

**NUOVO COLLEGAMENTO CICLO- PEDONALE TRA IL  
CENTRO URBANO DI IMOLA, LA "CURVA RIVAZZA"  
DELL'AUTODROMO E LA FRAZIONE DI ZELLO FUNZIONALE  
AI GRANDI EVENTI**

**CUP: J21B23000270003**

20\_009



**PROGETTO**

**PIACENTINI  
INGEGNERI**

via Belvedere 6 40033 CASALECCHIO DI RENO (BO)

**Committente : AREA BLU S.p.a.**

Responsabile Unico del Progetto:  
Ing. Andrea Tommasoli

**Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica**

**05 - GEOLOGIA E GEOTECNICA**  
Relazione geotecnica

Codice Elaborato IMCPFGEORT0302

Collaboratori:  
Area Property Management

N.:	Data:	Redattore:	Approvazione:	Descrizione:
00	25/07/2024	Romilio	Piacentini	Emissione

LUG 2024

**PFTE  
0302**



INDICE

<b>1</b>	<b>Introduzione .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Documenti di riferimento.....</b>	<b>2</b>
<b>2.1</b>	<b>Normativa di riferimento .....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Indagini geognostiche .....</b>	<b>3</b>
<b>3.1</b>	<b>Prova CPTu .....</b>	<b>4</b>
<b>3.2</b>	<b>Prova MASW .....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Stabilità nei confronti della liquefazione.....</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>Stratigrafia e parametri geotecnici di progetto .....</b>	<b>8</b>

## 1 Introduzione

In questo documento si riportano le informazioni di carattere geotecnico relativamente ai terreni coinvolti nell'ampliamento del ponte sul Rio Bergullo e relativamente ai muri di contenimento ad esso adiacenti nel comune di Imola (BO). Tali opere si inseriscono nell'intervento di realizzazione del nuovo collegamento ciclo-pedonale tra il centro urbano di Imola, la curva Rivazza dell'autodromo e la frazione di Zello funzionale ai grandi eventi.

## 2 Documenti di riferimento

### 2.1 Normativa di riferimento

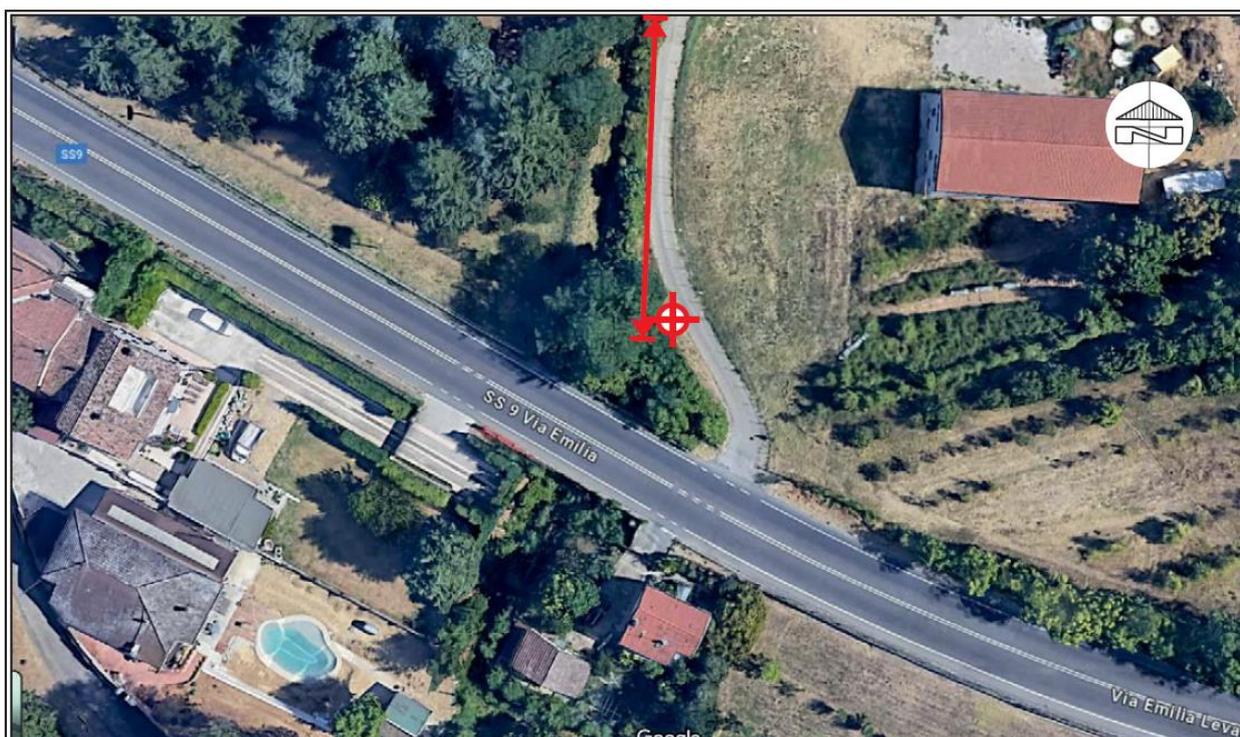
[1] D.M. 17 gennaio 2018 – "Nuove norme tecniche per le costruzioni".

[2] CIRCOLARE ESPLICATIVA delle NTC2018.

### 3 Indagini geognostiche

Le indagini geognostiche relative alle opere in parola consistono in una prova CPTu e una prova MASW, entrambe realizzate nelle vicinanze dell' ampliamento del ponte sul Rio Bergullo.

Si riporta di seguito la pianta di ubicazione di tali prove.



#### LEGENDA

-  Prova penetrometrica CPTU1
-  Profilo sismico in array MASW

### 3.1 Prova CPTu

La prova CPTu riscontra nei primi 4.0 m la presenza di terreni misti costituiti da sabbie limose e limi sabbiosi con resistenza di punta media pari a circa 6 MPa. Da -4.0 m a -9.50 m si riscontra la presenza di argilla e argilla limosa con resistenza di punta media pari a circa 4 MPa. Si riporta di seguito l'andamento della resistenza di punta, della resistenza per attrito laterale e di conseguenza i litotipi attraversati. I litotipi sono stati determinati in accordo a Robertson (2009), identificando il Soil Behaviour Type (SBTn) basato sull'indice  $I_c$ .

$$Q_{tn} = [(q_t - \sigma_{vo})/p_a](p_a/\sigma'_{vo})^n$$

$$F_r = [f_s/(q_t - \sigma_{vo})]100\%$$

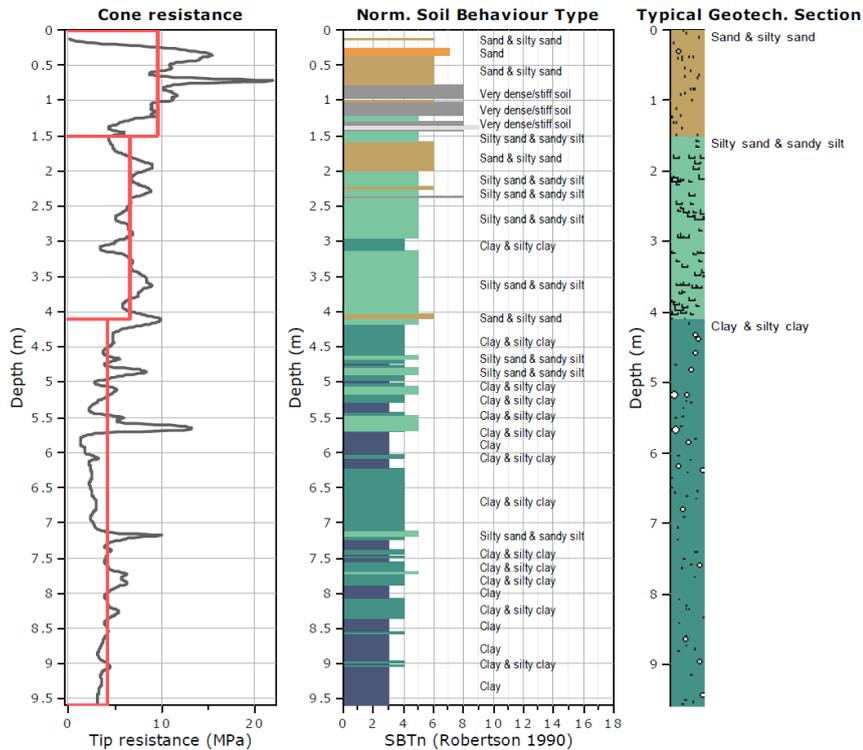
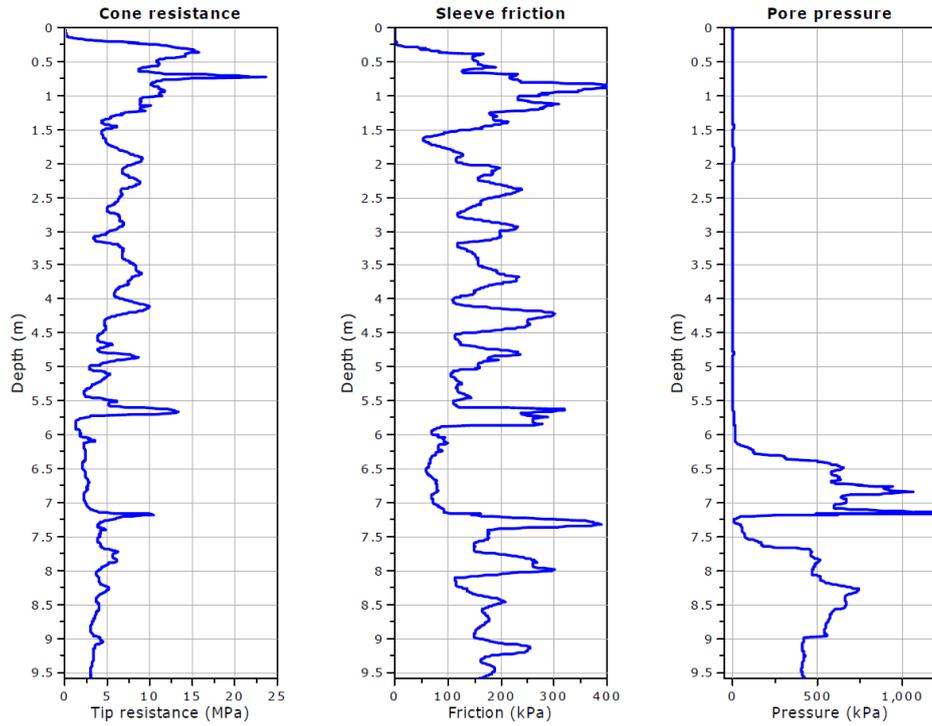
$$B_q = (u_2 - u_0)/(q_t - \sigma_{vo}) = \Delta u/(q_t - \sigma_{vo})$$

$$n = 0.381(I_c) + 0.05(\sigma'_{vo}/p_a) - 0.15$$

$$I_c = ((3.47 - \log Q_t)^2 + (\log F_r + 1.22)^2)^{0.5}$$

Zone	Soil Behavior Type	$I_c$
1	<i>Sensitive, fine grained</i>	N/A
2	<i>Organic soils – clay</i>	> 3.6
3	<i>Clays – silty clay to clay</i>	2.95 – 3.6
4	<i>Silt mixtures – clayey silt to silty clay</i>	2.60 – 2.95
5	<i>Sand mixtures – silty sand to sandy silt</i>	2.05 – 2.6
6	<i>Sands – clean sand to silty sand</i>	1.31 – 2.05
7	<i>Gravelly sand to dense sand</i>	< 1.31
8	<i>Very stiff sand to clayey sand*</i>	N/A
9	<i>Very stiff, fine grained*</i>	N/A

\* Heavily overconsolidated or cemented



### 3.2 Prova MASW

Si riporta di seguito l'andamento della velocità delle onde MASW in funzione della profondità per il sito in oggetto.

Profondità base strato (m)	Spessore (m)	Vs (m/s)
1.60	1.60	215
2.40	0.80	230
4.70	2.30	306
7.70	3.00	175
17.70	10.0	200
37.70	20.0	230
Inf.	Inf.	230

Tabella 1 – Modello di sottosuolo proposto per il sito

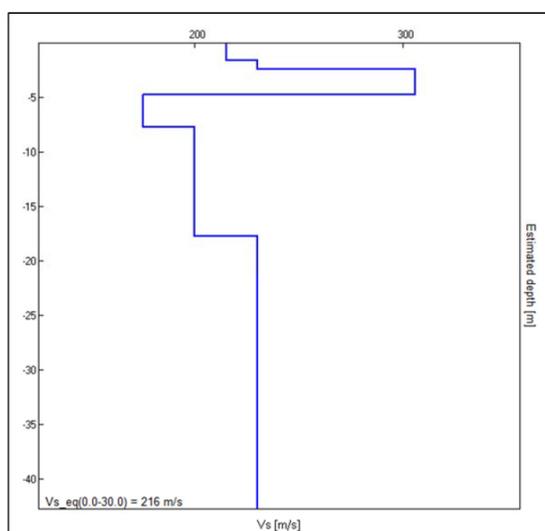


Figura 3 - Modello di velocità delle onde di taglio S

La  $V_{s,eq} = V_{s,30}$  risulta pari a 216 m/s, di conseguenza il terreno risulta di categoria C.

#### 4 Stabilità nei confronti della liquefazione

Per quanto riguarda la stabilità del sito nei confronti della liquefazione, visto quanto esposto al paragrafo 7.11.3.4.1 di NTC 2018, i primi metri di terreno sono costituiti da sabbie limose o limi sabbiosi con  $q_{c1n} > 180$  mentre al di sotto si trovano argille o argille limose con distribuzioni granulometriche al di fuori alle zone indicate di seguito:

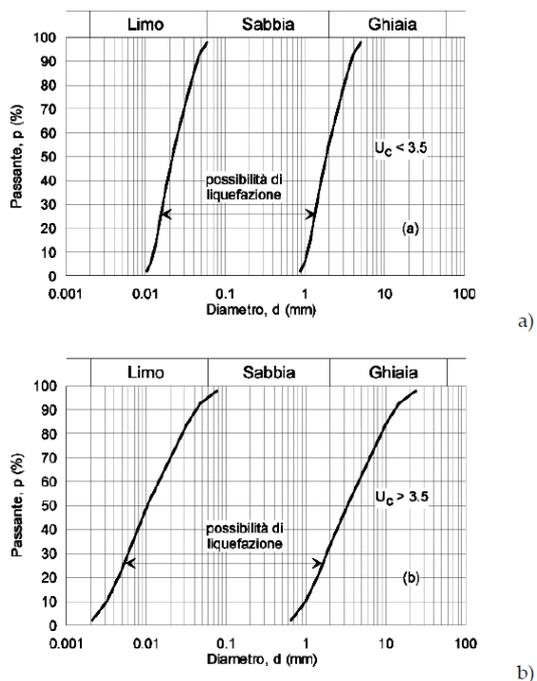


Fig. 7.11.1 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione

In virtù di quanto sopra esposto la verifica a liquefazione per il sito in esame può essere omessa in quanto non sussiste il rischio di liquefazione.

## 5 Stratigrafia e parametri geotecnici di progetto

I terreni del sito in oggetto risultano costituiti da sabbie limose o limi sabbiosi per i primo 4,0 m, mentre al di sotto si incontrano argille limose. Vista comunque la presenza di frazioni fini non solo negli strati inferiori ma anche negli strati superiori, si può considerare la seguente stratigrafia di progetto conservativa esposta in termini di parametri geotecnici caratteristici:

Da 0 a -20.0 m al di sotto di piano campagna - argille limose consistenti:

$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$
$\Phi' = 26^\circ$
$c' = 0$

dove:

$\gamma$  = peso specifico naturale,

$\Phi'$  = angolo di attrito efficace,

$c'$  = coesione efficace.