

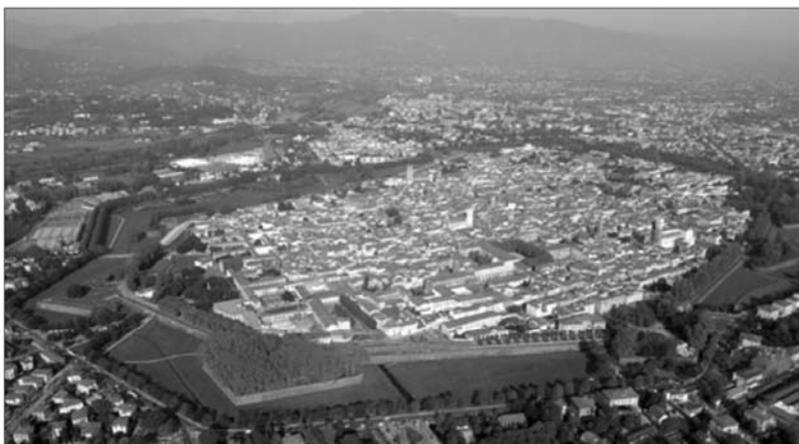


CITTA' DI LUCCA

Le ali alle tue idee



UNIONE EUROPEA  
FONDO EUROPEO  
DI SVILUPPO REGIONALE



REPUBBLICA ITALIANA

INTERVENTO DI RESTAURO DELL' EX CONVENTO DI SAN DOMENICO -  
EX MANIFATTURA TABACCHI  
*Centro per attività di contrasto al disagio*

PROGETTO STRUTTURALE  
PROGETTO ESECUTIVO

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO DI IMPRESE

UNIECO SOC. COOP.  
via Meuccio Ruini, 10 - 42124 - Reggio Emilia (RE) (Mandataria)

IMPRESA COSTRUZIONI EDILI E STRADALI DR. ING. MICHELE BIANCHI & C. srl  
via D. Chelini, 39 - 55100 - Lucca (LU) (Mandante)

R.A.M.A. srl  
vi. Castracani, 600 - 55100 - Lucca (Mandante)

MARTINELLI IMPIANTI  
via del Poggetto 439/h S. Anna - 55100 - Lucca (LU) (Mandante)

**Ing. BRUNO PERSICHETTI**  
ORDINE INGEGNERI della Provincia di PISA  
N° 1121 Sezione A  
INGEGNERE CIVILE E AMBIENTALE  
INDUSTRIALE, DELL'INFORMAZIONE

PROGETTO

COORDINAMENTO GENERALE  
A.I.C.E. Consulting S.r.l. con sede in via G. Boccaccio, 20 - 56010 - Ghezzano (PI)  
Pietro Carlo Pellegrini Architetto, via di Vicopelago, 3129 - Pozzuolo - 55100 Lucca (LU)

ARCHITETTONICO  
Pietro Carlo Pellegrini Architetto, via di Vicopelago, 3129 - Pozzuolo - 55100 Lucca (LU)

STRUTTURALE, IMPIANTI MECCANICI, ELETTRICI, PREVENZIONE INCENDI  
e COORDINAMENTO SICUREZZA FASE PROGETTAZIONE  
A.I.C.E. Consulting S.r.l. con sede in via G. Boccaccio, 20 - 56010 - Ghezzano (PI)

CONSULENTE PROGETTO RESTAURO  
Eugenio Vassallo Architetto, via Sandro Gallo, 54 - 30126 - Venezia Lido (VE)

CONSULENTE PROGETTO STRUTTURALE  
Massimo Dringoli Ingegnere, Lungarno Simonelli, 10 - 56126 - Pisa (PI)

CONSULENTE PROGETTO ARCHITETTONICO  
Alessandro Franco Architetto, RCF & P., c.so F.lli Cervi, 51 - 47838 - Riccione (RN)

Comune di Lucca  
RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO: Arch. Mauro Di Bugno

RELAZIONE GEOTECNICA

edificio

CD

elaborato

ST.REL.04

FILE :

1010-PE-ST-RTC-RelCalc-Contr\_al\_dis.docx

DATA : Settembre 2013

REV : 0



COMPETITIVITÀ  
DINAMISMO  
INNOVAZIONE

www.regione.toscana.it/creo

QUALITÀ

0	Settembre 2013	Prima emissione	MDC	FR	BP
Revisione	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Validato

**INDICE**

1	SOMMARIO .....	4
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	4
3	DESCRIZIONE DEL MANUFATTO .....	5
3.1	Morfologia.....	5
3.2	Organismo strutturale .....	5
3.3	Classificazione sismica.....	7
4	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI.....	7
4.1	Tipologia di intervento .....	7
5	CARATTERISTICHE DELL'OPERA .....	8
5.1	Vita nominale, Classe d'uso e Periodo di riferimento dell'azione sismica (§ 2.4 NTC) .....	8
6	VERIFICHE DI SICUREZZA GEOTECNICHE (GEO).....	10
6.1	Studio geologico e Indagini geognostiche .....	10
6.2	Descrizione dell'area .....	10
6.3	Descrizione delle opere di fondazione.....	11
6.4	Stratigrafia .....	11
6.5	Caratterizzazione geotecnica del terreno .....	12
6.6	Suscettibilità alla liquefazione.....	12
6.7	Categoria di sottosuolo per la definizione dell'azione sismica (§ 3.2.2 NTC) .....	12
6.8	Coefficiente di amplificazione stratigrafica (§ 3.2.2 NTC) .....	12
6.9	Verifica delle fondazioni .....	12

## 1 SOMMARIO

La presente relazione riferisce delle **verifiche geotecniche** delle opere da eseguirsi nell'ambito dei lavori di restauro della **porzione di edificio del complesso dell'ex "Manifattura Tabacchi" prospiciente piazza della Cittadella.**

Il tutto nell'ambito delle attività relative alla redazione del progetto esecutivo generale PiuSS Lucca Dentro, ai sensi dell'art.93 comma 5 del D.Lgs. 12 aprile 2006 n.163 (Codice dei Contratti Pubblici) e degli artt.35-45 del DPR 554/99 e s.m.i., nel rispetto delle indicazioni fornite dal progetto preliminare e definitivo.

L'obiettivo dello studio riportato nella presente relazione è quello di illustrare le ipotesi generali poste alla base del calcolo, i metodi di analisi seguiti, le modellazioni strutturali effettuate e la sintesi dei risultati ottenuti.

## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si elencano di seguito i principali riferimenti normativi adottati per lo svolgimento dell'incarico ed, in particolare, per la redazione del presente documento.

- **Deliberazione di Giunta Regionale Toscana n. 431 del 19 giugno 2006** - *Riclassificazione sismica del territorio regionale: Attuazione del D.M. 14.09.2005 e Ord. Pc:m: 3519 del 28.04.2006 pubblicata sulla G.U. dell'11.05.2006*
- **Legge Regionale n.1 del 3 gennaio 2005** – *Norme per il governo del territorio*
- **Regolamento 09 febbraio 2007, n. 5/R** *Regolamento di attuazione del Titolo IV, capo III (Il territorio rurale), della legge regionale 3 gennaio 2005, n. 1(Norme per il governo del territorio).*
- **Del. GRT n° 878 del 8.10.2012** *Aggiornamento della classificazione sismica della Regione Toscana*
- **Legge Regionale n.4 del 31 gennaio 2012** - *Modifiche alla legge regionale 3 gennaio 2005, n. 1 (Norme per il governo del territorio) e alla legge regionale 16 ottobre 2009, n. 58 (Norme in materia di prevenzione e riduzione del rischio sismico)*
- **Istruzioni tecniche D.2.9.** – *Per la redazione degli elaborati progettuali degli interventi di prevenzione e riduzione del rischio sismico degli edifici pubblici strategici e rilevanti-* Luglio 2011
  
- **D.P.R. 380/01**, *Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia*
- **D.M. LL.PP. 14 gennaio 2008**, **Norme tecniche per le costruzioni.**
- **Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti n. 617 del 2 febbraio 2009**, *Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008*
- **Direttiva Presidente Consiglio dei ministri del 9 febbraio 2011** – *Valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle Norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 14 gennaio 2008*
  
- **Linee guida per la riduzione della vulnerabilità di elementi non strutturali arredi e impianti** - *Dipartimento della Protezione Civile – Giugno 2009*
- **Linee guida per il rilievo, l'analisi ed il progetto di interventi di riparazione e consolidamento sismico di edifici in muratura in aggregato** – *Dipartimento della Protezione Civile - Bozza Ottobre 2010*
- **Linee Guida per le "Modalità di indagine sulle strutture e sui terreni per i progetti di riparazione/miglioramento/ricostruzione di edifici inagibili"** – *Dipartimento della Protezione Civile, Reluis et al. - Bozza Marzo 2010*
- **Linee guida per la riparazione e il rafforzamento di elementi strutturali, tamponature e partizione** – *Dipartimento della Protezione Civile - Bozza Ottobre 2010*

### 3 DESCRIZIONE DEL MANUFATTO

#### 3.1 Morfologia

Il complesso sorge nella zona della “*Cittadella*”, una parte molto antica della città che deve il proprio nome al carattere militare datole dalle fortezze costruite qui da *Castruccio Castracani* prima e da *Paolo Guinigi* poi per essere smantellate nel 1430.

Nel 500 parte della zona viene adibita a deposito del grano gestito dall’*Offizio dell’Abbondanza* che curerà anche la produzione e distribuzione del pane in città. Nello stesso periodo, ma su di un’altra parte del sito corrispondente all’attuale ala rivolta verso piazza della Magione, viene costruito un convento femminile domenicano.

La *Manifattura Tabacchi* apre nel 1818 diventando la fabbrica più importante di Lucca, insieme alla *Cucirini Cantoni Coats*, rappresentando la più importante realtà del lavoro operaio con manodopera in prevalenza femminile. La storia della Manifattura è legata a quella del Sigaro Toscano la cui arte di lavorazione a mano è famosa in tutto il mondo come famose in tutto il mondo sono le “sigaraie di Lucca”.

Dal giugno 2004 la lavorazione è trasferita nel polo industriale in periferia e da quel giorno l’intero complesso è vuoto abbandonato ad eccezione di alcuni locali destinati a spazi espositivi.

L'area è stata oggetto di numerose trasformazioni ed evoluzioni, che si sono manifestate nel corso dei secoli. E' possibile trovare tracce storiche di queste evoluzioni, a partire dal XIV secolo.

La struttura in esame è una porzione di edificio a pianta rettangolare di dim. 64 m x 15.5 m e si sviluppa in elevazione per quattro piani fuori terra, con altezza sotto gronda di 15 m.

Essa è collegata attraverso corridoi in quota (passerelle) all’edificio destinato ad “Arte e spettacolo” sul lato Nord, mentre sul lato Ovest ad un altro edificio non oggetto di ristrutturazione.

#### 3.2 Organismo strutturale

Il nucleo originario fine ottocento, è in muratura di mattoni pieni, in mattoni pieni sono infatti i muri perimetrali e i pilastri del piano terra. (Questi ultimi ad eccezione dei tre pilastri di estremità sul lato sud, sono stati in epoca recente placcati con camicia in c.a. dello spessore di 17.5 cm).

Al piano primo e secondo i pilastri in muratura sono stati sostituiti da colonne in acciaio 2NP 250 accoppiati ad eccezione del tratto centrale nella quale sono presenti pilastri in c.a. (30 cm x30 cm) e solai di diversa tipologia (solai in latero cemento).

Colpisce l’estrema variabilità dei solai rilevati, chiaro segno di una “manipolazione” operata in passato specie nella parte centrale dell’edificio.

Probabilmente infatti a causa di un crollo avvenuto in passato questa porzione è stata ricostruita con sostituzione dei solai in acciaio e laterizio originari con solai in laterocemento poggianti su nuovi pilastri in c.a. a sostituire le colonne in acciaio.

Segni di questa “ricostruzione” sono anche alcune inclusioni in pietrame rilevabili nel paramento del Prospetto Ovest Ovest (ved. foto). Probabilmente per chiudere le

breccie fu utilizzato lo stesso materiale poi utilizzato per l'ampliamento in continuità sul lato Sud.



**Figura 1- Prospetto Ovest**



**Figura 2 –Prospetto Ovest-** Particolare delle inclusioni in pietrame nel paramento in mattoni pieni

In corrispondenza dell'ultimo piano i pilastri si interrompono lasciando il vano completamente libero coperto da capriate metalliche reticolari poste ad interasse di 3.55 m, poggianti sui muri perimetrali.

### 3.3 Classificazione sismica

La costruzione è sita in un territorio a lungo “non classificato” sismico. Solo infatti la recente zonizzazione proposta dall’OPCM del 2003 e poi recepita dalla Regione Toscana ha incluso la città di Lucca tra i comuni della **Zona 3**.

## 4 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

Le opere strutturali previste in progetto nel caso specifico sono minimali e non alterano affatto il comportamento “globale” delle strutture, più nello specifico, si tratta di “interventi locali” (NTC 8.4.3):

- *Placcaggio dei tre pilastri in muratura al piano terra, posti all’estremità Nord (i soli attualmente privi di placcaggio). Nelle analisi preliminari sono emerse infatti per essi alcune carenze già per i carichi “antropici”, specie in vista di un futuro utilizzo anche dei locali ai piani superiori). Il placcaggio sarà eseguito con camicia in c.a. spessa 10 cm, armata con  $\Phi$  12/20 e staffe  $\Phi$  8/20 ;*
- *Realizzazione di una nuova apertura su parete muraria interna, in ragione delle nuove esigenze architettoniche e funzionali, con cerchiatura del vano creato mediante il posizionamento di coppie di architravi in profilati metallici tipo NPU il tutto opportunamente collegato alle pareti d’ambito mediante barre di ancoraggio passanti. In realtà più che una “nuova apertura” è uno “spostamento”: si delocalizza infatti un’apertura situata in prossimità di un incrocio murario (posta a circa 1 m), centralmente al maschio murario e si riduce di dimensione (da 190 a 150 cm di larghezza;*
- *Si richiudono tutti gli accessi interni (3 vani) alla restante porzione di edificio (sul lato estremo) ammorsando opportunamente i nuovi blocchi alla muratura esistente in modo da ricostruire la continuità della compagine muraria; tale provvedimento aumenta la rigidità trasversale;*
- *Si realizza una mini-scala (tre scalini) in c.a. per superare il dislivello (da -0.25 m a + 0.53m) e consentire l’accesso al piazzale dall’interno.*

Infine, nel corso dei lavori, si realizzerà un controllo sistematico delle zone di ammorsamento dei muri e degli appoggi degli orizzontamenti operando le riparazioni del caso con malte antiritiro e sostituzione dei blocchi mediante la tecnica del *cuci-scuci*, al fine di un miglioramento del comportamento globale.

### 4.1 Tipologia di intervento

Tutti gli interventi previsti sul corpo in esame sono estremamente minimali (oltre che riguardare solo uno dei tre piani presenti: il solo piano terra), certamente riconducibili alla categoria degli “interventi di riparazione locale” di cui al § C8.4.3 della Circolare n.617/2009. Tra gli interventi locali “rientrano tutti gli interventi di riparazione, rafforzamento o sostituzione di singoli elementi strutturali (travi, architravi, porzioni di solaio, pilastri, pannelli murari) o parti di essi, non adeguati alla funzione strutturale che

debbono svolgere, a condizione che l'intervento non cambi significativamente il comportamento globale della struttura, soprattutto ai fini della resistenza alle azioni sismiche, a causa di una variazione non trascurabile di rigidezza o di peso".

Di fatto si lascia la situazione preesistente del tutto immutata, ci si limita a "miglioramenti locali".

## 5 CARATTERISTICHE DELL'OPERA

### 5.1 Vita nominale, Classe d'uso e Periodo di riferimento dell'azione sismica (§ 2.4 NTC)

La vita nominale di un'opera strutturale  $V_N$  è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella Tab. 1:

**Tab. 1 - Vita nominale  $V_N$  per diversi tipi di opere**

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale $V_N$ (in anni)
<i>1</i>	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva	$\leq 10$
<i>2</i>	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	$\geq 50$
<i>3</i>	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	$\geq 100$

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

**Tab. 2 - Classificazione delle costruzioni**

CLASSI D'USO	$T_c^*$ [s]
<i>Classe I</i>	Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli
<i>Classe II</i>	Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso <i>III</i> o in Classe d'uso <i>IV</i> , reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti
<i>Classe III</i>	Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso <i>IV</i> . Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso

CLASSI D'USO	T <sub>c</sub> *[s]
<i>Classe IV</i>	Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V<sub>R</sub> che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V<sub>N</sub> per il coefficiente d'uso C<sub>U</sub>:

$$V_R = V_N \times C_U$$

Il valore del coefficiente d'uso C<sub>U</sub> è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato in Tab. 3.

**Tab. 3 - Valori del coefficiente d'uso C<sub>U</sub>**

CLASSI D'USO	I	II	III	IV
<b>COEFFICIENTE C<sub>U</sub></b>	0.7	1.0	1.5	2.0

Nel caso specifico si sono assunte le seguenti ipotesi:

Parametro	Valore
Classe d'uso	<b>III</b>
Vita nominale V <sub>N</sub>	<b>50 anni</b>
Coefficiente d'uso C <sub>u</sub>	<b>1.5</b>
Periodo di riferimento per l'azione sismica, V <sub>R</sub> =V <sub>N</sub> x C <sub>U</sub>	<b>75 anni</b>

## 6 VERIFICHE DI SICUREZZA GEOTECNICHE (GEO)

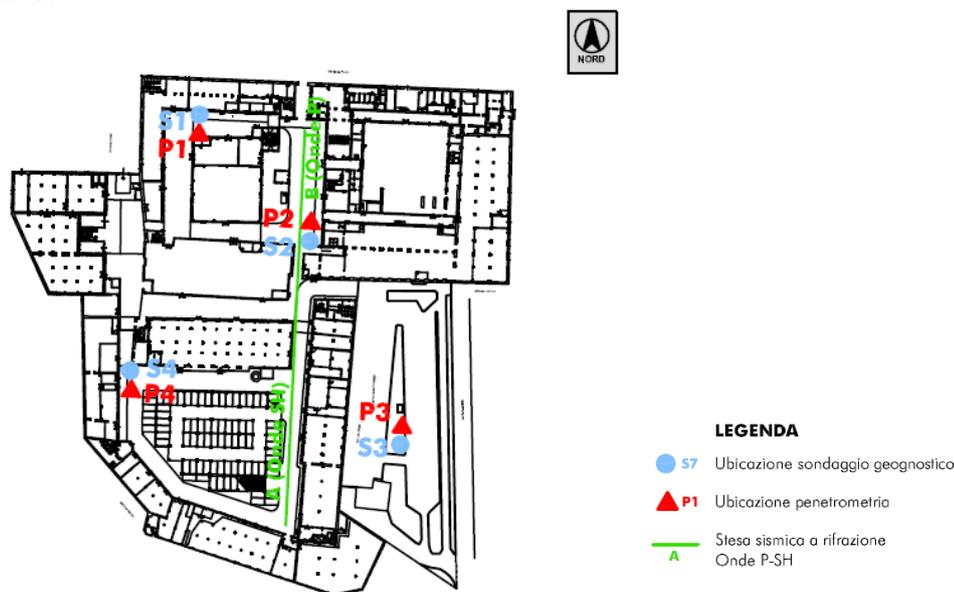
### 6.1 Studio geologico e Indagini geognostiche

I dati geologici e geotecnici dell'area intervento sono stati desunti da una campagna di indagini esistente eseguita dai Dott.ri Geol.i *Francesco ROSSI e Luigi GIAMMATTEI (INGEO)* nel febbraio 2010 eseguita a supporto del Progetto Definitivo *PIUSS Lucca Dentro*.

In particolare relativamente all'edificio in esame sono state eseguite le seguenti prove:

- N. 1 prove penetrometriche di tipo statico (CPT) approfondite in modalità dinamica superpesante (DPSH);
- N. 1 sondaggi a carotaggio continuo approfondito fino a 10 m;
- N. 1 campione indisturbato prelevato durante i sondaggi geognostici e successivamente analizzato in laboratorio per la definizione delle proprietà fisiche e meccaniche.

I risultati degli studi e delle indagini di cui sopra sono stati presi a riferimento per determinare la classificazione della categoria di sottosuolo per la definizione dell'azione sismica, per eseguire le verifiche geotecniche e per stabilire l'interazione fondazione-sovrastuttura.



### 6.2 Descrizione dell'area

La città di Lucca è situata nella porzione occidentale di una pianura alluvionale, detta "Piana di Lucca", che è solcata dal fiume Serchio, ed è delimitata a nord dai monti denominati "Pizzorne", costituenti i primi rilievi dell'Appennino Tosco-Emiliano.

L'area di indagine è ubicata nei pressi del Centro Storico della città di Lucca, ad una quota di circa 15.0 metri s.l.m.

Essa è caratterizzata dal punto di vista geologico dalla presenza di depositi alluvionali olocenici (alluvioni del fiume Serchio).

### 6.3 Descrizione delle opere di fondazione

Le fondazioni sono di tipo “continuo in muratura mista di pietrame e laterizio” disposti su filari pressochè regolari legati da malta di buone caratteristiche meccaniche.

### 6.4 Stratigrafia

Le indagini condotte e descritte nella relazione geologico-tecnica redatta dalla INGEO “Ingegneri e geologi associati” a firma dei Dott.ri Geol.i *Francesco ROSSI e Luigi GIAMMATTEI (INGEO)* hanno evidenziato una buona omogeneità stratigrafica sia orizzontale che verticale.

Fatta eccezione per le aree che ricadono all'esterno delle mura urbane, in cui dal piano campagna fino ad una profondità di circa 4m si osserva un orizzonte costituito da limi sabbiosi argillosi localmente noti con il nome di “Bellettone”, nelle restanti verticali indagate dal piano campagna fino a circa 1,80 / 3,6m di profondità è stata riscontrata la presenza di un orizzonte limo sabbioso con numerosi frammenti di laterizi che va a costituire un terreno di riporto di un'epoca storica recente.

Oltre, fino a circa 4,10m / 7,0m dal piano campagna troviamo il “Bellettone” che sormonta un orizzonte di spessore medio di circa 15,0 m costituito da ciottoli, ghiaie e sabbie addensate che rappresenta depositi olocenici di alta energia del fiume Serchio e che costituiscono l'acquifero principale della pianura lucchese; questi sono confinati alla base (a partire da 18,0 a 20,0m dal p.c.) dall'orizzonte argilloso impermeabile dei depositi fluvio-lacustri.

A maggior chiarimento, si riporta di seguito la descrizione dei terreni che compongono la successione stratigrafica usata per la modellazione e le verifiche geotecniche, in cui sono indicate le quote, le potenze e le caratteristiche meccaniche dei terreni interessati (Prova penetrometrica P3):

da 0.00 a 1.40 m di profondità: preforo;

STRATO 1 - da 1.40 a 3.20 m di profondità: limo sabbioso argilloso con laterizi (“Bellettone” con laterizi);

STRATO Y - da 2,20 a 2.60 m di profondità: riporto grossolano antico;

STRATO 2 - da 3.20 a 3.60 m di profondità: limo sabbioso argilloso (“Bellettone”);

STRATO 3 - da 3.60 a 10.00 m di profondità: ciottoli e ghiaie e sabbie in matrice limo sabbiosa da mediamente addensate ad addensate.

Dal punto di vista idrogeologico, dati bibliografici riportano una sottogiacenza della falda acquifera variabile tra 1,00 m e 4,00 m di profondità dal piano campagna (Provincia di Lucca, studio “*Tutela dell'inquinamento dei corpi idrici sotterranei della pianura di Lucca*” 1996; Comune di Lucca, Piano strutturale comunale, 2001-Tav A1), a seconda dei periodi di massima e minima ricarica dell'acquifero. Questi dati sono stati confermati dalle misure in sito effettuate durante la campagna geognostica che hanno evidenziato la presenza della **falda acquifera a profondità comprese tra 1,30 e 3,0 metri dal piano campagna.**

Per maggiori dettagli si rimanda alle relazioni dei Dott.ri Geol.i *Francesco ROSSI e Luigi GIAMMATTEI (INGEO)*.

## 6.5 Caratterizzazione geotecnica del terreno

Le caratteristiche meccaniche dei vari strati di terreno risultano:

STRATO 1 - da 1.4 a 3.2 m sotto il p.c. (piano di posa della fondazione)

- angolo di attrito interno:  $\phi = 0^\circ$ ;
- coesione non drenata:  $c_u = 0.39$  daN/cm<sup>2</sup>
- peso naturale del terreno:  $\gamma_n = 19.00$  kN/m<sup>3</sup>

STRATO 2 - da 3.2 a 3.6 m sotto il p.c.

- angolo di attrito interno:  $\phi = 28.5^\circ$ ;
- coesione non drenata:  $c_u = 0.25$  daN/cm<sup>2</sup>
- peso naturale del terreno:  $\gamma_n = 19.00$  kN/m<sup>3</sup>

STRATO 3 - da 3.6 a 10.0 m sotto il p.c.

- angolo di attrito interno:  $\phi = 35^\circ$ ;
- coesione non drenata:  $c_u = 0$  daN/cm<sup>2</sup>
- peso naturale del terreno:  $\gamma_n = 19.50$  kN/m<sup>3</sup>

## 6.6 Suscettibilità alla liquefazione

Vista la natura del terreno si può escludere la suscettibilità alla liquefazione.

## 6.7 Categoria di sottosuolo per la definizione dell'azione sismica (§ 3.2.2 NTC)

Dai calcoli svolti si ricava un valore di  $V_{s,30}$  di circa **327.4 m/s**; ai sensi del D.M. 14.01.2008 l'area di indagine risulta ricadere nella Categoria di **Suolo 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  $V_{s,30}$  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”.*

## 6.8 Coefficiente di amplificazione stratigrafica (§ 3.2.2 NTC)

L'esame della morfologia e della configurazione del terreno circostante consente di stabilire la categoria topografica del sito in esame:

**T1** Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$

## 6.9 Verifica delle fondazioni

Come indicato nel § C.8.A.5.11 della circolare delle NTC, “l'inadeguatezza delle fondazioni è raramente la causa del danneggiamento osservato nei rilevamenti post-sisma”, quindi è in genere possibile omettere le verifiche in fondazione nei casi di:

- assenza di dissesti importanti di qualsiasi natura attribuibili a dissesti fondali;

- impossibilità di innesco di fenomeni di ribaltamento della costruzione per effetto delle azioni sismiche.

Entrambe queste circostanze sono ampiamente soddisfatte anche in virtù delle buone caratteristiche meccaniche del terreno di sedime.

\*\*\*