in ED50

TABELLA DEI PARAMETRI SISMICI

	Probabilità di superamento	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81%	90	0,077 g	2,547	0,277 [s]
Danno (SLD)	63 %	151	0,093 g	2,532	0,285 [s]
Salvaguarda della vita (SLV)	10%	1424	0,206 g	2,398	0,314 [s]
Prevenzione dal collasso (SLC)	5 %	2475	0,243 g	2,408	0,320 [s]

CATEGORIA DI SUOLO B

PARAMETRI SISMICI

Categoria sottosuolo	B
Categoria topografica	T1
Periodo di riferimento	150 anni
Coefficiente cu	1,5

TABELLA DEI COEFFICIENTI SISMICI

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/S ²]	Beta [-]
Operatività (SLO)	1,200	1,420	1,000	0,018	0,009	0,901	0,200
Danno (SLD)	1,200	1,410	1,000	0,022	0,011	1,092	0,200
Salvaguarda della vita (SLV)	1,200	1,390	1,000	0,069	0,035	2,425	0,280
Prevenzione dal collasso (SLC)	1,170	1,380	1,000	0,080	0,040	2,793	0,280

CATEGORIA DI SUOLO C

PARAMETRI SISMICI

Categoria sottosuolo	C
Categoria topografica	T1
Periodo di riferimento	150 anni
Coefficiente cu	1,5

TABELLA DEI COEFFICIENTI SISMICI

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/S ²]	Beta [-]
Operatività (SLO)	1,500	1,600	1,000	0,023	0,011	1,126	0,200
Danno (SLD)	1,500	1,590	1,000	0,028	0,014	1,365	0,200
Salvaguarda della vita (SLV)	1,400	1,540	1,000	0,081	0,040	2,829	0,280
Prevenzione dal collasso (SLC)	1,350	1,530	1,000	0,092	0,046	3,223	0,280

RELAZIONE GEOTECNICA

4) VALUTAZIONI GEOTECNICHE RELATIVE ALLA FATTIBILITA' DELL'OPERA

4.1) *Specifiche di progetto*

Come indicato nella relazione tecnica del Piano di Recupero dell' "Area di Pratilia", il progetto si basa, oltre che sul mantenimento della porzione già ristrutturata e destinata a residenza, sulla realizzazione di due edifici di cui uno ad uso commerciale ed uno con funzione direzionale.

L'edificio commerciale sarà realizzato in corrispondenza del vecchio parcheggio di Pratilia, mentre l'edificio direzionale è previsto dove sorgeva il centro commerciale, ma in posizione molto arretrata per permettere di liberare quasi completamente l'angolo in prossimità della rotonda sulla Declassata.

Per maggiori dettagli, si rimanda alla relazione tecnica a supporto del Piano di Recupero, redatta dal Dott. Arch. Paolo Bartolini.

4.2) *Modello geotecnico*

Dall'analisi dei log dei sondaggi è stato delineato il seguente modello geotecnico rappresentativo delle condizioni stratigrafiche e fisico meccaniche dei terreni (in condizioni drenate - lungo termine).

In merito alla scelta dei parametri geotecnici, si osserva come le "Istruzioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – CSLP- sulle NTC" giustificano, nel caso di grandi volumi di terreno quali quelli interagenti con fondazioni superficiali, l'utilizzo di valori caratteristici coincidenti con i valori medi.

Il modello geotecnico rappresentativo dei terreni in corrispondenza del fabbricato ad uso centro commerciale, è stato delineato prendendo a riferimento i sondaggi S2 e S3 in quanto più vicini al sito di prevista ubicazione.

MODELLO GEOTECNICO S2 – S3 (Centro commerciale)

Profondità (m da p.c.)	Descrizione litologica	Parametri geotecnici				
		φ	c' Kg/cm ₂	γ t/m ³	γ_{sat} t/m ³	Ed kg/cm ²
0,0 – 1,5	Terreno di riporto					
1,5 – 3,3	Limi sabbiosi e sabbia fine debolmente ghiaiosa	34		1,8	1,9	150
3,3 – 9,0	Ghiaia con sabbia in matrice limoso argillosa poco plastica	31		2,0	2,1	170
9,0 – 13,2	Limo con argilla e limo sabbioso argilloso debolmente ghiaioso poco plastico	27	0,15	1,9	2,0	80
13,2 – 17,7	Ghiaia sabbiosa in matrice limoso argillosa poco plastica	31		2,0	2,1	160
17,7 – 20,8	Limo argilloso sabbioso poco plastico	29,5	0,124	1,99	2,1	100
20,8 – 29,0	Ghiaia con sabbia in matrice limoso argillosa poco plastica	31		2,0	2,1	180
29,0 – 40,0	Limo con ghiaia debolmente argilloso**	29		2,0	2,1	120

dove: φ = angolo di attrito interno; E_{ed} = Modulo edometrico; γ = peso di volume del terreno asciutto; ; γ_{sat} = peso di volume del terreno asciutto;

Per quanto concerne il modello geotecnico rappresentativo dei terreni in corrispondenza del fabbricato ad uso direzionale, è stato delineato prendendo a riferimento il sondaggio S1 in quanto più vicino al sito di ubicazione prevista.

MODELLO GEOTECNICO S1

Profondità (m da p.c.)	Descrizione litologica	Parametri geotecnici				
		φ	c' Kg/cm ₂	γ t/m ³	γ_{sat} t/m ³	Ed kg/cm ²
0,0 – 1,4	Terreno di riporto					
1,4 – 5,6	Limo con argilla sabbiosa poco plastica	34		1,8	1,9	150
5,6 – 9,0	Ghiaia con sabbia in matrice limoso argillosa poco plastica	34		2,0	2,1	320
9,0 - 11,2	Limo con ghiaia sabbiosa debolmente argillosa con livelli di limo argilloso sabbioso	31		2,0		170
11,2 – 15,2	Ghiaia con sabbia in matrice limoso argillosa poco plastica	31		2,0	2,1	180
15,2 – 18,6	Limo argilloso sabbioso poco plastico con presenza di inclusi ghiaiosi	30		2,0	2,1	140
18,6 – 28,5	Ghiaia con sabbia in matrice limoso argillosa poco plastica	32		2,0	2,1	230
28,5 – 29,2	Limo debolmente argilloso con clasti e ciottoli	31		2,0	2,1	170
29,2 – 35,0	Ghiaia con sabbia in matrice limoso argillosa poco plastica**	32		2,0	2,1	200

dove: φ = angolo di attrito interno; E_{ed} = Modulo edometrico; γ = peso di volume del terreno asciutto; ; γ_{sat} = peso di volume del terreno asciutto;

I modelli geotecnici ora descritti, redatti ai sensi delle N.T.A. del D.M. 14.01.2008, potranno essere presi come riferimento per il dimensionamento delle opere di progetto che prevedano un'interazione con i terreni.

4.3) Valutazioni relative alla sismicità dell'area

Nelle aree di pianura è da prendere in considerazione la possibilità che si verifichino, in seguito ad un sisma, dei fenomeni di cedimento e cedimento differenziale e fenomeni di liquefazione.

Il sufficiente grado di addensamento e compattazione dei litotipi presenti e l'assenza di motivi morfologici predisponenti, portano ad escludere l'esplicitarsi di amplificazioni significative del sisma e di cedimenti.

Il potenziale di liquefazione dei terreni sotto scuotimento sismico, fenomeno che può verificarsi in terreni monogranulari sotto falda limitatamente ai primi 10-15 m dalla superficie del terreno a causa della progressiva riduzione delle tensioni efficaci, può in prima analisi essere definito nullo in territori caratterizzati dalla Categoria di suolo tipo A e B; infatti solo nei terreni di tipo C ed E possono essere presenti livelli sabbiosi sciolti potenzialmente liquefacibili sotto scuotimento sismico. Inoltre si tenga presente che *Jamiolkowsky et alii. (2004)* affermano che non sono mai stati osservati fenomeni di liquefazione per terreni caratterizzati da $V_s > 200$ m/s (mentre nel caso in esame si hanno valori di V_s generalmente superiori fatta eccezione per un livello individuato tra 10 m e 14 m di profondità dove la velocità media stimata è appena inferiore a 200 m/s (V. All. 2). Le analisi granulometriche riferite a questo livello portano comunque ad escludere la possibilità di fenomeni di liquefazione per l'elevato assortimento granulometrico (v. All. 3, campioni S1R6 e S3R2).

4.4) Problematiche da affrontare in fase di progettazione esecutiva

In fase di progettazione esecutiva dovranno essere affrontate le seguenti problematiche:

- Definizione e dimensionamento delle opere di fondazione
- Verifica agli Stati Limite Ultimi e di Esercizio delle opere di fondazione
- Modalità di scavo e valutazioni in merito alle opere di sostegno provvisorio dei fronti di scavo
- Interazione opere livello di falda (nel caso siano intercettati acquiferi locali) ed eventuale prosciugamento dello scavo
- Valutazioni di dettaglio relative alla sismicità del sito
- Smaltimento delle acque meteoriche

Lucca, 02/11/2010

*GEOLINK – Studio geologico associato
di Roberta Giorgi & Marco Palazzetti*

Geol. Marco Palazzetti