



Comune di Ferrara

Servizio Qualità edilizia
Piazza del Municipio, 21
44121 - Ferrara

**PIANO URBANISTICO ATTUATIVO
RELATIVO ALL'AREA DI PONTETRAVAGLI - VIA PIOPPA
SCHEDA DI POC 7ANS-04**

PUA
P I A N O
U R B A N I S T I C O
A T T U A T I V O



La Proprietà

MIMA MARCHETTI
Via Ercole Primo D'Este, 70
40400 FERRARA

La Proprietà

PAROFIN s.r.l.
Via Pietro Mascagni, 1
20122 MILANO

Protocollo Off. Tecnico



Via San Felice 21 40122 Bologna ITALY
tel. +39 051.2912911 fax +39 051.239714
Via Treviso, 18 - 31020 - San Vendemiano (TV)
tel. +39.0438.412433 fax. +39.0438.429000
mateng@legalmail.it

Direttore Tecnico Settore Edilizia:

Arch. Mario Zuccotti

Progettista Responsabile:

Arch. Stefano Silvagni

Progettista Architettonico:

Arch. Arturo Augelletta

Progettista OO. UU.:

Ing. Franco Di Biase

Rilievo:

Geom. Luca Paladino

Geologo Studio System:

Geol. Emanuele Stevanin

Progetto del verde:

Agr. Fabio Tunioli

Consulente per la progettazione
paesaggistica:

Dott.ssa Caterina Zanella

Collaborazioni:

Arch. Federica Merola

TITOLO ELABORATO

**RELAZIONE GEOLOGICA INTEGRATIVA
AI SENSI DEL DGR 2193/2015**

ELABORATO

RG_INT

SCALA

-

LAVORO

PARO15032

DATA: 15_06_2016

N.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
1	R.GEOL INT	15_06_2016	ES	ES	ES
2					
3					
4					

**Spett.le
Parofin s.r.l.
via Pietro Mascagni civ. 1
Milano**

Copparo, 14 giugno 2016

Oggetto: Piano Urbanistico Attuativo relativo all'area di Ponte Travagli – via Pioppa – Scheda POC 7ANS-04
Modello Geologico e Modello Geotecnico – II Integrazioni
Rif: 082/16-ES-Rev00 PI096/16-ES-Rev00
File: rel_Parofin_082_16_ES_Rev00

Con riferimento a quanto in oggetto, sono a trasmettere le valutazioni di seguito riportate, ad integrazione di quanto riportato nei seguenti elaborati a firma dello scrivente:

Piano urbanistico attuativo relativo all'area di Ponte Travagli – via Pioppa – Scheda di POC 7ANS-04 – Modello geologico e Modello geotecnico - Riferimento interno 135/15-ES-Rev00.

Piano urbanistico attuativo relativo all'area di Ponte Travagli – via Pioppa – Scheda di POC 7ANS-04 – Modello geologico e Modello geotecnico – Integrazioni - Riferimento interno 148/15-ES-Rev00.

La presente viene predisposta al fine di aggiornare le verifiche alla liquefazione già effettuate nel corso delle precedenti fasi di studio. In particolare, di seguito vengono riportate le verifiche con le modalità previste nella Deliberazione della Giunta Regionale dell'Emilia Romagna n. 2193 del 21 dicembre 2015.

Nello specifico, nell'allegato 3 di tale atto, per la stima del rischio di liquefazione, viene indicato il metodo di Idriss e Boulanger del 2014. Per mezzo di tale metodo, vengono applicate le procedure descritte nella pagina successiva.

Per quanto riguarda l'Indice del Potenziale di Liquefazione (I_L), la Deliberazione indica il metodo di Sonmez 2003, in base al quale e ai valori di I_L , si definiscono le seguenti classi di pericolosità:

$I_L = 0$	non liquefacibile ($FL \geq 2$)
$0 < I_L \leq 2$	potenziale basso
$2 < I_L \leq 5$	potenziale moderato
$5 < I_L \leq 15$	potenziale alto
$15 < I_L$	potenziale molto alto



$$1. q_{clN} = C_N \cdot \frac{q_c}{p_a}$$

$$C_N = \left(\frac{p_a}{\sigma'_{v0}} \right)^m \leq 1.7$$

$$m = 1.338 - 0.249 \cdot (q_{clNes})^{0.264} \quad \text{con } 21 \leq q_{clNes} \leq 254$$

(q_{clNes} è definito al punto 2 e m è determinato per via iterativa; p_a è la pressione atmosferica)

$$2. q_{clNes} = q_{clN} + \Delta q_{clN}$$

$$\Delta q_{clN} = \left(11.9 + \frac{q_{clN}}{14.6} \right) \cdot \exp \left[1.63 - \frac{9.7}{FC + 2} - \left(\frac{15.7}{FC + 2} \right)^2 \right]$$

FC è il contenuto di fine espresso in %. In assenza di determinazione sperimentale di laboratorio FC può essere stimato con l'espressione empirica:

$$FC = 80 I_c - 137$$

in cui I_c è l'indice di classificazione del terreno da prova CPT proposto da Robertson (1990):

$$I_c = \sqrt{(\log F + 1.22)^2 + (\log Q_n - 3.47)^2}$$

con

$$F = \frac{f_s}{q_c - \sigma_{v0}} \cdot 100$$

$$Q_n = \left(\frac{q_c - \sigma_{v0}}{p_a} \right) \cdot \left(\frac{p_a}{\sigma'_{v0}} \right)^m$$

$$3. CRR = \exp \left[\frac{q_{clNes}}{113} + \left(\frac{q_{clNes}}{1000} \right)^2 - \left(\frac{q_{clNes}}{140} \right)^3 + \left(\frac{q_{clNes}}{137} \right)^4 - 2.80 \right]$$

$$4. MSF = 1 + (MSF_{max} - 1) \left[8.64 \exp \left(\frac{-M}{4} \right) - 1.325 \right]$$

$$MSF_{max} = 1.09 + \left(\frac{q_{clNes}}{180} \right)^3 \leq 2.2$$

$$5. K_\sigma = 1 - C_\sigma \cdot \ln \left(\frac{\sigma'_v}{p_a} \right) \leq 1.1$$

$$C_\sigma = \frac{1}{37.3 - 8.27(q_{clNes})^{0.264}} \leq 0.3$$

$$5. CSR_{M;\sigma'_v} = 0.65 \cdot \frac{a_{max}}{g} \cdot \frac{\sigma_{v0}}{\sigma'_{v0}} \cdot r_d$$

$$r_d = \exp [\alpha(z) + \beta(z) \cdot M]$$

$$\alpha(z) = -1.012 - 1.126 \cdot \text{sen} \left(\frac{z}{11.73} + 5.133 \right)$$

$$\beta(z) = 0.106 + 0.118 \cdot \text{sen} \left(\frac{z}{11.28} + 5.142 \right)$$

$$6. F_L = \frac{CRR_{M=7.5;\sigma'_v=latm}}{CSR_{M;\sigma'_v}} \cdot MSF \cdot K_\sigma$$

Utilizzando il software CLiq v.1.7.6.49, applicando il metodo di Boulanger & Idriss (2014) sono stati determinati i fattori F_s per i singoli strati di 0.02 mt delle prove già effettuate all'interno del sito, individuando quindi gli spessori caratterizzati da $F_s < 1.2$, di seguito elencati nelle tabelle nelle quali, oltre agli spessori e alle profondità dei singoli strati liquefacibili, sono indicate anche le profondità dei macrostrati e gli spessori cumulativi degli strati liquefacibili.

SCPTU1 – STRATI CON $F_s < 1.2$

	MACROSTRATI		STRATI LIQUEFACIBILI		
	PROF. TETTO (MT)	PROF. LETTO (MT)	PROFONDITÀ (MT)	SPESSORI (MT)	SPESSORI CUMULATIVI (MT)
SCPTU1	0.00	2.80	-	-	-
	2.80	4.82	2.82 – 2.98	0.16	1.56
			3.00 – 3.04	0.04	
			3.08 – 4.18	1.10	
			4.28 – 4.40	0.12	
			4.64 – 4.78	0.14	
	4.82	8.50	-	-	-
	8.50	10.42	8.50 – 9.48	0.98	1.70
			9.58 – 10.20	0.62	
			10.28 – 10.38	0.10	
	10.42	19.16	-	-	-
	19.16	29.84	19.18 – 19.50	0.32	0.44
			19.86 – 19.88	0.02	
19.90 – 20.00			0.10		
29.84	30.32	-	-	-	

SCPTU2 – STRATI CON $F_s < 1.2$

	MACROSTRATI		STRATI LIQUEFACIBILI		
	PROF. TETTO (MT)	PROF. LETTO (MT)	PROFONDITÀ (MT)	SPESSORI (MT)	SPESSORI CUMULATIVI (MT)
SCPTU2	0.00	2.70	-	-	-
	2.70	4.18	2.70 – 4.18	1.48	1.48
	4.18	13.20	4.18 – 4.20	0.02	0.12
			9.10 – 9.20	0.10	
	13.20	15.66	13.26 – 14.40	1.14	1.74
			14.58 – 14.98	0.40	
			15.00 – 15.14	0.14	
			15.54 – 15.60	0.06	
	15.66	18.80	-	-	-
	18.80	28.60	18.82 – 19.14	0.32	0.80
			19.20 – 19.34	0.14	
			19.48 – 19.50	0.02	
			19.54 – 19.58	0.04	
19.72 – 20.00			0.28		
28.60	30.30	-	-	-	

In base a quanto riportato in tabelle, risulta evidente come lo strato sul quale porre una particolare attenzione è quello più superficiale, il quale con i dati a disposizione risulta continuo e con scarsa copertura argillosa.

Per stimare il grado di severità globale dovuta alla liquefazione del deposito, è stato determinato l'Indice del Potenziale di Liquefazione, considerando una magnitudo pari a 6.14 ed una P.G.A = 0.20g. Il livello della falda è stato mantenuto invariato nell'ipotesi dell'avvenimento del sisma; a conoscenza dello scrivente non sono infatti disponibili studi specifici relativi alla variazione del livello della falda, nel corso degli eventi sismici. Nella verifica alla liquefazione sono stati considerati solamente i terreni sabbiosi per le caratteristiche specifiche dei siti.

In base al metodo di Boulanger e Idriss (2014), suggerito dall'allegato A3, punto A2.2, della D.G.R. del 21/12/2015, n. 2193 e all'approccio di Sonmez (2003), l'Indice del Potenziale di Liquefazione assume i seguenti valori:

IPL in corrispondenza di SCPTU1 = 4.539

IPL in corrispondenza di SCPTU2 = 3.335

In base agli Indici di Potenziale Liquefazione, la zona si definisce a potenziale rischio moderato, in corrispondenza delle due prove analizzate. Si evidenzia come con le precedenti valutazioni, effettuate sulla base delle indicazioni della D.A.L. 112/2007, prima della pubblicazione della D.G.R. 2193/2015, fossero stati calcolati valori di IPL pari a 2.538 e 1.855, definendo un rischio basso in corrispondenza di entrambe le prove.

Distinti saluti

Dr. Geol. Emanuele Stevanin

