



**dr. Almo Olmi**  
**Studio di Geologia**

*Ricerca e consulenza in geotecnica, analisi dei rischi naturali, pianificazione territoriale*

## **LOCALITA'**

Comune di Torino  
V. Aquileia ang. C.so Sicilia

## **OGGETTO**

**S.A.S. s.r.l. – Costruzione di torre ascensore  
a servizio di edificio scolastico  
INDAGINE GEOTECNICA**



## **RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA**

**RIFERIMENTI NORMATIVI**

**D.M. (LL.PP.) 11/03/88**



**luglio 2007**

## INDICE

	pag.
PREMESSA	2
1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO	2
2. INDAGINI GEOGNOSTICHE	3
3. CONDIZIONI STRATIGRAFICHE E GEOTECNICHE	4
4. PARAMETRI DELLE VERIFICHE GEOTECNICHE	5
5. VERIFICHE DELLE OPERE DI FONDAZIONE	5
5.1 VERIFICA DELLA FONDAZIONE SU PLATEA	
5.2 VERIFICA DEI PALI DI SOTTOFONDAZIONE	6
6. CONCLUSIONE	7

### **ALLEGATI:**

- 1. Diagramma penetrometrico prova SCPT*
- 2. N° 2 Certificati di verifica*

## PREMESSA

Con Ordine n° 078 del 20/06/07 la S.A.S. s.r.l.<sup>1</sup> ha incaricato lo scrivente Studio di Geologia di svolgere, ai sensi delle vigenti norme tecniche per le costruzioni, l'indagine geotecnica relativa alla costruzione d'una torre ascensori a ridosso dell'edificio scolastico sito in Torino - V. Aquileia angolo C.so Sicilia.

L'indagine è stata articolata nelle seguenti fasi:

- 19/06/2007: sopralluogo ricognitivo sul sito e dintorni;
- 21/06/2007: effettuazione di una prova penetrometrica SCPT (Standard Cone Penetration Test);
- elaborazione dati e grafiche;
- stesura della relazione geologico-tecnica.

Ai sensi del D.M. (LL.PP.) 11/03/88, la presente relazione è parte integrante del progetto esecutivo.

## 1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO

Così come rappresentato nella Carta Geologica d'Italia - F° 56 Torino, il sito d'intervento risulta occupato da alluvioni antiche postglaciali del fiume Po (contrassegnate dalla sigla a<sup>1</sup>), che ricoprono il substrato roccioso localmente costituito da depositi marini d'età miocenica appartenenti al *Complesso di Baldissero* (silts argillosi e sabbie fini, contrassegnati dalla sigla M<sup>3</sup><sub>II</sub>).

---

<sup>1</sup> Sede legale: Str. Cravetta, 2 - Terruggia (AL).

## 2. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Lo scavo esplorativo aperto sul sedime di costruzione nel corso del sopralluogo ricognitivo ed approfondito sino ad oltre 3,5 m dal piano cortile, ha evidenziato una inattesa e sfavorevole situazione stratigrafica, costituita dalla presenza d'uno strato superficiale di terreni e macerie dello spessore di circa tre metri, riportato sopra un deposito d'erosione limoso-sabbioso di colore nocciola, come mostrato nella seguente fotografia.



Pertanto, al fine di accertare le qualità geomeccaniche dei terreni di fondazione, si è ritenuto indispensabile effettuare una prova penetrometrica dinamica secondo lo standard SCPT, le cui caratteristiche tecniche di seguito riportate.

Massa del maglio (kg)	73
Altezza di caduta (cm)	75
Diametro della punta (cm)	5,1
Area della punta (nominale, cm <sup>2</sup> )	20
Apertura del cono (°)	60
Diametro aste (cm)	4
Lunghezza aste (cm)	150
Avanzamento per N colpi (cm)	30

La prova è stata eseguita sotto la direzione dello scrivente, con l'apparecchiatura automatica illustrata nella foto in copertina e con infissione delle aste sino al rifiuto, alla profondità di 11,4 m. Si fornisce in allegato il diagramma penetrometrico con relativa correlazione stratigrafica.

### 3. CONDIZIONI STRATIGRAFICHE E GEOTECNICHE

I risultati delle indagini geognostiche consentono di delineare le condizioni stratigrafiche e geotecniche di seguito descritte.

- Dal piano cortile sino a -3,0 m.

Strato di riporto composto da un miscuglio di macerie e di depositi limoso-sabbioso-ghiaiosi alloctoni d'origine fluviale.

Terreni granulari ad elevata disuniformità molto sciolti, con scarsissima resistenza penetrometrica e pessime qualità geomeccaniche.

- Da -3,0 m sino a -6,6 m.

Depositi fluviali d'esondazione: limi con sabbie fini di colore nocciola.

Terreni granulari fini poco plastici, molto sciolti, ad elevata uniformità, con scarsissima resistenza penetrometrica e pessime qualità geomeccaniche.

- Da -6,6 m sino a -7,5 m.

Depositi fluviali di corrente: probabili sabbie limose con ghiaie fini. Terreni granulari gradati, mediamente addensati, con discreta resistenza penetrometrica e mediocri qualità geomeccaniche.

- Da -7,5 m sino a -9,0 m.

Depositi fluviali di corrente: probabili sabbie fini con limo.

Terreni granulari fini non plastici, sciolti, ad elevata uniformità, con scarsa resistenza penetrometrica e scadenti qualità geomeccaniche.

- Da -9,0 m sino a -11,4 m fine prova.

Substrato roccioso costituito da litotipi miocenici del *Complesso di Baldissero*: si ritiene verosimile la presenza di silts argillosi e sabbie fini con intercalazioni conglomeratiche.

#### 4. PARAMETRI DELLE VERIFICHE GEOTECNICHE

Il progetto esecutivo prevedeva la fondazione diretta su platea rettangolare, con i seguenti parametri geometrici:

- dimensioni della pianta:  $B \times L = 2,6 \times 2,7$  m;
- profondità d'incasso:  $t = 1,6$  m;
- profondità significativa per i cedimenti:  $z_i = 2,5$  m;
- massimo cedimento ammissibile dopo 50 anni:  $C_2 = 1$  cm;
- soggiacenza della falda libera: alla quota di posa della fondazione, al fine di considerare le possibili risalite con le piene del fiume Po.

Per quanto riguarda le sollecitazioni (statiche+dinamiche) trasmesse ai terreni di fondazione, il progettista strutturale Studio Tecnico ing. Massarotti ha valutato un valore d'esercizio globale massimo dell'ordine di 245 kN, al quale corrisponde una pressione unitaria d'esercizio media di 34,9 kPa.

Sulla base del diagramma penetrometrico della prova SCPT e con riferimento ad opportune correlazioni empiriche desunte dalla letteratura geotecnica, sono stati attribuiti ai terreni di fondazione i seguenti parametri geotecnici:

- spessore strato compressibile:  $H >$  profondità significativa;
- n° medio di colpi per 30 cm da -5,5 m a -6,6 m:  $N_{SCPT} = 4$ , applicando inoltre la correlazione  $N_{SPT} = 1,25 N_{SCPT} = 5$ ;
- angolo d'attrito efficace:  $\varphi' = 25^\circ$ ;
- peso di volume efficace:  $\gamma' = 0,8$  kN/m<sup>3</sup>.

#### 5. VERIFICA DELLE OPERE DI FONDAZIONE

##### 5.1 VERIFICA DELLA FONDAZIONE SU PLATEA

Verifica della pressione ammissibile. (certificato di verifica n. 1)

Applicando il metodo di calcolo di *Brinch & Hansen* (1970) e introducendo i fattori di capacità portante proposti da *Vesic* (1975) e il fattore di sicurezza di norma  $F=3$ , risulta:

$$\text{pressione ammissibile } q_{AMM} = 161,2 \text{ KPa}$$

Verifica dei cedimenti. (certificato di verifica n. 2)

I cedimenti sono stati verificati con il metodo di *Burland e Burbidge* (1984), basato sull'analisi statistica di casi applicativi.

Applicando la pressione d'esercizio media di 34,9 kPa, sono da attendersi i seguenti valori:

*cedimenti immediati: medio 9,4 mm - massimo 23,1 mm;*

*cedimenti differiti: medio 25,2 mm - massimo 62,8 mm*

Nonostante il positivo esito della verifica a rottura, vista l'inaccettabile entità dei cedimenti attesi, si evidenzia la necessità di appoggiare la platea su pali di sottofondazione incastrati nel substrato roccioso, come di seguito verificato.

## 5.2 VERIFICA DEI PALI DI SOTTOFONDAZIONE

Di seguito si verifica la portata ammissibile per micropali trivellati  $\varnothing$  110 mm, per il caso di approdo in strato con valide caratteristiche geomeccaniche dopo l'attraversamento di strati inaffidabili e con i seguenti parametri geometrici e geotecnici:

- profondità del piano di posa e della falda libera: 4,5 m;
- profondità dello strato d'immorsamento: 9,5 m;
- lunghezza palo dal piano di posa all'immorsamento:  $l = 5,0$  m;
- lunghezza minima d'immorsamento consigliata:  $h = 2,0$  m;
- lunghezza d'ancoraggio nella platea: 0,5 m;
- lunghezza totale del palo:  $L = 7,5$  m;
- diametro di perforazione:  $d = 0,11$  m;
- angolo d'attrito medio dello strato d'immorsamento:  $\varphi = 35^\circ$ ;
- coefficiente adimensionale dello strato d'immorsamento:  $N = 10$ ;
- coefficiente di sicurezza di norma:  $K = 2,5$ .

Secondo i calcoli comunicati dal progettista strutturale Studio Tecnico ing. Massarotti, le massime forze di reazione in direzione dell'asse z globale si verificano per le combinazioni di carico n° 2 (normale esercizio) e n° 4 (emergenza di caduta), con valori massimi fino a 69 kN sulle teste dei pali n° 3 e 4 (pari a 7 t).

La pressione ammissibile è data dalla formula:

$$P_a = h \cdot d \cdot \pi \cdot N \cdot \gamma' \cdot l / K$$

Nel presente caso risulta quindi:

$$P_a = 2 \cdot 0,11 \cdot 3,14 \cdot 10 \cdot 0,8 \cdot 5 / 2,5 = 11 \text{ t.}$$

In rapporto al massimo sforzo d'esercizio calcolato, l'opera in esercizio beneficerà d'un coefficiente di sicurezza effettivo di 3,9. Si ritiene quindi pienamente idonea allo scopo l'esecuzione di n° 4 micropali trivellati sino alla profondità di 11,5 m dal piano cortile.

Per quanto riguarda l'armatura, si consiglia di adottare tubi in acciaio N80-J 55  $\varnothing$  73 mm con spessore di 5 mm, del peso di 8,4 kg/m. Si raccomanda inoltre di realizzare un efficace ancoraggio dei pali alla platea, con elementi in barra metallica incrociati sulle teste, possibilmente resi solidali alle strutture tramite saldature.

In alternativa ai micropali trivellati, si potrà adottare la tecnologia dei pali infissi in ghisa duttile, il cui impiego risulta in questo caso particolarmente vantaggioso dato lo spazio di cantiere molto limitato. Questi pali sono infissi sino a rifiuto mediante escavatore dotato di martello pneumatico, in spezzoni di 5 m e infine tagliati alla quota di ancoraggio.

Nel caso in esame, si ritiene adeguato l'impiego di pali  $\varnothing$  118 mm dotati di puntazza da terra, con spessore di 10 mm e peso di 26 kg/m; questi pali sopportano carichi fino a 100 kN per lunghezza libera di 5,5 m.

Nella zona di Torino, la suddetta tecnologia è offerta dalla Musso Palificazioni s.r.l. con sede in Chieri, la quale impresa può anche essere interpellata per l'esecuzione dei micropali trivellati.

## 6. CONCLUSIONI

Ai sensi del D.M. (LL.PP.) 11/03/88, a seguito dell'indagine geotecnica effettuata ai fini dell'incarico specificato in premessa, si conclude sinteticamente quanto segue.

Le condizioni stratigrafiche e geotecniche locali sono state accuratamente accertate mediante l'esecuzione di uno scavo esplorativo e di una prova penetrometrica dinamica tipo SCPT spinta alla profondità di 11,4 m dal piano cortile.

La verifica geotecnica della fondazione diretta su platea prevista dal progetto esecutivo ha dato esiti insufficienti per quanto concerne l'inaccettabile entità dei cedimenti stimati, in rapporto all'esigenza di mantenere il livellamento delle soglie di sbarco della torre ascensore con i piani dell'edificio.

È pertanto emersa la necessità di sostenere la platea con adeguate opere di sottofondazione, in questo caso individuate in pali di sottofondazione da incastrarsi nel substrato roccioso, la cui presenza è stata accertata alla profondità di 9 m.

Le opere di sottofondazione possono essere realizzate, nel rispetto dei criteri tecnici e dei parametri dimensionali specificati al § 5.2, con l'impiego delle seguenti tecnologie alternative:

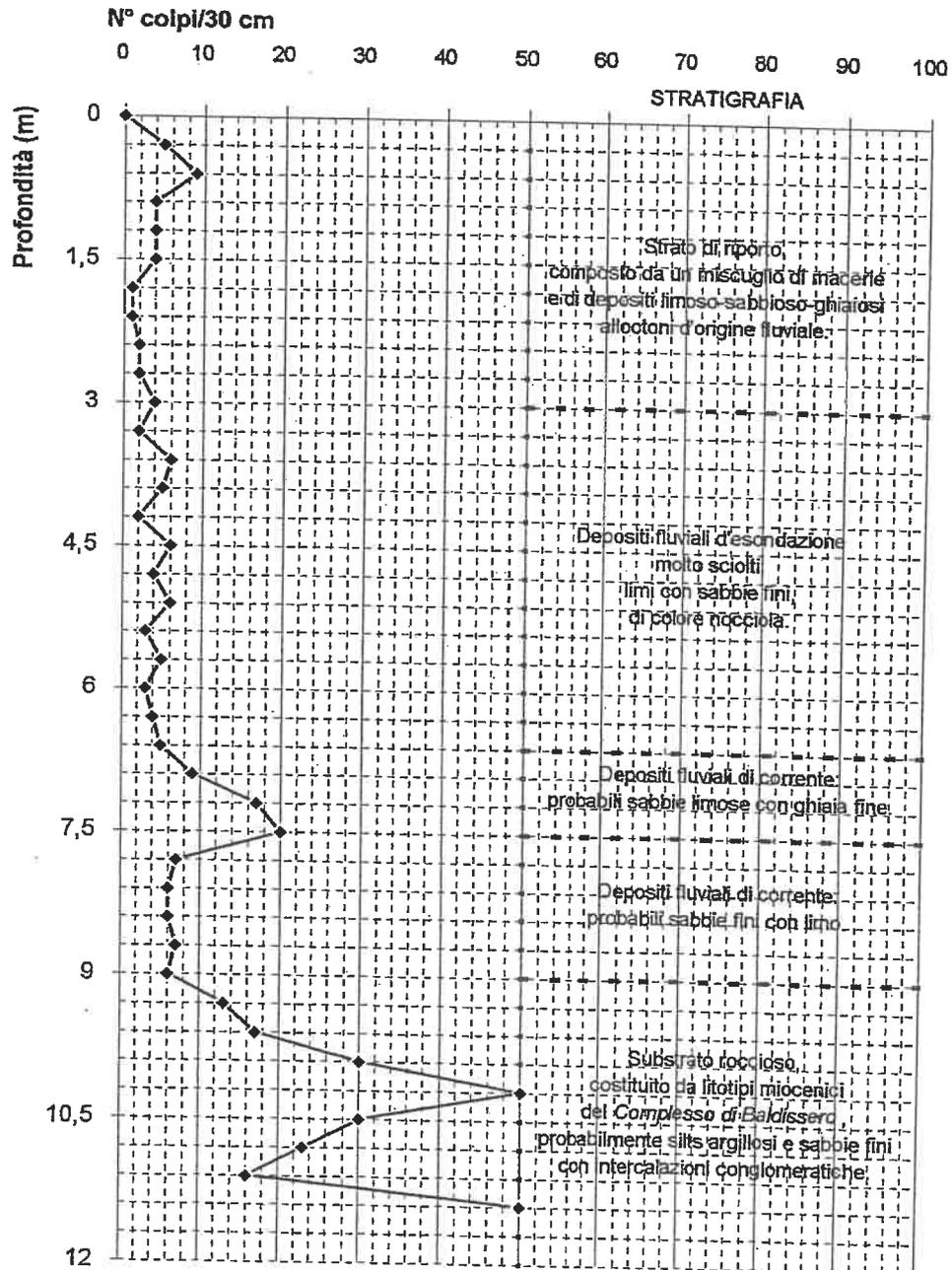
- micropali trivellati immorsati ad almeno 11,5 m di profondità;
- pali in ghisa duttile infissi nel substrato roccioso sino al rifiuto.



**ALLEGATI**

1. Diagramma penetrometrico prova SCPT
2. N° 2 certificati di verifica

SAS s.r.l. - Str. Cravetta 2, Terruggia (AL)  
 Edificio scolastico in Torino, V. Aquileia ang. C.so Sicilia  
 PROVA SCPT N° 1 - 21/06/2007  
 quota d'inizio: piano cortile



Nota: soggiacenza della falda libera non rilevabile.

dr. ALMO OLMI Studio di Geologia - V. S. Anselmo 2, TORINO

**CALCOLO DELLA PRESSIONE AMMISSIBILE**

Metodo di BRINCH-HANSEN (1970) - Fattori di capacità portante di VESIC (197

**Committente:** SAS s.r.l. - Str. Cravetta 2, Terruggia (AL)

**Località:** Edificio scolastico in Torino, V. Aquileia ang. C.so Sicilia

**Opera:** PLATEA DI FONDAZIONE TORRE ASCENSORE ESTERNA

**PARAMETRI GEOMETRICI DELLA FONDAZIONE**

FONDAZIONE RETTANGOLARE

Dimensioni

larghezza m	lunghezza m	superficie m <sup>2</sup>	profondità d'incasso m
2,6	2,7	7,02	1,6

**PARAMETRI GEOTECNICI DEI TERRENI**

CONDIZIONI SATURE

Peso di volume alleggerito dei terreni:	laterali	sottostanti
	1,8	0,8

Angolo di resistenza al taglio $\phi'$ (°)	Coesione $c'$
25	0

**CALCOLO**

**Fattore di sicurezza:** 3

La **Pressione Limite** è data dalla formula:  $q_{LIM} = 1/2\gamma'BN_{\gamma} + c'N_c + q'N_q$

Applicando gli opportuni coefficienti di forma e fattori di capacità portante, si ottiene

$$q_{LIM} = 4,36 \text{ kg/cm}^2$$

La **Pressione Ammissibile** è data dalla formula:  $q_{AMM} = (q_{LIM} - q)/3 + q$ , da cui:

$$q_{AMM} = 1,64 \text{ kg/cm}^2 = 161,2 \text{ kPa}$$

Il **Carico Ammissibile** dalla fondazione è pertanto di:

$$Q = 115,4 \text{ t} = 1132 \text{ kN}$$

**dr. ALMO OLMI Studio di Geologia - V. S. Anselmo 2, TORINO**

**CALCOLO DEI CEDIMENTI**

*Metodo di BURLAND & BURBIDGE per terreni non coesivi (1984)*

**Committente:** SAS s.r.l. - Str. Cravetta 2, Terruggia (AL)

**Località:** Edificio scolastico in Torino, V. Aquileia ang. C.so Sicilia

**Opera:** PLATEA DI FONDAZIONE TORRE ASCENSORE ESTERNA

**PARAMETRI GEOMETRICI DELLA FONDAZIONE**

FONDAZIONE RETTANGOLARE

Dimensioni		profondità
larghezza m	lunghezza m	d'incasso m
2,6	2,7	1,6

**PARAMETRI GEOTECNICI DEI TERRENI**

CONDIZIONI SATURE

<b>Peso di volume alleggerito:</b>	$\gamma =$	7,84 kN/m <sup>3</sup>
<b>Tensione verticale efficace:</b>	$\sigma'_{vo} =$	12,55 kPa
<b>Profondità significativa:</b>	$Z_i =$	2,50 m
<b>Spessore dello strato compressibile:</b>	$H =$	2,50 m
<b>Media dei valori NSPT entro 2B:</b>	$N_{AV} =$	5,0 colpi/p.

**PARAMETRI D'ESERCIZIO**

<b>Pressione efficace lorda:</b>	$q' =$	34,90 kPa
<b>Tipo di carico:</b>		PULSANTE
<b>Tempo di riferimento per cedimenti differiti:</b>	$t =$	50 anni

**CALCOLO**

Il metodo fa uso della relazione ricavata su basi statistiche:

$$S = f_s \cdot f_H \cdot f_t \cdot [(q' - 2/3 \cdot \sigma'_{vo}) \cdot B^{0,7} \cdot I_c]$$

la quale fornisce i seguenti valori medi di cedimento:

<b>CEDIMENTO IMMEDIATO MEDIO:</b>	9,42 mm
<b>CEDIMENTO DIFFERITO MEDIO:</b>	25,23 mm

con probabilità del 50% che tali valori vengano superati sino ai seguenti limiti massimi stimati:

<b>CEDIMENTO IMMEDIATO MASSIMO:</b>	23,07 mm
<b>CEDIMENTO DIFFERITO MASSIMO:</b>	61,76 mm

NOTA: Coefficiente di correlazione adottato:  $N_{SPT} = 1,25 N_{SCPT}$

**dr. ALMO OLMI Studio di Geologia**

*Ricerca e consulenza in geotecnica, analisi dei rischi naturali, pianificazione territoriale*

O.R.G. del Piemonte N° 87 - Albo Periti Trib. Ord. TO

Torino, 27 luglio 2007

Spett.le  
Società Ascensori e Servizi S.r.l.  
Direzione e Uffici  
V. P. Bronzetti, 62B  
81020 S. Nicola La Strada (CE)

Oggetto: Costruzione di torre per ascensore a servizio di edificio  
scolastico in Torino, V. Aquileia angolo C.so Sicilia.  
**INTEGRAZIONE PERIZIA GEOLOGICO-TECNICA DI CANTIERE.**

Con riferimento alla perizia geologico-tecnica già redatta per  
l'intervento in oggetto, fornisco il seguente capitolo integrativo,  
riguardante la sicurezza dei lavori di scavo e le relative opere di sostegno.

**7. SICUREZZA DEI LAVORI DI SCAVO.**

L'esecuzione dei lavori relativi alle opere di fondazione richiede  
l'apertura d'uno scavo con profondità di circa 4,5 m, in terreni privi di  
adeguate capacità di sostentamento, mentre le condizioni di cantiere non  
consentono di conferire la necessaria stabilità con la formazione di  
scarpate. L'impresa costruttrice ha inoltre escluso di poter sostenere le  
pareti dello scavo con sistemi tradizionali quali armature, contrafforti o  
puntelli, perché questi non lascerebbero sufficiente spazio operativo agli  
operai e alle macchine.

Per detti motivi, si è stabilito che le pareti dovranno essere  
sostenute con la predisposizione di una palificata tipo "Berlinese",  
formata da 12 micropali in ghisa sferoidale Ø 118 mm, da infingersi con  
interasse di 50 cm, fino ad una profondità dal piano cortile non inferiore a  
4/3 della massima altezza di sbancamento.

La palificata dovrà poi essere resa solidalmente efficiente tramite il  
collegamento delle teste dei pali con cordolo in c.a.

Il presente documento dev'essere allegato alla *Perizia geologico-  
tecnica* precedentemente redatta, costituendone a tutti gli effetti parte  
integrativa essenziale.



*dr. Almo OLMI*