

PREMESSA

Per incarico dell'ing. Ottaviani Giancarlo residente in Terni, è stato eseguito uno studio geologico e geotecnico propedeutico alla verifica di vulnerabilità sismica degli edifici facenti parte del complesso Scuola Materna ed Elementare "Le Grazie", situata in via dei Ciclamini, Terni.

L'indagine ha per scopo la valutazione delle caratteristiche geologiche e geotecniche dei terreni, al fine di individuare i principali parametri geotecnici da adottare nella verifica sismica.

L'area indagata è distinta al catasto di Terni con il numero di particella 163 del foglio n°136 del catasto comunale di Terni.

INQUADRAMENTO MORFOLOGICO E GEOLOGICO

L'area interessata dall'indagine, che ricade all'interno del Foglio n°138 "Terni" della Carta Geologica d'Italia, e della tavoletta IV SE, "Terni", alla scala 1:25000, è pressoché pianeggiante ed è ubicata nella parte meridionale dell'abitato di Terni, ad una quota di 156 m s.l.m.

Il sito è geologicamente collocato all'interno della piana alluvionale del ramo sud-occidentale dell'antico bacino Tiberino, in prossimità della sua terminazione meridionale.

La formazione geologica della conca Ternana è interamente impostata sulle alluvioni del fiume Nera, risalenti al Pleistocene inferiore, che danno a questo luogo la morfologia caratteristica dell'ambiente fluviale, e che si sono depositate al di sopra dei sedimenti Plio-Pleistocenici del Bacino Tiberino, costituiti da un Complesso argilloso basale e dai Complessi argilloso-sabbioso e sabbioso-conglomeratico superiori.

I sedimenti plio-pleistocenici affiorano prevalentemente nei rilievi collinari dell'area ternana – Colle dell'Oro, Colle Luna, Valenza, San Rocco – mentre il settore

pianeggiante è caratterizzato dai sedimenti recenti del Fiume Nera ed è bordato in alcuni tratti da limi sabbiosi e argillosi costituenti antichi terrazzi alluvionali, di cui il terrazzo delle Grazie è un esempio. Quest'ultimo è caratterizzato, nella parte topograficamente più elevata, dalla presenza di conoidi e brecce di pendio, costituite da materiale grossolano in matrice sabbiosa o sabbioso-argillosa.

Tutta la zona è caratterizzata da una variabilità di permeabilità, per la presenza di depositi lenticolari ghiaiosi ed argillosi alternativamente, la falda principale è localizzata ad una profondità superiore ai 30 metri, tale da non creare fenomeni di amplificazione sismica locale.

L'area in esame è attraversata da una rete di canali irrigui artificiali e di fossi, come quelli di Valenza e di Vallecaprina, che scendono dai rilievi collinari posti più a Sud, costituenti le propaggini settentrionali dei Monti Sabini.

In particolare, sul retro dell'edificio interessato dai lavori di adeguamento, scorre il Canale Cervino che, alimentato dalle acque del Fiume Nera, attraversa da Est verso Ovest il settore meridionale della città sino a gettarsi nuovamente nel corso d'acqua principale.

Le alluvioni fluvio-lacustri antiche sono il litotipo predominante nella zona e sono costituite essenzialmente da argille, limi ed argille sabbiose, la cui scarsa permeabilità fa sì che la zona sia caratterizzata da un'elevata densità di drenaggio.

STRATIGRAFIA DELL'AREA

Mediante dati in nostro possesso sia sondaggi geognostici che prove penetrometriche recentemente eseguite nell'area e correlati con sondaggi eseguiti nelle aree limitrofe fino alla profondità di circa 35 metri, si è accertata la seguente stratigrafia a partire dal piano campagna:

– dal p.c. fino a 0.5 m –Terreno vegetale e di riporto marrone, prevalentemente sabbioso-limoso rossastro con clasti calcarei di dimensioni centimetriche;

- da 0.5 m a 6.0 m – Detrito costituito da ghiaie e ciottoli calcarei di dimensioni centimetriche in matrice limo-sabbiosa ben addensati ;

- da 6 m e per oltre 30 metri di profondità, alternanza di argille avana con lenti ghiaiose e sabbie anche grossolane.

PARAMETRI GEOTECNICI

Il terreno vegetale e di riporto riscontrato in superficie, si presenta con uno scarso grado di consolidazione e quindi con caratteristiche geotecniche non adatte alla posa in opera delle fondazioni della struttura in progetto.

I litotipi presenti al di sotto dello strato superficiale sono essenzialmente ghiaie e ciottoli in matrice limo-sabbiosa compatta a comportamento granulare e coesivo nella parte di matrice ed incompressibile; i principali parametri geotecnici desunti da una prova penetrometrica dinamica con penetrometro medio da 20 Kg di massa battente, attribuibili al deposito, sono di seguito riassunti:

- densità naturale $\gamma = 1.9 \text{ g/cm}^3$
- densità oltre i 6 m di profondità..... $\gamma = 2,2 \text{ g/cm}^3$
- angolo di attrito interno $\phi = \text{superiore ai } 35^\circ$
- coesione non drenata di superficie $c_u = 0,5 \text{ Kg/cm}^2$
- coesione media dei terreni oltre 0,5 m di profondità $c_u = 2,0 \text{ Kg/cm}^2$

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE

Il terreno presenta buone caratteristiche, perciò per la costruzione del fabbricato adibito alla palestra, l'uso di fondazioni superficiali su plinto non è sconsigliato; si esclude quindi l'uso di fondazioni profonde.

La capacità portante per un plinto a base quadrata, è calcolabile mediante la relazione di Terzaghi.

Considerando il caso peggiore di una coesione nulla per i terreni superficiali, con un angolo d'attrito interno di 35° ed ipotizzando il lato del plinto di 1,50 m e una profondità di 1 metro, si ha così un valore della capacità portante massima q_d data da:

$$q_d = 1.3 \cdot c \cdot N_c + \gamma \cdot D \cdot N_q + 0.4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

$$q_d = 1.9 \cdot 1.0 \cdot 48 + 0.4 \cdot 1.9 \cdot 1.5 \cdot 45$$

$$q_d = 91.2 + 51.3 = 142.5 \text{ t/m}^2$$

Da cui applicando un fattore di sicurezza pari a 3, si ha :

$$Q_a = q_d/3 = 47.5 \text{ t/m}^2 \text{ o } 4.75 \text{ Kg/cm}^2.$$

Dove:

$$D = \text{incastro fondazione} \quad 1.0 \text{ m}$$

$$B = \text{larghezza fondazione} \quad 1,5 \text{ m}$$

$$N_q = 48, N_\gamma = 45 \text{ fattori adimensionali di capacità portante (Terzaghi).}$$

La capacità portante del terreno è molto elevata, superiore alle pressioni richieste e comunque già in esercizio, per cui la verifica risulta positiva.

Il coefficiente di sottofondo K_w , considerata la scarsa rigidità dei terreni, può essere assunto pari a 4-6 kg/cm² ed il coefficiente di fondazione ϵ dato che non vi sono fattori che possono provocare amplificazione sismica è pari a 1.0.

AZIONE SISMICA

In base a quanto indicato dalla OPCM 3274 del 20 marzo 2003 essendo classificato il territorio di Terni nella categoria sismica S pari a 2 (seconda categoria) abbiamo una:

accelerazione massima orizzontale $a_g = 0,25$ g

mentre in base a quanto desunto dalla prova penetrometrica, in cui si evince che il terreno presenta una forte compattezza con rifiuto alla penetrazione oltre i 6 metri di profondità con valori dell'Nspt pari a 70 come media ponderata, e dall'analisi morfologico stratigrafica correlata con perforazioni profonde, abbiamo un terreno di tipo B – Depositi di ghiaie e sabbie molto addensate o argille molto consistenti dello spessore di alcune decine di metri caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 e 800 m/sec. La media ponderata della V_{s30} risulta pari a 392 m/sec.

Utilizzando la relazione di Ohta e Goto (1978)

$$V_s = 54,33 \cdot (Nspt)^{0,173} \cdot \alpha \cdot \beta \cdot (Z/0,303)^{0,193}$$

Litotipo	Spessore strato in metri	Nspt	α	B	Z	Vs (m/s)
suolo alterato	0,5	10	1,303	1,086	0,5	150
sabbie e ghiaie in matrice argillosa compatta	5,5	70	1,303	1,086	6	360
sabbie e ghiaie alternate ad argille fortemente coesive	24	120	1,303	1,086	30	400

Dove α e β sono due parametri geologici dipendenti dall'età e dalla composizione dei terreni.

Essendo il suolo di categoria B i parametri dello spettro di risposta elastico delle componenti orizzontali tratti dalla tab. 3,1 dell'Ordinanza risultano i seguenti:

categoria del suolo	S	Tb	Tc	Td
B-C-E	1,25	0,15	0,50	2

Mentre i parametri dello spettro di risposta elastico delle componenti verticali desunti dalla tab. 3,2 dell'Ordinanza risultano i seguenti:

categoria del suolo	S	Tb	Tc	Td
A-B-C-D-E	1	0,05	0,15	1

Data la consistenza dei terreni individuati a scarso contenuto d'acqua e forte compattezza si esclude la possibilità di qualsiasi fenomeno di liquefazione del terreno stesso in caso di sisma.

Lo studio effettuato sia per i caratteri geologici che morfologici, trattandosi di terreno omogeneo e pianeggiante, con parametri geotecnici buoni, non presenta ostacoli all'intervento di progetto.

Il Geologo

Dott. Paolo Mastromatteo



PENETROMETRO DINAMICO IN USO : DL-30 (60°)

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla riferimento	Peso Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

CARATTERISTICHE TECNICHE : DL-30 (60°)

PESO MASSA BATTENTE	M = 30,00 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,20 m
PESO SISTEMA BATTUTA	Ms = 18,00 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 35,70 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 10,00 cm ²
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 60^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La = 1,00 m
PESO ASTE PER METRO	Ma = 3,00 kg
PROF. GIUNZIONE 1 ^a ASTA	P1 = 0,80 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0,10$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(10) \Rightarrow Relativo ad un avanzamento di 10 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	NO
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	Q = (MH)/(A δ) = 6,00 kg/cm ² (prova SPT : Qspt = 7.83 kg/cm ²)
COEFF. TEORICO DI ENERGIA	$\beta_t = Q/Q_{spt} = 0,766$ (teoricamente : Nspt = β_t N)

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

$$R_{pd} = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [area A]
e = infissione per colpo = δ / N

M = peso massa battente (altezza caduta H)
P = peso totale aste e sistema battuta

UNITA' di MISURA (conversioni)

1 kg/cm ² = 0.098067 MPa
1 MPa = 1 MN/m ² = 10.197 kg/cm ²
1 bar = 1.0197 kg/cm ² = 0.1 MPa
1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA			n°1	
TABELLE VALORI DI RESISTENZA				
indagine:	geotecnica		data:	apr-09
cantiere:	Le Grazie		quota del p.c.:	160 m s.l.m.
località:	Terni		prof. Falda	assente
note:	ghiaie a metri 2,9 dal p.c.		pagina:	1
Prof. (m)	N (numero dei colpi p)	resistenza Rpd (Kg/cm ²)	asta n°	
0,00 - 0,10	4	17	1	
0,10 - 0,20	6	25,5	1	
0,20 - 0,30	8	34	1	
0,30 - 0,40	10	42,5	1	
0,40 - 0,50	10	42,5	1	
0,50 - 0,60	10	42,5	1	
0,60 - 0,70	10	42,5	1	
0,70 - 0,80	12	51	1	
0,80 - 0,90	12	48,6	2	
0,90 - 1,00	12	48,6	2	
1,00 - 1,10	14	56,7	2	
1,10 - 1,20	14	56,7	2	
1,20 - 1,30	15	60,75	2	
1,30 - 1,40	15	60,75	2	
1,40 - 1,50	16	64,8	2	
1,50 - 1,60	17	68,85	2	
1,60 - 1,70	18	72,9	2	
1,70 - 1,80	20	81	2	
1,80 - 1,90	20	77	3	
1,90 - 2,00	21	80,85	3	
2,00 - 2,10	19	73,15	3	
2,10 - 2,20	19	73,15	3	
2,20 - 2,30	21	80,85	3	
2,30 - 2,40	22	84,7	3	
2,40 - 2,50	22	84,7	3	
2,50 - 2,60	35	134,75	3	
2,60 - 2,70	36	138,6	3	
2,70 - 2,80	35	134,75	3	
2,80 - 2,90	35	128,8	4	
2,90 - 3,00	56	206,08	4	
3,00 - 3,10	58	213,44	4	
3,10 - 3,20	58	213,44	4	
3,20 - 3,30	65	239,2	4	
3,30 - 3,40	65	239,2	4	
3,40 - 3,50	78	287,04	4	
3,50 - 3,60	78	287,04	4	
3,60 - 3,70	78	287,04	4	
3,70 - 3,80	74	272,32	4	
3,80 - 3,90	75	264,75	5	
3,90 - 4,00	72	254,16	5	
4,00 - 4,10	73	257,69	5	
4,10 - 4,20	85	300,05	5	
4,20 - 4,30	85	300,05	5	
4,30 - 4,40	85	300,05	5	
4,40 - 4,50	90	317,7	5	
4,50 - 4,60	90	317,7	5	
4,60 - 4,70	85	300,05	5	
4,70 - 4,80	85	300,05	5	

PENETROMETRO DINAMICO LEGGERO tipo: DPL

M (massa battente) = 30 Kg - H (altezza di caduta) = 20 cm - A (area della punta) 10 cm²

D (diametro della punta) = 35.70 mm - conicità della punta 60°

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA		n° 1	
TABELLE VALORI DI RESISTENZA			
indagine:	geotecnica	data:	apr-09
cantiere:	Le Grazie	quota del p.c.:	160 m s.l.m.
località:	Terni	prof. Falda	assente
note:	ghiaie a metri 2,9 dal p.c.	pagina:	2

Prof. (m)	N (numero dei colpi p)	resistenza Rpd (Kg/cm ²)	asta n°
4,80 - 4,90	85	287,3	6
4,90 - 5,00	75	253,5	6
5,00 - 5,10	75	253,5	6
5,10 - 5,20	75	253,5	6
5,20 - 5,30	76	256,88	6
5,30 - 5,40	76	256,88	6
5,40 - 5,50	80	270,4	6
5,50 - 5,60	80	270,4	6
5,60 - 5,70	65	219,7	6
5,70 - 5,80	85	287,3	6
5,80 - 5,90	85	276,25	7
5,90 - 6,00	89	289,25	7
6,00 - 6,10	84	273	7
6,10 - 6,20	85	276,25	7
6,20 - 6,30	86	279,5	7
6,30 - 6,40	80	260	7
6,40 - 6,50	80	260	7
6,50 - 6,60	86	279,5	7
6,60 - 6,70	83	269,75	7
6,70 - 6,80	89	289,25	7
6,80 - 6,90	95	296,4	8
6,90 - 7,00	95	296,4	8
7,00 - 7,10	95	296,4	8
7,10 - 7,20	100	312	8
7,20 - 7,30	120	374,4	8
7,30 - 7,40	120	374,4	8
7,40 - 7,50	132	411,84	8
7,50 - 7,60	132	411,84	8
7,60 - 7,70	135	421,2	8
7,70 - 7,80	96	299,52	8
7,80 - 7,90	96	288,96	9
7,90 - 8,00	120	361,2	9
8,00 - 8,10	135	406,35	9
8,10 - 8,20	130	391,3	9
8,20 - 8,30	130	391,3	9
8,30 - 8,40	130	391,3	9
8,40 - 8,50	135	406,35	9
8,50 - 8,60	140	421,4	9
8,60 - 8,70	140	421,4	9
8,70 - 8,80	140	421,4	9
8,80 - 8,90	145	420,5	10
8,90 - 9,00	125	362,5	10
9,00 - 9,10	125	362,5	10
9,10 - 9,20	145	420,5	10
9,20 - 9,30	150	435	10
9,30 - 9,40	156	452,4	10
9,40 - 9,50	156	452,4	10
9,50 - 9,60	160	464	10
9,60 - 9,70	160	464	10
9,70 - 9,80	165	478,5	10

PENETROMETRO DINAMICO LEGGERO tipo: DPLM (massa battente) = 30 Kg - H (altezza di caduta) = 20 cm - A (area della punta) 10 cm²

D (diametro della punta) = 35.70 mm - conicità della punta 60°

Sondaggio penetrometrico n° 1 le grazie - Terni



