

REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA - PROVINCIA DI PORDENONE  
**COMUNE DI MORSANO AL TAGLIAMENTO**  
FRAZIONE DI MUSSONS - PIAZZA IV NOVEMBRE N.11

---

OPERE DI MIGLIORAMENTO AI FINI DELLA SICUREZZA DELLA SCUOLA MATERNA STATALE  
SITUATA IN PIAZZA IV NOVEMBRE NELLA FRAZIONE DI MUSSONS - REALIZZAZIONE DI SCALA DI SICUREZZA

---

PROGETTO ESECUTIVO STRUTTURE

---

**RELAZIONE GEOLOGICA**

DATA

COPIA N. .

SCALA -

---

**S3**

ARCH. CLAUDIO DOMINI - STUDIO DI ARCHITETTURA ED URBANISTICA - P.I. 00405450933  
Via B.go San Antonio n.12 - 33170 PORDENONE - tel/fax 0434 522141 e-mail: cl.domini@archiworld.it

ING. LORIS BOREAN - STUDIO DI INGEGNERIA  
Via Revedole n.3/B - 33170 PORDENONE - tel.0434 241540 - fax 0434 242185 e-mail: info@borean.it

**REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA**

**PROVINCIA DI PORDENONE**

**COMUNE DI MORSANO AL TAGLIAMENTO**

## **RELAZIONE GEOLOGICA**

### **COSTRUZIONE SCALA DI SICUREZZA**

<i>1</i>	<i>Foglio 25 mapp.le 138</i>	<i>P.zza IV Novembre</i>	<i>Località: Mussons</i>
----------	------------------------------	--------------------------	--------------------------

**COMMITTENTE: COMUNE DI MORSANO AL TAGLIAMENTO**

Pordenone, 28.04.2016

IL RELATORE  
*Dott. Geol. G. Contratti*

## 1 – GENERALITÀ

**Oggetto dell'intervento:** costruzione di una scala di sicurezza in aderenza all'edificio adibito a scuola per l'infanzia in località Mussons nel comune di Morsano al Tagliamento(PN).

**Tipo di opera interagente con i terreni e con le rocce:**

- fondazioni superficiali dirette

**Scopo dell'indagine:** verificare le caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche dei terreni di fondazione al fine di valutare la stabilità dell'insieme opera-terreno, in condizioni statiche e dinamiche.

**Normativa di riferimento:** l'indagine è stata condotta secondo i criteri e le norme previsti da:

- D.M. 11.3.88 e Circ. LL.PP. n. 30483;
- Ord. 20.03.2003;
- L.R. 11.08.2009 n.16 (Norme per la costruzione in zona sismica);
- N.T.A. del PRGC;
- D.M. 14.01.2008 e Circ. 2.2.2009 n.617.

**Dati d'ingresso:**

- Relazione Geologica per il PRGC
- Relazione Geologica per lavori di manutenzione straordinaria, adeguamento e ampliamento della scuola dell'infanzia della frazione di Mussons (S. Russo 2006)

**Indagini eseguite (A.2 DM.11.3.88):** viste le NTA del PRGC, caratteristiche geologiche generali della zona e considerata l'entità delle opere in progetto si è svolta l'indagine mediante:

1. raccolta dati esistenti in sito e su aree circostanti

## 2 – MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

**Inquadramento geologico generale:** la zona in esame si colloca nella Bassa Pianura Friulana ed appartiene al sistema deposizionale del tardo Quaternario (Fontana 2008) del megafan del F. Tagliamento.

**Inquadramento geomorfologico locale:** il sito appartiene all'unità pedogeografica del

- Pianura olocenica del Tagliamento

### SCHEMA GEOMORFOLOGICO DI SINTESI

<b>Quota media del p.c.</b>	11.6 m s.l.m.
<b>Inquadramento geomorfologico</b>	Pianura alluvionale
<b>Spessore dei depositi sciolti</b>	> 50.0 m

**Caratteri litostratigrafici locali:** l'andamento litostratigrafico del sito è stato elaborato dall'analisi dei dati di campagna e delle prove in situ, l'analisi è stata estesa fino ad un volume geologico e geotecnico significativo.

MODELLO LITOSTRATIGRAFICO TIPO

PROFONDITÀ DI BASE STRATO (m)	CARATTERIZZAZIONE LITOLOGICA	COMPATTEZZA (A.G.I. 1977)
- 1.1	Riporto eterogeneo e limo	Poco addensata
- 1.7	Sabbia e ghiaia	Moderatamente addensata
- 2.3	Limo argilloso	Poco consistente
- 30.0	Alternanze di ghiaia sabbiosa e sabbia limosa	Moderatamente addensata

Il modello può essere considerato continuo per tutta l'area di intervento.

**Caratteri idrogeologici e schema della circolazione idrica sotterranea:**

**Inquadramento idrogeologico:** il sito si colloca nella bassa Pianura Pordenonese a valle della *Linea delle Risorgive*.

**Caratteri idrogeologici locali:** la struttura idrogeologica è caratterizzata dalla presenza nel sottosuolo di

- Falda libera indifferenziata a livello oscillante

Falda	Tipo	Livello statico o dinamico misurato - in m dal p.c.	Livello di piena previsto in m dal p.c.	Direzione di flusso
presente	libero	- 2.5	- 1.1	-

**3 - PERICOLOSITÀ GEOLOGICA DEL TERRITORIO E SISMICA DI BASE**

**Morfologia superficiale:** dal rilievo di superficie e dalle indagini eseguite risulta:

Pianeggiante	Pendio	Ciglio di scarpata
--------------	--------	--------------------

**Morfologia sepolta:** presenza di elementi che possono amplificare la risposta sismica locale

Non influenti	Parzialmente influenti	Influenti
---------------	------------------------	-----------

**Riclassificazione secondo DPCM. 20.03.2003 – Del. Giunta Reg. n.845 del 6.5.2010.**

Comune	Del. 845 del 6.5.2010	Valore di $a_g$
Morsano al Tagliamento	Zona 3	$0.05 < a_g \leq 0.175$

**Localizzazione del sito di costruzione:** terreno pianeggiante stabile privo di faglie attive in superficie.

**Coefficiente di amplificazione topografica (3.2.2 D.M. 14.01.2008):**  $ST = 1.0$

Categoria topografica	Caratteristiche della superficie topografica	Ubicazione dell'opera	$S_t$
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ .	-	1,00

**Categoria di sottosuolo (DM 14.01 2008 – 3.2.2):** i valori equivalenti, valutati con le relazioni:  $V_{S30} = 30 / \sum (h_i/V_{s_i})$  -  $N_{SPT30} = 30 / \sum (h_i / N_{SPTi})$  -  $C_{u30} = 30 / \sum (h_i/C_{ui})$ , in base a prove in situ eseguite in aree circostanti, individuano, secondo l'approccio semplificato, la **Categoria C**

Dallo studio sull'impedenza sismica del territorio comunale condotto dall'OGS di Trieste per conto della Protezione civile regionale, si possono trarre valori delle velocità Vs di taglio compresi tra 290 – 340 m/s.

CATEGORIA	V <sub>S30</sub> (m/s)	N <sub>SPT,30</sub> terreni a grana grossa	C <sub>u,30</sub> (KPa) terreni a grana fina
C	180 - 360	15 < N < 50	70 < C <sub>u</sub> < 250

La pericolosità sismica di base è definita in termini di spettri di risposta elastici su suolo di Categoria C, per opportuni tempi di ritorno

**Valori dei parametri a<sub>g</sub>, F<sub>o</sub>, T<sub>c</sub> per periodi di ritorno T<sub>R</sub> di riferimento.**

Cl: III; C<sub>u</sub>= 1.5 ; V<sub>n</sub> = 50; Pr = 75

T <sub>R</sub> (anni)	a <sub>g</sub>	F <sub>o</sub>	T <sub>c</sub> *
45(SLO)	0.044	2.544	0.260
75 (SLD)	0.056	2.531	0.290
712 (SLV)	0.133	2.564	0.381
1462 (SLC)	0.167	2.621	0.396

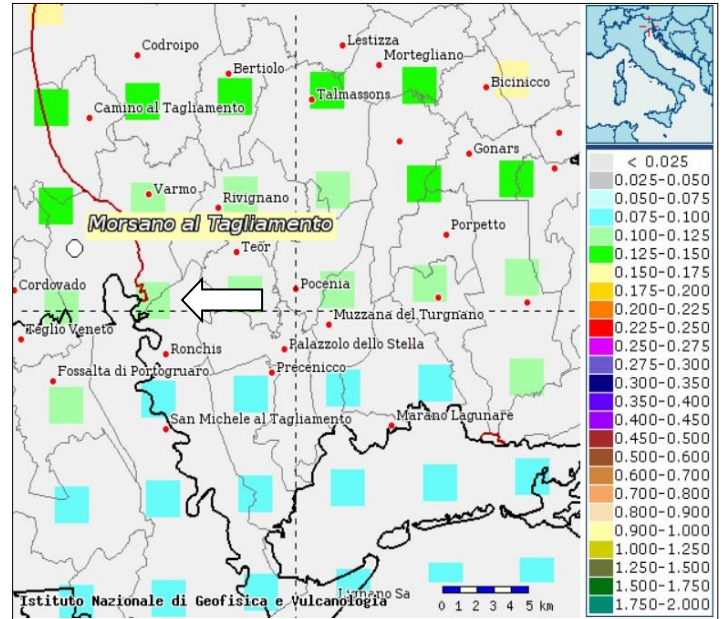
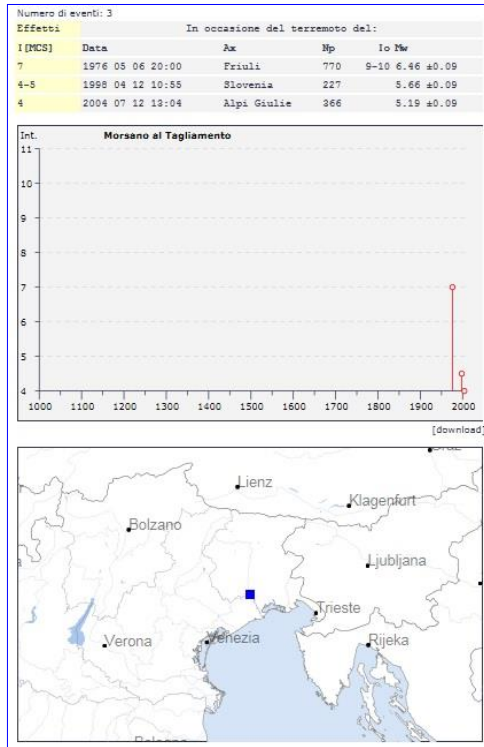
**Sintesi parametri di amplificazione sismica per sito geomorfologicamente stabile**

CATEGORIA SOTTOSUOLO	a <sub>max</sub> = a <sub>g</sub> · S <sub>s</sub> · S <sub>T</sub>	STATO LIMITE
C	0.0652	SLO
C	0.0825	SLD
C	0.1955	SLV
C	0.2362	SLC

**Sismicità storica ed evento atteso :** dal catalogo dei terremoti dell'Ist. Nazionale di Geofisica e Vulcanologia sono stati tratti i sismi di maggior intensità (M<sub>w</sub> >4) l'elenco evidenzia come l'evento sismico più rilevante sia stato quello con epicentro nel Friuli (Gemona del 1976) e intensità M<sub>w</sub> = 6.46. Si riporta inoltre il calcolo della disaggregazione della pericolosità sismica in termini di magnitudo-distanza di un evento relativo al punto della griglia più prossimo al sito in esame.

La pericolosità calcolata in funzione d'intensità-distanza risulta: M<sub>w</sub> = 5.79 D = 42.9 Km.

Dall'analisi dei dati, tenendo conto anche della distanza dalle zone sismo genetiche (Zona 905) si può assumere come magnitudo attesa per il sito M<sub>w</sub> = 6.0



Punto della griglia considerato per la disaggregazione della pericolosità sismica.

**Verifiche di liquefazione:** i depositi incoerenti, immersi permanentemente in falda, sono esenti da fenomeni di liquefazione per il loro rapporto tra sforzo di taglio e sforzo critico, che risulta  $F_s > 1.25$  (P.to 7.11.3.4 DM 14.01.2008).

Verifica eseguita con metodo semplificato (Tokimatsu e Yoshimi) assumendo:

- $a_g = 0.20$  (acc. max. al sito SLV);
- $M = 6.0$ ;
- MSF (fattore di scala) = 1.45;
- pc (% di fino > 5%)
- $N_{SPT} = 15$

#### 4 – CARATTERIZZAZIONE FISICO-MECCANICA DEI TERRENI

**Criteri:** i parametri fisici dei terreni sono stati ottenuti mediante interpretazione dei risultati di prove e misure in sito o dall'esperienza e sulle conoscenze disponibili (valori bibliografici). Il sottosuolo è stato suddiviso in livelli litotecnici omogenei a ciascuno dei quali sono stati assegnati parametri fisici medi.

##### MODELLO GEOTECNICO TIPO

Prof. di base livello (m)	Comportamento geomeccanico	$\gamma_s$	$N_{SPT}$	$D_r$	$C$	$\phi$	$E$	$G$	$E_{ed}$	$\nu$	$V_s$
- 1.1	semicoesivo	18	3	-	20	26	5	-	-	0.4	-
- 1.7	incoerente	19	20	65	0	34	35	13	-	0.35	147
- 2.3	coesivo	18	2	-	25	10	-	2	4	0.45	110
- 5.0	incoerente	20	24	70	0	36	40	15	-	0.35	179

##### LEGENDA:

$\gamma_s$  = peso di volume saturo (KN/m<sup>3</sup>) -  $N_{spt}$  = numero di colpi di maglio per lo strato -  
 $D_r$  = densità relativa del deposito granulare (%) -  $C$  = coesione efficace (KPa) -  $\phi$  = angolo di attrito interno (°) -  $E$  = modulo di deformazione normale (MPa) -  $G$  = modulo elastico tangenziale (MPa) -  $E_{ed}$  = modulo edometrico (MPa) -  $\nu$  = coefficiente di Poisson -  
 $V_s$  = velocità delle onde di taglio S (Otha e al. 1978)

Dove:

$$V_s = (m/s - V_s = 69 \times \alpha \times \beta \times N^{0.17} \times Z^{0.2})$$

$\alpha$  = coeff. funzione dell'età del deposito: Olocene = 1.0

$\beta$  = coeff. funzione della granulometria: sabbie ghiaiose e sabbia limosa = 1.0 - 1.15

N = numero di colpi della prova SPT

Z = profondità del deposito

## 5 – FONDAZIONI

**Criteri generali:** viste le caratteristiche fisiche dei terreni si possono utilizzare fondazioni dirette superficiali, costituite preferibilmente da una piastra rigida.

Si ricorda che il sistema di fondazione dovrà essere dimensionato secondo i seguenti criteri generali:

- unica tipologia di fondazione;
- regolarità in pianta;
- adeguata rigidità.

### Valutazioni della resistenza di progetto del terreno in campo sismico (Rd):

**Ipotesi:** *fondazione diretta a platea (L x B) su terreno stratificato a comportamento incoerente*

- Modello geotecnico continuo
- Fondazione di larghezza B = 1.6 m e lunghezza L = 6.0 m
- Profondità di posa della fondazione D = 0.5 m
- Parametri geotecnici di progetto: C = 0 KPa;  $\phi'_k = 26^\circ$
- Livello falda: -1.1 m dal p.c.
- Inclinazione del carico dovuta al sisma = 11.3°
- Fattori cinematici ( $z_q = z_y = 0.96$ ) considerati secondo Paolucci e Pecker, 1997
- Coefficienti parziali per i parametri geotecnici caratteristici del terreno

PARAMETRO	M1 (STR)	M2 (GEO)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio $\phi'_k$	1.0	1.25
Coesione efficace $c'_k$	1.0	1.25
Resistenza non drenata $c_{uk}$	1.0	1.4
Peso di volume $\gamma_k$	1.0	1.0

### COEFFICIENTI PARZIALI $\gamma_R$ PER LA VERIFICA AGLI SLU DI FONDAZIONI SUPERFICIALI

Verifica	R1	R2	R3
Capacità portante	1.0	1.8	2.3
Scorrimento	1.0	1.1	1.1

La resistenza del terreno è stata calcolata mediante le relazioni:

$R_d = Y_1 \cdot D \cdot N_q + c \cdot N_c \cdot s_c + 0.5 \cdot B \cdot Y_2 \cdot N_y \cdot s_y$ (Terzaghi, 1943 per $D < B$ )
$R_d = s_q \cdot Y_1 \cdot D \cdot N_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q \cdot z_q + c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c \cdot z_c + 0.5 \cdot B \cdot Y_2 \cdot N_y \cdot s_y \cdot d_y \cdot i_y \cdot b_y \cdot g_y \cdot z_y$ (Vesic, 1973)

RISULTATI

Largh. Fondaz.	Prof. Fondaz.	Verifiche agli SLU	App.1 – comb.2 (GEO) non drenato	App.1 comb.2 (GEO) drenato	App. 2 (GEO)
<b>B (m)</b>	<b>D (m)</b>	<b>RELAZIONE</b>	<b>Rd (kN/mq)</b>	<b>Rd(kN/mq)</b>	<b>Rd(kN/mq)</b>
1.6	0.5	Terzaghi-Vesic (media)	-	-	Statica 78 Sismica 75

**Valutazione del cedimento:** considerate le caratteristiche litostratigrafiche dei terreni nel bulbo di pressione, il cedimento sarà di tipo principalmente immediato (elastico).  
 La valutazione eseguita con la teoria dell'elasticità ( $S = I_s \cdot q' \cdot B' \cdot (1-v^2) / E_s$  – compatibili con le caratteristiche strutturali dell'opera ( $S_{el} < 2.5$  cm)

**Valutazione del coefficiente di sottofondazione:** se il calcolo è condotto con lo schema alla Winkler, per la determinazione del coeff. di sottofondo (suolo elastico verticale) sono state utilizzate le seguenti relazioni considerando anche la presenza della falda e la sismicità del sito:

$$K = K_s [(B + 0.3) / 2B]^2 \quad \text{per terreni incoerenti } (0.8 \leq K_s \leq 16)$$

Valore di progetto:  $K = 1.0$  da N/cm<sup>3</sup>

**6 - SCENARIO GEOLOGICO-AMBIENTALE E PRESCRIZIONI TECNICO-APPLICATIVE**

**Rischio geostatico globale:** in relazione alla stabilità del complesso opera/pendio, il rischio è:

nessuno	Potenziale (da verificare)	Reale sul sito o in aree circostanti
---------	----------------------------	--------------------------------------

**Rischio idraulico:** al fine della verifica idraulica del territorio (PRGC – P.A.I. – 2015 Var.n.1) risulta:

rischio idraulico (PAI – Tav.62)	Altezza lama d'acqua
P1	< 1.0 m

**Terre e rocce da scavo:**

- **D.M. 161/2012 – Reg. recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo**
- **D.L. 21.6.2013 n.69**

il materiale scavato nell'ambito dei lavori di costruzione o di produzione è soggetto alle disposizioni del DM 161/2012, in vigore dal 6.10.2012.

Si ricorda che il materiale scavato non contaminato nell'ambito dei lavori di costruzione e riutilizzato in sito è escluso dalla normativa sui rifiuti e dalla gestione come sottoprodotto.

Per il materiale da scavo ( $\leq 6000$  m<sup>3</sup>) proveniente dal sito di produzione può essere riutilizzato in altre destinazioni con autocertificazione, se rispettate le condizioni previste dal comma 1 dell'art.41 bis del DL 21.6.2013 n.69.

**Scavi di fondazione:** nell'esecuzione degli scavi per raggiungere il piano di posa della fondazione si avrà cura di non provocare rimaneggiamenti e deterioramenti prima della costruzione dell'opera.

Eventuali acque stagnanti devono essere allontanate.



## 7- CONCLUSIONI

Viste le analisi condotte e i risultati delle verifiche eseguite si ritiene che il progetto sia compatibile con le caratteristiche geologiche dell'area esaminata, si ricorda infine che:

- per quanto previsto dal P.to A.2 del DM.11.3.88, in corso d'opera si dovrà controllare la rispondenza tra la caratterizzazione geotecnica assunta in progetto e la situazione effettiva, differendo di conseguenza il progetto esecutivo;
- sarà opportuno adottare un tipo unico di fondazione e possibilmente a forma regolare;
- è preferibile inoltre, che il piano di posa della fondazione sia tutto su uno stesso livello;
- la profondità di posa della fondazione va comunque posta al di sotto della coltre con variazioni significative d'umidità;
- si avrà cura anche di evitare la posa delle strutture di fondazione sul livello medio della falda o nelle immediate vicinanze di esso, onde ovviare ai fenomeni provocati dalla sua oscillazione;
- il piano di sbancamento dovrà essere pulito e livellato asportando tutti gli eventuali materiali non naturali (tracce organiche, materiali eterogenei di riporto, sostanze inquinanti ecc.).

Pordenone, 28.04.2016

Il relatore  
Dott. Geol. G. Contratti

