

# Comune di Francavilla d'Ete

## Provincia di Fermo

**INTERVENTO DI RISTRUTTURAZIONE E  
RIQUALIFICAZIONE  
FINALIZZATO AL MIGLIORAMENTO SISMICO  
SCUOLA PRIMARIA E DELL'INFANZIA VIA DIDARI  
L. 128/2013 - D.M. 23.01.2015 - DGR n. 124 del 02.03.2015**

### PROGETTO ESECUTIVO

**Committente: Amministrazione Comunale di Francavilla d'Ete,  
Piazza Vittorio Emanuele II n. 34, 63816 Francavilla d'Ete**

**Tavola  
19**

**Relazione geotecnica**

**Progettista e Direttore Lavori  
Ing. Marco Ramadori  
via Mazzini n.3, 63833 Montegiorgio  
Tel. e Fax 0734962399 - mobile: 3356375851  
e-mail:marco.ram@libero.it - pec:  
marco.ramadori@ingpec.eu**

**Responsabile del procedimento: Sindaco Carolini Nicola**

**Marzo 2015**

# **RELAZIONE GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI**

## **1 Premessa**

La relazione, redatta in ottemperanza agli adempimenti previsti dal cap.6 “Progettazione geotecnica” del D.M. 14.01.08, è finalizzata alla definizione delle caratteristiche geotecniche dei terreni costituenti l'area in esame.

In particolare, nella presente relazione vengono riportati i risultati dei calcoli a carattere geotecnico nell’ambito del progetto di messa in sicurezza dell'edificio scolastico in via G. Didari a Francavilla d'Ete.

## **2 Normativa di riferimento**

### **Decreto Ministeriale 14.01.2008**

Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni

### **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**

Istruzioni per l’applicazione delle “Norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009.

### **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**

Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale.

## **3 Caratteristiche geologiche del sito**

L’area oggetto dell'intervento è ubicata ad est del centro storico di Francavilla d'Ete lungo la strada che dal centro arriva alla Strada Provinciale 37.

Ubicata ad una quota di circa 213 m s.l.m., ricade all'apice della dorsale su cui sorge il centro storico del comune di forma allungata con direzione nord ovest – sud est.

In particolare, detta area, si colloca su un versante costituito prevalentemente da terreni di natura argillosa, costituenti la formazione in posto (bed-rock), sovrastati da depositi -colluviali di natura limoso-argillosa.

La falda freatica si trova a circa 13,00 m di profondità dal piano campagna pertanto può ritenersi ininfluenza ai fini delle strutture oggetto di studio considerata anche la sua modesta entità.

Per quanto riguarda la stabilità, il PAI (Piano per l’Assetto Idrogeologico) evidenzia l’esistenza di movimenti gravitativi superficiali lungo il versante e più precisamente colloca l’area all’interno della perimetrazione con pericolosità P2R2 cioè quelle aree che possono essere oggetto di trasformazione edilizia previa esecuzione di indagini circa le condizioni di stabilità.

Tuttavia il dissesto, riguardante unicamente la parte superficiale, risulta molto lento. A conferma di ciò non sono state riscontrate fessurazioni o lesioni sui manufatti presenti nella porzione alta del dissesto.

Lo studio delle caratteristiche geologiche del sito è stato effettuato, da parte del geologo, mediante prova geofisica con metodologia Mash e il ricorso a dati di archivio relativi a precedenti lavori di ampliamento della stessa scuola,

Si ricorda che, per quanto riguarda la parte geologica, idrogeologica, idraulica e per quanto altro non direttamente inserito nel presente documento si rimanda alla Relazione geologica.

#### **4 Indagini geotecniche**

L'immediato sottosuolo dell'area è interessato dai seguenti litotipi, come risulta dalla specifica indagine geologico – tecnica redatta dal Geol. Vanessa Francia nel febbraio 2010.

I risultati delle prove possono essere così riassunti:

##### **4.1 Caratteristiche meccaniche**

***Depositi colluviali:*** da -0,00 m a -15,00 m

$\gamma = 1,90 \text{ kg/dmc}$	peso di volume
$\phi = 23-25^\circ$	angolo d'attrito interno
$C_u = 0,40-0,90 \text{ Kg/cmq}$	coesione non drenata
$E_d = \text{-- Kg/cmq}$	modulo edometrico

***Argille grigie:*** da -15,00 m

$\gamma = 2,0 \text{ kg/dmc}$	peso di volume
$\phi = 23-26^\circ$	angolo d'attrito interno
$C_u = 1,0-2,0 \text{ Kg/cmq}$	coesione non drenata
$E_d = \text{-- Kg/cmq}$	modulo edometrico

##### **4.2 Parametri sismici**

Ai fini della definizione della risposta sismica locale, dovuta alla successione stratigrafica ed alla variabilità dei parametri geotecnici dei terreni, è stata determinata la Categoria Topografica e la Categoria del sottosuolo (punto 3.2.2 delle NTC 2008) in riferimento ai valori delle velocità di propagazione delle onde di taglio.

Sulla base dei risultati delle indagini si può assegnare al terreno in esame una categoria del suolo di fondazione di tipo C: “depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità” Per quanto riguarda le condizioni topografiche è stata indicata una categoria di tipo T2. “Pendii con inclinazione media  $i > 15^\circ$ ”

Di seguito vengono riportati i parametri sismici in base ai quali sono stati ricavati, tramite il programma di calcolo edilus, gli spettri di risposta con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento che sono gli elementi essenziali per la determinazione dell'azione sismica di progetto.

Latitudine	43,190410
Longitudine	13,541860
Classe dell'edificio	III
Vita nominale struttura	50 anni

Stato limite	Tr	Ag	F0	T*c
Operatività	45	0,0645	2,434	0,286
Danno	75	0,080	2,438	0,301
Salvaguardia Vita	712	0,204	2,445	0,343
Prevenzione Collasso	1462	0,2638	2,470	0,350

## **5 Scelta tipo di fondazioni e verifiche**

Si è proceduto al calcolo di massima della capacità portante del terreno alle quota di appoggio delle fondazioni come controllo del programma di calcolo.

In particolare vengono proposte le soluzioni fornite da diversi autori (Terzaghi, Meyerhof, Hansen). Tutte hanno una forma trinomia in cui ciascun termine è legato alla coesione, all'angolo d'attrito ed al peso specifico. Si differenziano per l'introduzione di fattori correttivi per tenere conto della profondità della fondazione, dell'eccentricità e inclinazione del carico, etc . Per le verifiche della fondazione si prende come riferimento il valore più basso ottenuto.

Analizzando la struttura non si notano lesioni che possano far presagire cedimenti fondali diagonali o probabile in quanto la struttura risulta integra anche nelle zone più vulnerabili.

In conclusione dalle analisi geomorfologiche e dalle verifiche geotecniche svolte ne risulta che i valori di verifica sono accettabili.

## CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE

### 1 Caratteristiche geotecniche

#### 1.1 Caratteristiche del sito

SLV:  $a_g/g = 0,203$   $F_0 = 2,453$  Tipo sottosuolo = C Caratt. Topografica = T2  $\beta = 0,28$   
 SLV:  $\rightarrow S_s = 1,40$   $S_T = 1,20$   $A_{max} = 3,35$   $\rightarrow kh = 0,096$   $K_v = 0,048$

#### 1.2 Risultati prove penetrometriche

Strato	Spess	H <sub>progr</sub>	$\gamma_i$	$\phi$	c'	C <sub>ui</sub>	E	D <sub>i</sub>	$\gamma_{li} D_i$	$\gamma_{2i}$
n°	m	m	t/m <sup>3</sup>	gradi	t/m <sup>2</sup>	t/m <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	m	t/m <sup>2</sup>	t/m <sup>3</sup>
		0								
1	10,00	10,00	1,90	25,00	0,45	9,00	150,0	0,90	1,71	1,90
2	15,00	25,00	2,00	25,00	1,00	20,00	200,0	-9,10	-6,10	2,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10000	0,00	0,00	0,00

Terreno: Drenate  
 Profondità falda: 13,0 m  
 Norme: NTC 2008

### 4 Caratteristiche fondazione 2

Lunghezza 1000 cm Base : 80 cm Hpiano fondazioni: 0,9 m  
 $L/B = 12,50$   $m = 1,07$   $B/L = 0,08$  Forma : Rettangolare D/B: 1,13 < 4 superficiale  
 Strato posa: 1 Distanza falda: 1210 cm Dist cuneo rottura: 62,8 cm

### 5 Portanza del terreno

#### 5.1 Dati di progetto

Strato di base n1:  $\gamma = 1,90$  t/m<sup>3</sup>  $\phi = 25,00^\circ$   $c' = 0,45$  t/m<sup>2</sup>  
 Carico laterale sullo stato di base: Terreno laterale  $\sum \gamma_{li} D_i = 1,71$  t/m<sup>2</sup> Coeff di sicurezza  $\eta = 2,3$

#### 5.2 Calcolo portanza

	Fattori forma			Fattori profondità			Fattori inclinazione			Fattori di capacità			Portanza	
	S <sub>c</sub>	S <sub>q</sub>	S <sub><math>\gamma</math></sub>	D <sub>c</sub>	D <sub>q</sub>	D <sub><math>\gamma</math></sub>	i <sub>c</sub>	i <sub>q</sub>	i <sub><math>\gamma</math></sub>	N <sub>c</sub>	N <sub>q</sub>	N <sub><math>\gamma</math></sub>	Q <sub>p</sub>	Q <sub>amm</sub>
B. Hansen	1,04	1,04	0,97	1,16	1,26	1,00	0,76	0,80	0,80	20,68	10,64	8,99	3,30	1,43
Meyerhof	1,04	1,02	1,02	1,28	1,14	1,14	0,78	0,78	0,33	20,68	10,64	6,75	2,81	1,22
Terzaghi	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	14,23	5,26	2,55	1,73	3,02

Portanza:  $Q_{amm} = 1,22$  kg/cm<sup>2</sup>

## COSTANTE DI SOTTOFONDO

### 1 Caratteristiche fondazione

Dati di calcolo fondazione L' = 5,00 m B' = 0,40 m Coeff Poisson  $\nu = 0,5$

### 2 Coefficienti d'influenza

#### 2.1 Media ponderata E $\nu$

Strato	D <sub>i</sub>	$\nu$	E
n°	m	-	kg/cm <sup>2</sup>
1	9,1	4,55	1365
2	15	7,5	3000
3	0	0	0
4	0	0	0
5	0	0	0

$\sum = 24,1$  12,05 4365

#### 2.2 Coefficiente di Fox

$\beta$	r	Y
1,00	1,80	2,996
1,00	10,16	2,317
0,00	1,97	0,473
-1,00	10,19	0,056
0,00	10,03	0,740

$w_c = 5,26$

$w_0 = 5,99$

$I_F = 0,877$

#### 2.3 Coefficienti d'influenza

M = 12,50

N = 60,25

$I_1 = 1,213$

$I_2 = 0,032$

$I_s = 1,213$

### 3 Calcolo cedimento elastico (Timoshenko)

Max profondità d'influenza = 5D = 4,50 m Emed: 181,1 kg/cm<sup>2</sup>  $\nu$  med: 0,5 Riduzione: Si  
 Pedificio di calcolo: 4  $\delta = 1,22$  cm < 4,00 cm Ok

### 4 Calcolo costante di sottofondo

Cedimento immediato per Q<sub>amm</sub>  $\delta = 0,59$  cm Cedimento finale per Q<sub>amm</sub>  $\delta = 0,83$  cm  
 Costante di Sottofondo = k = 1,77