

$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$					
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

Il max rapporto spettrale H/V rilevato sul terreno naturale (≈ 0.81 Hz) indica un primo possibile livello di contrasto sismico (o bed rock lite) profondo corrispondente circa a profondità $\geq 100-150$ m.

Inoltre è possibile osservare che il picco non essendo molto pronunciato, indicherebbe un passaggio graduale al vero e proprio bed rock sismico (cioè $V_s >> 800$ m/s), e poiché la "cuspidè" del picco pare svilupparsi fra le frequenze 07-09 Hz il contrasto di impedenza sismica, che potrebbe costituire il passaggio al vero bed rock sismico, potrebbe anche essere localizzato a profondità maggiori di quelle indicate.

A titolo indicativo si segnala, che le frequenze dei modi di vibrare delle strutture dipendono grosso modo dalla loro altezza; in linea di massima si può osservare che per edifici standard in c.a. ad un piano, in genere si hanno frequenze inferiori o paragonabili a 10-12 Hz, per edifici più alti (es. circa 15 piani) potrebbero rilevarsi frequenze < prossime a 1 Hz.

Considerazioni:

In genere i casi in cui fenomeni di risonanza possono essere esclusi con certezza, è quando la frequenza del 1° modo di vibrazione strutturale è inferiore oppure superiore (circa maggiore >40%) della frequenza fondamentale del sottosuolo.

Tale considerazione deriva dal fatto che durante il verificarsi di un evento sismico, l'incremento del danneggiamento strutturale, produce sull'edificio un incremento del periodo quindi la frequenza strutturale tendenzialmente subiscono un decremento proporzionale al danneggiamento.

Effetti di sito (NTC approccio semplificato)

Amplificazione segnale sismico

Da quanto sopra è possibile quindi realizzare la previsione delle modificazioni locali del moto sismico che possono essere indotte nel terreno dal passaggio delle onde sismiche.

L'obiettivo è la suddivisione del territorio o dell'area in esame in sottozone, con l'indicazione delle aree sismicamente critiche durante i terremoti.

In generale i siti sismicamente critici possono essere contraddistinti da aspetti scatenanti dell'amplificazione sismica dovuta a:

- aspetti legati alla presenza nel sito di faglie sismogenetiche e/o faglie attive che possano mobilizzarsi in occasione di eventi sismici e generare possibili scorrimenti e rotture del terreno in superficie
- aspetti legati al verificarsi di fenomeni di instabilità durante l'evento sismico e quindi costituire zone potenzialmente instabili per frana
- aspetti legati a possibili fenomeni d'amplificazione del moto sismico

Nel sito in esame non sono presenti, scenari correlabili ai primi 2 punti sopra indicati.

L'unico aspetto da prendere in considerazione per la zonazione del sito, in relazione a possibili effetti locali d'amplificazione, sono quelli dovuti alla presenza di un deposito alluvionale stratificato che ricopre il bedrock sismico, presente in profondità nel sottosuolo.

A tale scopo è possibile valutare i valori d'accelerazione massima al suolo, di ciascuna categoria (sismica) di sottosuolo cui è associato un fattore d'amplificazione denominato fattore di sottosuolo S (Soil factor - per sottosuoli da B ad E), che moltiplica l'accelerazione max su affioramento rigido (sottosuolo tipo A) indicata da EC8 come a_{gR}

$$a_{max} = S \times a_{gR}$$

I valori del Soil factor S sono desumibili da tabelle (Del. 112-07) e/o suddivise a seconda della magnitudo come in EC8 (terremoti di tipo 1: $M > 5,5$ e terremoti di tipo 2 $M \leq 5,5$), oppure possono essere calcolati analiticamente (verifiche sismiche di III Livello) come nel caso in esame ed in particolare:

$$S = S_S \times S_T$$

Dove S_S = coefficiente d'amplificazione stratigrafica
 S_T = coefficiente d'amplificazione topografica

Come indicato da **Tabella 3.2.IV e tab. 3.2.V (DM 17-1-18)** in base alla morfologia, al sito in esame, che è ubicato su terreno sub pianegginate può essere assegnabile una cat. Topografica T1, cui è possibile associare un valore di $S_T = 1.0$, da utilizzare nel

calcolo di effetti locali di amplificazione del segnale sismico.

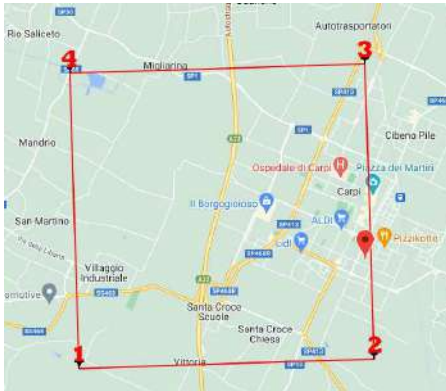
La caratterizzazione sismica, per la definizione delle categorie di suolo di fondazione, ha evidenziato un sottosuolo di **tipo C**, quindi il calcolo del fattore di amplificazione (FA) è stato ricavato, per maggior dettaglio, come previsto da tab 3.2.IV del DM 17-01-18 NTC, con caratterizzazione numerica del parametro S_s :

$$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$$

Ove F_0 = valore del fattore amplificazione spettrale massima, in accelerazione orizzontale

Per una determinazione numerica, del Valore di F_0 è stato utilizzato un particolare simulatore (Geostru software), che è in grado di interpolare i dati di una maglia elementare di almeno 4 epicentri sismici all'intorno del sito d'interesse, inserendo le coordinate di latitudine e longitudine in gradi con notazione decimale del sito da analizzare.

I risultati di tale elaborazione, con cui si definisce analiticamente con precisione, il valore di a_g , F_0 e T_c^* del sito d'interesse, sono riportati in figura con indicazione:



- il segnapunto rosso rappresenta l'area scelto per il calcolo, cioè **area di via Meloni Quartirolo a Carpi**
- la località più vicina al punto di calcolo, **Carpi**
- i 4 punti della maglia impiegata del reticolo di riferimento

Dati del sito (WGS84) ED50:
 Latitudine: 44.772181 44.773117
 Longitudine: 10.883485 10.884493

Dati ipotetici sulle possibili costruzioni
Classe d'uso: II (ipotizzata come "con affollamento normale")
 Quindi:
 Vita Nominale: 50 anni
 Coefficiente d'uso: 1.0
 Vita di riferimento: >50.0 anni

Probabilità di superamento nella vita di riferimento: 0.100000 (SLV) Periodo di ritorno: 475 (anni)

Valori finali calcolati per SLV e Classe d'uso: II (come da prog. Spettri-NTC ver.1.0.3 da sito cslp.it "Consiglio Superiore lavori Pubblici - area Azioni sismiche spettri di risposta"):
 Probabilità di superamento: 10 %

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]
SLO	30	0.043	2.503	0.250
SLD	50	0.055	2.503	0.266
SLV	475	0.155	2.581	0.270
SLC	975	0.207	2.525	0.278

Da dati sopra esposti con $a_g = 0.155 g$ ed $F_0 = 2.581$ si ottiene:

$$S_s = 1.459$$

Approssimando alla seconda decimale il coefficiente d'amplificazione stratigrafico arrotondato e pari a 1.46, in base ad approccio semplificato previsto da NTC, l'accelerazione max superficiale ottenibile da tale procedura corrisponde a:

$$a_{max} = 0.226 g \approx 0.23 g$$

Dati disaggregazione

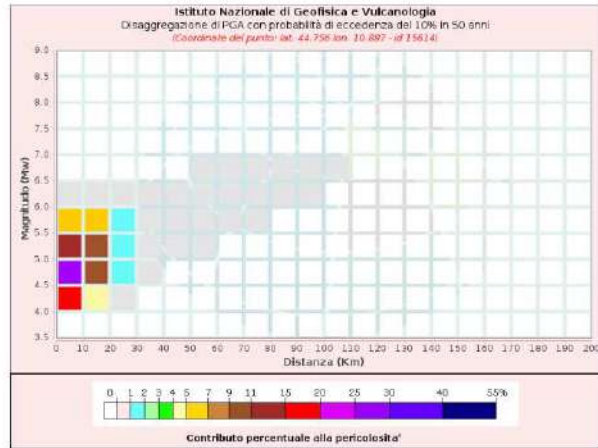
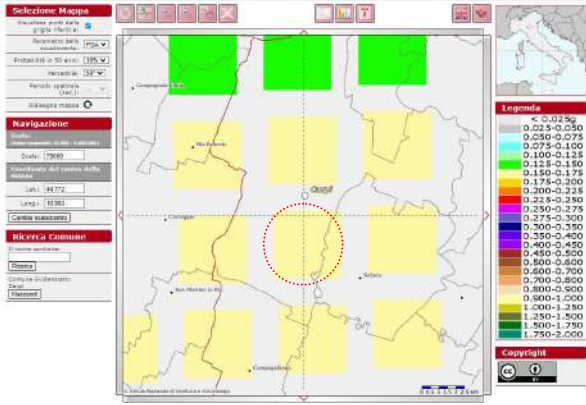
I dati disaggregazione del sito in esame, come desumibili da sito "Istituto di Geofisica e Vulcanologia di Milano" dedicata ai dati di pericolosità sismica nazionale (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>).

Pertanto, verificato il periodo di ritorno relativo alla scelta progettuale adottata (per il sito in esame considerando una classe d'uso II e per stato limite assunto SLV tempo ritorno di 475 anni), si ricerca nel sito citato il valore di PVR (VR fissata a 50 anni) che corrisponde al valore di T_R (periodo di ritorno) che è stato ottenuto dall'approccio progettuale ipotizzato e scelto dal progettista strutturale.

Qualora con il tempo di ritorno ottenuto non si trovassero corrispondenze con gli intervalli proposti da "Mappa Naz. di pericolosità Sismica", si può procedere optando per una probabilità di superamento del 5% in 50 anni (quindi inferiore al 10% standard e più cautelativa), corrispondente quindi ad un periodo di ritorno maggiore e quindi a favore di sicurezza rispetto al periodo di ritorno delle ipotesi progettuali SLV (475 anni).

Ricerca per SLV

Modello di pericolosità sismica MPS04-S1



Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni
(Coordinate del punto: lat. 44.756 lon. 10.887 - id 15614)

Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	15.3000	26.8000	13.9000	6.2200	0.7000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	4.0500	10.7000	9.2100	6.1100	0.7990	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.1440	1.1500	1.8800	1.6600	0.2020	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0245	0.3180	0.4810	0.0571	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0226	0.1410	0.0210	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0235	0.0082	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0046	0.0243	0.0083	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0122	0.0062	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0038	0.0026	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0006	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi

Magnitudo	Distanza	Epsilon
4.96	9.34	0.702

Coordinate sito (WGS84):
44.772181 10.883485

Vita nominale Vn= 50

Coeff Uso = 1.0

Stato limite riferimento SLV
Acc. orizz. al sito ag=0.155 (SLV da Spettri-NTC ver. 1.03)
Disaggregazione (SLV): Range Magnitudo compresa fra 4/6.0 M
Distanza R compresa fra 0-10/30 km
M valore medio 4.96
Distanza media 9.34 Km

Stima indicativa degli spettri di risposta (NTC 18)

Dai dati sopra ottenuti è possibile simulare lo spettro di risposta elastico in accelerazione riferito convenzionalmente ad uno smorzamento del 5%, validi per strutture con periodo fondamentale minore o uguale a 4 sec.

Per strutture con periodi fondamentali superiori lo spettro dovrà essere definito mediante apposite e particolari analisi.

Per la definizione dello spettro di risposta sono stati calcolati i periodi T_B, T_C e T_D per i quali è necessario conoscere i parametri C_c (da Tab 3.2V del Dm 17-1-18) e T_c* (calcolato e sopra esposto) tramite le seguenti formule:

$$T_B = T_C / 3$$

$$T_C = C_c \cdot T_c^*$$

$$T_D = 4 \times a_g / g + 1.6$$

Cui corrispondono le seguenti accelerazioni spettrali S_c(T):

Componenti orizzontali

$$T_B \leq T < T_C$$

$$S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D$$

$$S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot (T_C/T)$$

$$T_D \leq T$$

$$S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot (T_C T_D / T^2)$$

Componenti Verticali

$T_B \leq T < T_C$

$S_{VE}(T) = a_g * S * \eta * F_v$

$T_C \leq T < T_D$

$S_{CVE}(T) = a_g * S * \eta * F_v * (T_C/T)$

$T_D \leq T$

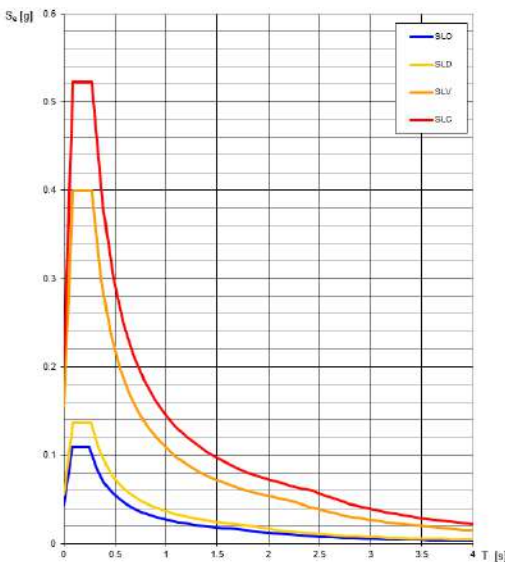
$S_{VE}(T) = a_g * S * \eta * F_v * (T_C T_D / T^2)$

Dove

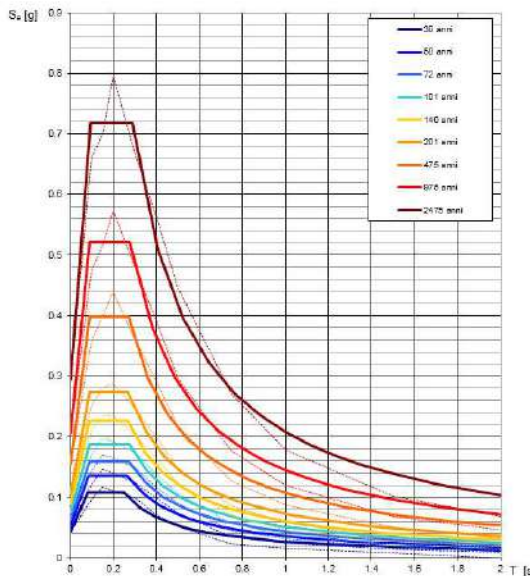
η = fattore correzione del coefficiente smorzamento viscoso ξ (per $\xi=5\%$ $\eta=1$) per valori di smorzamento diversi da 5% $\eta = \sqrt{10/(5+\xi)}$ $F_v = 1.35 * F_0 * (a_g/g)^{0.5}$

ottenendo mediante un adeguato simulatore per il calcolo degli spettri (Spettri-NTC ver.1.0.3 da sito cslp.it "Consiglio Superiore lavori Pubblici - area Azioni sismiche spettri di risposta"), **considerando cat. di Suolo di tipo C e classe d'uso 1** come sopra ipotizzato:

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento



FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite
Stato Limite considerato: SLV

Risposta sismica locale
Categoria di sottosuolo: C
Categoria topografica: T1

Compon. orizzontale
Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento ξ (%): 5 $\eta = 1.000$
Spettro di progetto inelastico (SLI) Fattore q: 3 Regol. in altezza: si

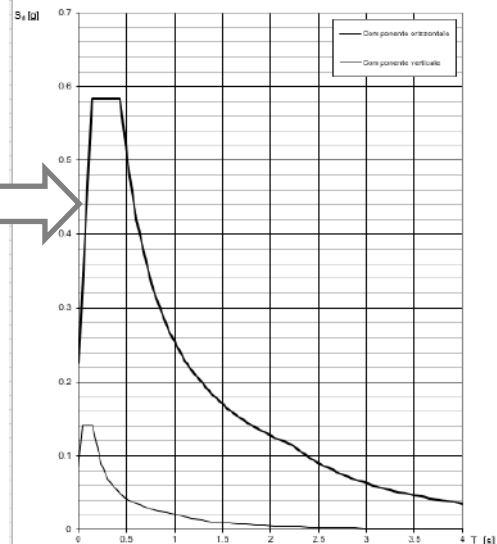
Compon. verticale
Spettro di progetto Fattore q: 1.5 $\eta = 0.667$

Elaborazioni
Grafici spettri di risposta
Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta
S_a [g]
S_{aV} [g]
S_c [g]

INTRO FASE 1 FASE 2 **FASE 3**

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV



La verifica dell'adeguatezza del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Per ottenere gli spettri di risposta di progetto (SLU), introducendo il periodo fondamentale di struttura T1 ed il fattore di struttura q, (che devono essere forniti da Ing. strutturista), si possono ricavare gli spettri di progetto.

Nella "FASE 3" del programma (Spettri-NTC ver.1.0.3 da sito cslp.it) viene richiesto il fattore di struttura q₀, che rappresenta la duttilità generale della tipologia e geometria strutturale (valore indicato o calcolato da Ing. strutturista).

In mancanza di tale valore, ipotizzando per il caso in esame q₀=1,5 e supponendo l'edificio regolare in altezza e quindi in tal caso è possibile assumere in prima approssimazione Kr=1, ne deriva un valore di q= q₀*Kr=1,5.

[gli spettri sopra esposti hanno quindi solo valore di max indicativo e dovranno essere ricalcolati in dettaglio in fase di progetto esecutivo, utilizzando i reali parametri progettuali corretti, al momento solo ipotizzati]

Dati sismici di pianificazione: Microzonazione sismica del territorio comunale

Nell'ambito dell'analisi geologica oggetto del presente report, ed allo scopo di una disamina completa ed esaustiva, in modo da fornire al progettista una visuale d'insieme quanto più dettagliata possibile, oltre alle indagini sismiche specificamente eseguite nel sito, sono stati analizzati e in seguito brevemente riassunti i dati degli studi eseguiti a livello territoriale per le analisi di Microzonazione sismica del comune di Carpi (eseguiti post crisi sismica del 2012).

In particolare si fa riferimento ad alcuni elaborati dello studio di Microzonazione sismica del comune di Carpi, consultabili on line "RER Programma nazionale di soccorso per il rischio sismico dell'Emilia Romagna" (geo.regione.emilia-romagna.it), ove sono pubblicati gli studi di Microzonazione sismica validati:

- Piano della Ricostruzione 1° stralcio – Microzonazione Sismica comune di Carpi 21-5-2014 (studio Dr. Gasparini - Mo) adottato con delib. Cons Comunale n. 70 del 21-5-14.

Carta microzone omogenee in prospettiva sismica MOPS [tav MS_01 (Tav2)]



Legenda

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

- Z001 Zona 1 - Altezze di strati di argille e argille limose con strati di limi, limi sabbiosi e sabbie limose (sedimenti di provenienza appenninica)
- Z002 Zona 2 - Argille e argille limose (con radi strati sabbiosi) sovrastate da un orizzonte superficiale limo-sabbioso
- Z003 Zona 3 - Argille e limi prevalenti (con radi strati sabbiosi) fino ad almeno 25-40 m di profondità, sovrastanti depositi sabbiosi
- Zona 4 - Peliti prevalenti (con radi strati sabbiosi) fino almeno 20-30 m di profondità
- Z005 Zona 5 - Argille e limi fino 5-10 m di profondità, Sabbie prevalenti tra 5-20 m di profondità
- Z006 Zona 6 - Altezze tra strati metrici/plurimetrici sabbiosi e strati metrici/plurimetrici pellici

Zone suscettibili di instabilità

- Liquefazioni

Carta delle frequenze naturali dei terreni [(Tav2)]



Legenda

F0 - Frequenza naturale dell'indagine HVSr (in hertz)

A0 - Ampiezza del rapporto H/V

Indagini puntuali

- Stazione microtremore a stazione singola
- Prova sismica in foro tipo Downhole
- Aree urbanizzate e urbanizzabili
- Confine Comunale

Carta microzonazione sismica livello 2° - FA PGA [tav MS_02 (Tav2)]

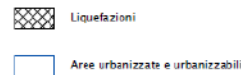
Legenda



Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (FA PGA)



Zone suscettibili di instabilità

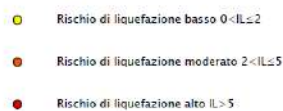


Carta microz.ne sismica livello 3°-Indice potenziale liquefazione Tav B

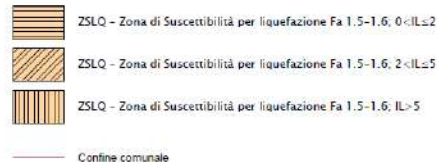


Legenda

Valore puntuale dell'indice del potenziale di liquefazione



Zone suscettibili di instabilità



Osservazioni: dall'analisi dello studio di Microzonazione di cui stralci delle principali tavole sono state esposte sopra, a confronto con quanto rilevato dallo scrivente in base alle indagini geologiche e sismiche del presente report, per la zona di Via Meloni di Quartirolo Piano P Comparto A1 (indicato in linea blu nelle carte sopra esposte), si rileva:

- **Tav MOPS [tav MS_01 (Tav2)]:** l'area in analisi ubicata quasi interamente fra via Meloni di Quartirolo a sud e via Cimabue a nord ricade in area indicata come "stabile suscettibile di amplificazioni locali", solo un limitato lembo di area (a nord di Via Cimabue) è cartografato con il sovra-simbolo di area instabile per possibile suscettibilità alle liquefazioni.
- **Tav frequenze naturali dei terreni [(Tav2)]:** all'intorno dell'areale in esame sono indicate frequenze naturali del sottosuolo pari a circa 0,78 hz quindi con discreta congruenza con la frequenza fondamentale rilevata dallo scrivente all'interno dell'area di Piano Particolareggiato pari $f_0=0,81$ Hz.
- **Tav FA PGA [tav MS_02 (Tav2)]:** l'area per la sua gran parte è cartografata come "Zona stabile soggetta ad amplificazioni locali" con valore del FA_PGA di 1,5/1,6 in discreta sintonia con quanto rilevato dallo scrivente dalle indagini sismiche direttamente eseguite sull'area che hanno restituito un fattore di amplificazione stratigrafica (S_s) pari a 1.46. Anche in questo elaborato solo la parte più settentrionale dell'areale (a nord di Via Cimabue e una piccola fascia ristretta al margine Est) è stata cartografata con il sovrasegno che corrisponde a possibili fenomeni di instabilità per liquefacibilità.
- **Tav Indice potenziale liquefazione Tav B:** anche in tale elaborato come sopra già più volte indicato solo la porzione del comparto a nord di Via Cimabue e un limitata striscia al margine NE del comparto, sono segnati come con eventuali fenomeni di instabilità per liquefacibilità, ma con i valori indicati sempre < 2 corrisponderebbero a rischio basso o molto basso (tabelle Iwasaki $0 < IL \leq 2$). Inoltre nel perimetro dell'area ed nel immediato intorno della stessa, non sono presenti punti di verifica diretti del valore del Indice di liquefazione (IL), quindi con tutta probabilità, la campitura del sovra segno di liquefacibilità, è stato esteso a lambire il margine NE del comparto, a seguito della presenza di alcuni punti a valore di IL compresi $0 < IL \leq 2$ (pallini gialli) ma che sono ubicati a circa 700-800 m NE del margine del comparto.

Per la verifica numerica e puntuale del sito, relativamente a rischio di liquefacibilità dei terreni, si rimanda comunque al capitolo seguente del presente report, che riporta le verifiche puntuali eseguite nel sito di Via Meloni di Quartirolo.

Le cartografie dello studio di Microzonazione Sismica comunale, metterebbero in evidenza per la zona di cui fa parte l'area in esame un fattore di amplificazione FA_PGA maggiore di quello numericamente ottenuto dalle norme NTC18.

Si ricorda che i fattori di amplificazione FA, per gli studi di Microzonazione Sismica, sono derivati dall'applicazione di abachi indicati e contenuti nelle norme regionali.

A tal proposito si ritiene utile però riportare quanto indicato in "Applicabilità degli abachi per la microzonazione sismica di livello 2" (Gruppo lavoro abachi Albarello et alii - GNGTS 2015) che specifica:

- "I valori dei vari FA riportati negli abachi regionali corrispondono a diversi percentili: 84esimo percentile per gli abachi della Regione Emilia Romagna, 75esimo per Regione Toscana e Liguria, e 50esimo per Lazio e Lombardia..."

Appare quindi ragionevole osservare che, l'applicazione degli abachi da utilizzare per gli studi di Microzonazione sismica, in considerazione del fatto che per le zone analizzate "contrastati di impedenza > 4 Non sono stati finora riscontrati (sempre da quanto indicato nella pubblicazione GNGTS 2015)", si rileva (come indicato anche in conclusione finale della stessa pubblicazione) un "...carattere assai conservativo degli abachi regionali fin qui prodotti (GNGTS 2015)".

Tale osservazione trova infatti conferma nel fatto che, le NTC18 (come le precedenti NTC08) per l'ottenimento delle forme spettrali di riferimento per gli interventi esecutivi, ricavano per ciascun nodo del reticolo sismico di riferimento (per la pericolosità sismica) 3 parametri (a_g , F_0 e T_c^*), che sono ottenuti riferendosi ai valori corrispondenti al 50esimo percentile (All. A - NTC08).

Appare quindi difficilmente confrontabile in particolare il fattore di amplificazione, FaPGA, derivato dagli abachi degli studi di Microzonazione sismica che fanno riferimento alle norme regionali, con quello ottenibile dalle norme NTC.

La risposta di sito, descritta nei paragrafi seguenti, anche in funzione al suo utilizzo per i futuri interventi esecutivi (previsti per l'area), è stata quindi sviluppata con riferimento normativo al NTC18 (art. 7.11.3).

Piano gestione del rischio alluvionale PGRA – D. g. R. 1300/2016

Sono stati inoltre esaminati gli elaborati cartografici cui fa riferimento la DGR 1300-2016 di recente applicazione ed in particolare: Piano Gestione Rischio Alluvioni-Mappa pericolosità di alluvioni e degli elementi potenzialmente esposti (art. 6 Dirett. 2077/60/CE e art. 6 D. Lgs. 49/2010) Ambito Territoriale Reticolo Secondario di Pianura.

- PGRA: Piano Gestione Rischio Alluvioni-Mappa del Rischio Potenziale (art. 6 Dirett. 2077/60/CE e art. 6 D. Lgs. 49/2010) Ambito Territoriale Reticolo Secondario di Pianura (F. 201NE Carpi)

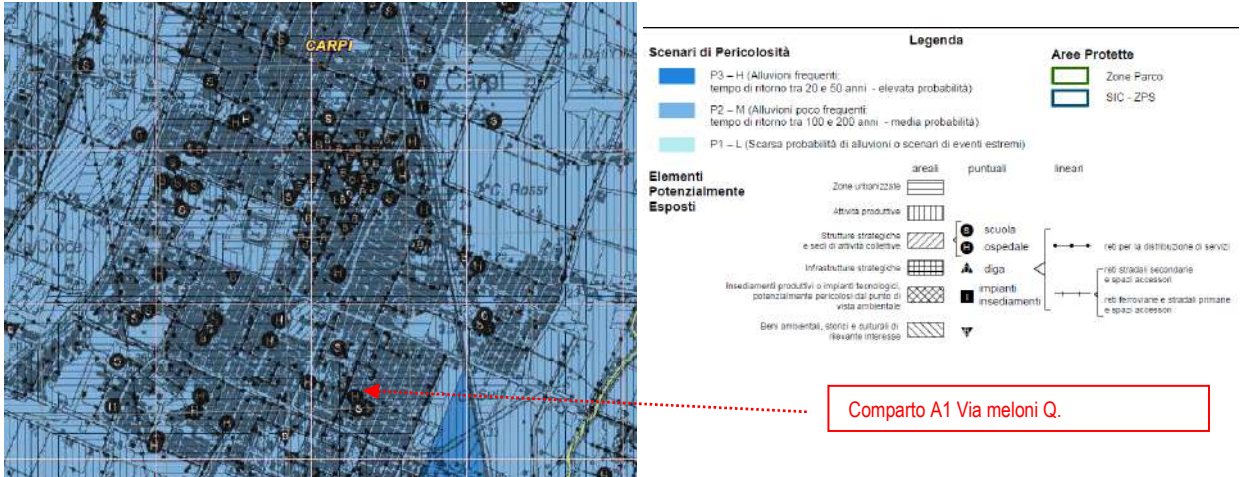


Fig. 6: stralcio Mappa pericolosità di alluvioni e degli elementi potenzialmente esposti -Ambito Territoriale Reticolo Secondario di Pianura (F. 201NE Carpi).

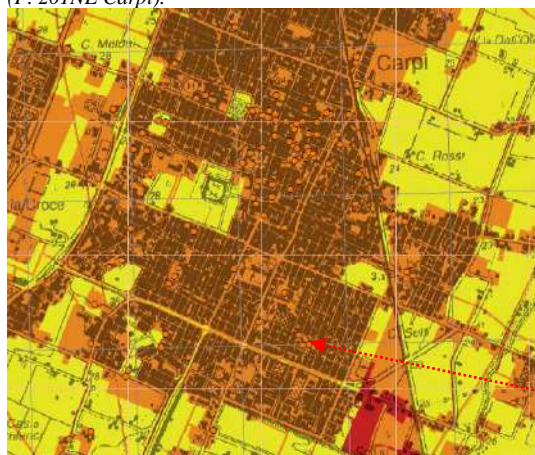


Fig. 7: stralcio Mappa del Rischio Potenziale - Ambito Territoriale Reticolo Secondario di Pianura (F. 201NE Carpi)

Dagli elaborati sopra esposti si evince che il sito in esame ricade in Ambito del Reticolo secondario di Pianura, cui è possibile assegnare:

- un potenziale rischio alluvionale di tipo P2M (alluvioni poco frequenti prob. media e tempi di ritorno di 100-200 anni) ed è segnato un unico elemento potenzialmente esposto areale (attività produttive).

Classe di Rischio R1/R2 (da moderato-nullo a medio come elemento areale) assenti elementi lineari in corrispondenza dell'area di intervento e quindi una classe di danno potenziale derivabile probabilmente di tipo D1/D2;

Ciò può comportare "possibili danni minori agli edifici, alla infrastrutture ed al patrimonio ambientale, che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche".

Si fa notare però, che la DGR 1300-2016 per l'Ambito di Riferimento del Reticolo Secondario di Pianura, la perimetrazione delle aree potenzialmente allagabili, è stata effettuata SOLO con riferimento agli scenari di alluvione frequente (P3) e poco frequente (P2), come cita lo stesso articolo (art. 5.1), mentre le aree P1 (cioè ad alluvioni rare) sono state inglobate e classificate nello scenario P2:

A questa tipologia di aree si aggiungono limitate zone individuate mediante modelli idrologico - idraulici e aree delimitate sulla base del giudizio esperto degli enti gestori in relazione alla incapacità, più volte riscontrata, del reticolo a far fronte ad eventi di precipitazione caratterizzati da tempi di ritorno superiori (in media) a 50 anni (individuato come tempo di ritorno massimo relativo allo scenario P3). Stante le caratteristiche proprie del reticolo, nello scenario di alluvione poco frequente (P2), l'involuppo delle aree potenzialmente allagabili, coincidente con gran parte dei settori di pianura dei bacini idrografici, ha carattere indicativo e necessita di ulteriori approfondimenti di tipo conoscitivo. Ne deriva che l'estensione delle aree interessate da alluvioni rare (P1) è ricompresa, di fatto, nello scenario P2.

Stralcio del testo del DGR 1300-2016 (art. 5.1) ove viene indicato il carattere indicativo della norma e di come siano necessari approfondimenti locali.

Si denota quindi nella cartografia che delimita le aree definibili a rischio alluvionale, una indicazione sommaria e superficiale, connotata dall'assenza nella cartografia allegata al DGR 1300-16, delle aree definibili a Rischio di alluvione raro (P1), che sono state annesse (come sopra indicato) allo scenario P2, attribuendo ed ampliando di fatto (inopportuno) la perimetrazione delle aree P2, che in tal modo ricomprendono gran parte (o la totalità) del territorio di pianura, al cui interno ricadono quindi anche vaste zone, che probabilmente presenterebbero un rischio di alluvione "raro" (P1).

Le prescrizioni della normativa DGR1300-16, appaiono quindi di carattere sommario ed indicativo e le valutazioni del reale rischio alluvionale, dovrebbe essere approfondito e specificato da adeguati sviluppi, degli strumenti di Pianificazione Urbanistica Provinciale e/o locale-comunale.

In relazione quindi alle misure da adottare per la riduzione della vulnerabilità per "Edifici in aree a rischio alluvione" (Autor. di Bacino del F. Po e Univ. Degli Studi di Pavia -febbraio 2009) si evince che L'autorità di Bacino ha emanato le seguenti indicazioni e/o accorgimenti costruttivi:

1. Assenza di locali interrati.
2. Realizzare fondazioni in c.a. adeguate ed opportunamente collegate fra loro.
3. Prevedere pavimentazioni esterne intorno all'edificio, in particolare a protezione degli spigoli, atte ad evitare fenomeni di erosione e/o scaldamento.
4. In relazione al deflusso/assorbimento delle eventuali acque di esondazione, non sono noti al momento attuale, dal progetto, interventi che ne possano comportare l'accumulo o l'aggravio delle attuali condizioni di rischio, per le aree circostanti.
5. È da verificare in fase di progettazione esecutiva il principio di invarianza idraulica, in relazione alla possibilità ricettiva del sistema idrico, poiché lo schema fognario di scolo del nuove strutture dovrà essere congruente a quello esistente e verificare che recapiterà agli stessi assi di scolo fognario.
6. Considerare ad ulteriore e maggiore considerazione a favore di sicurezza, di realizzare gli impianti elettrici del piano basso (piano terra) con accorgimenti di protezione idrica, finalizzata al loro funzionamento anche in caso di eventuali ingressi idrici.

In base a quanto sopra, in questa fase di analisi di Piano Particolareggiato, **si consiglia** quindi di inoltrare richiesta all'ente di Bonifica di competenza per territorio (Consorzio Bonifica dell'Emilia Centrale - Reggio Emilia), chiedendo indicazioni per il reticolo secondario di pianura, nell'ipotesi (che per insufficienza della rete di scolo) si possa verificare l'eventuale formazione di un "tirante idrico", che arrivi ad interessare l'area in analisi.

In tal caso l'ente di Bonifica dovrà rispondere e specificare se esiste tale eventualità e poter quindi in tal modo considerare (se necessario), un eventuale franco di sopraelevazione del piano di calpestio del piano terra o indicazione di eventuali opere alternative, da considerare per i nuovi corpi edilizi in progetto.

Suscettività alla liquefazione dei terreni del sottosuolo

Nel sito in esame nel contesto della presente analisi, si è sviluppato il calcolo di verifica liquefacibilità, prendendo in considerazione le cpt, eseguite in corrispondenza dell'area investigata, nei punti indicati in Fig. 5.

A tale scopo si ricorda che:

- in un terreno saturo **non coesivo** può verificarsi in caso di sisma l'aumento della pressione interstiziale,
- possono quindi generarsi deformazioni permanenti significative od addirittura l'annullamento degli sforzi efficaci nel terreno (liquefazione)
- nel caso di fondazioni superficiali, la probabilità che si verifichino fenomeni di liquefazione è bassa o NULLA se almeno si verifica una o più delle seguenti condizioni (NTC18 art. 7.11.3.4.2: esclusione della verifica a liquefazione):
 1. accelerazione massima attesa al pc in assenza di manufatti (condizione free-field) $<0.1g$
 2. per fondazioni superficiali se il terreno sabbioso (quindi saturo) è presente a prof. maggiore di 15 m (cioè profondità della falda media stagionale > 15 m da pc, vedi anche norme AGI/05 cap.7.3).
 3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{IN} > 180$ dove $N1_{(60)}$ e qc_{IN} sono il valore della resistenza N_{spt} penetrometrica da prove SPT o il valore della resistenza da prove

- penetrometriche statiche (Cone Penetrometer Test) normalizzato per uno sforzo efficace di confinamento (profondità) pari a 100 KPa:
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate in fig. 7.11.1 (a) e (b) del NTC-18 nel caso di terreni con coeff. U_c rispettivamente $<3,5$ o $>3,5$.

In relazione alle prove effettuate ed alla Successione litologica, come indicato nel precedente capitolo "Ipotesi Modello Geologico sottosuolo", nel sottosuolo in esame NON sono presenti livelli estesi e continui, classificabili come:

"terreni saturi a comportamento granulare (sabbie sotto falda)",

Sono state riscontrate solo in alcune delle verticali di prova Cpt eseguite, locali intercalazioni lenticolari limose e limo-sabbiose e a luoghi sabbioso-limose, quindi non continue lateralmente ed inglobate in sequenze essenzialmente coesive.

La verifica quantitativa di suscettibilità alla liquefazione potrebbe essere omessa, ma a maggior tutela, è stata comunque sviluppata sulle verticali di prova Cpt eseguite all'interno del comparto che hanno raggiunto e/o superato la profondità critica (-15 m da pc).

Verifica QUANTITATIVA liquefazione

Per le verticali di prova Cpt si sono eseguite le verifiche NUMERICA QUANTITATIVA per la valutazione del coefficiente di sicurezza alla liquefazione.

Dall'analisi dei log penetrometrici si è calcolata la risposta dei terreni in sollecitazione dinamica, per un'accelerazione max orizzontale al suolo, che per la zona di Carpi, come risultato da analisi di Risposta di Sito (approccio semplificato NTC18 art. 3,2) sopra descritta, risulta applicabile una accelerazione orizzontale max al piano di campagna pari a :

$$a_{max} = 0.23g \text{ (stato limite SLV cat. suolo C classe uso II)}$$

Secondo la zonazione ZS9 l'area di Carpi è compresa nella zona sismogenetica n. 912 cui verrebbe attribuita una magnitudo massima presunta per tale zona di $M_{Max} = 6,14$

Per lo sviluppo del calcolo di liquefacibilità, si è quindi fatto riferimento a quella max registrata nel corso della crisi sismica emiliana del 2012 cioè: $M_w = 5,9$, e di quella massima sopra indicata, per la zona sismogenetica di appartenenza del territorio di Carpi, ottenendo così, un valore medio da assumere per i calcoli di liquefacibilità pari a $M = 6,0$.

Inoltre sempre a confronto di quanto indicato-suggerito dalle norme regionali in relazione agli indirizzi degli atti di coordinamento finalizzati agli studi di Microzonazione per la pianificazione Territoriale, nelle verifiche di liquefacibilità seguenti, è stato utilizzato l'approccio di calcolo Idriss&Boulanger (2004-08), che fra i metodi di calcolo utilizzabili, è giudicato quello più penalizzante, quindi a favore di sicurezza.

Metodo Seed-Idriss

Per l'unico livello (a struttura lenticolare) sabbioso limoso, presente nella verticale sopra esposta, si è utilizzato il metodo originariamente sviluppato da Seed e Idriss (1971) che considera il parametro CSR "domanda di resistenza ciclica indotta dal sima" e parallelamente in relazione a procedure basate su prove CPT - SPT e/o eventualmente sulla velocità delle onde di taglio (V_s), consente la stima del valore CRR "capacità di resistenza del terreno alla liquefazione".

Dal rapporto fra questi parametri si ottiene un valore numerico, del potenziale di liquefazione tramite il coefficiente di sicurezza FS_L :

$$FS_L = \frac{CRR}{CSR} \times MSF$$

ove MSF = fattore di scala in funzione della magnitudo attesa

Valutazione domanda di resistenza ciclica alla liquefazione CSR (Cyclic Stress Ratio)

Tale metodo, basato inizialmente su studi di Seed e Idriss, è stato ulteriormente perfezionato nel tempo da diversi autori (Youd e Idriss-97, Youd et alii-2001, Finn-2002).

La procedura codificata, consiste nel valutare dallo sforzo totale ed efficace del sovraccarico dello strato di terreno, alla profondità in analisi, corretto da un fattore di riduzione della sollecitazione, che diminuisce con la profondità r_d , e consente di ottenere il valore di CSR mediante la relazione:

$$CSR = \frac{\tau_{av}}{\sigma'_{v0}} = 0.65 \left(\frac{a_{max}}{g} \right) \cdot \left(\frac{\sigma_{v0}}{\sigma'_{v0}} \right) \cdot r_d$$

per profondità	$z \leq 9.15 \text{ m}$	$rd = 1 - 0.00765 \cdot z$
mentre	$9.15 < z \leq 23 \text{ m}$	$rd = 1.174 - 0.0267 \cdot z$
(con $z = \text{prof in metri da pc}$)		

dove:

0.65= fattore peso introdotto da Seed che tiene conto del numero di sforzi ciclici richiesti per produrre lo stesso aumento di pressione

dei pori per irregolare movimento del terreno durante il sisma.

σ_{v0} = tensione verticale totale

σ'_{v0} = tensione verticale efficace

a_{max} = accelerazione massima alla superficie

g = accelerazione di gravità (pari a 9,81 m/sec²)

r_d = fattore riduzione delle tensioni alla prof di calcolo

Valutazione capacità di resistenza alla liquefazione CRR (Cyclic Resistance Ratio)

Sono diverse le formule per calcolare la CRR, proposte da diversi autori negli anni, fra cui anche sistemi empirici semplificati ed abachi.

La formula più classica, testata negli anni e contenuta nelle recenti norme AGI "Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica (Linee guida marzo 2005) associa a valori di resistenza alla penetrazione 'normalizzata' (prove CPT), il valore di CRR secondo le formule di Robertson e Wride (1998) in funzione del contenuto in materiali fini e per un terremoto di magnitudo 7,5:

$$CRR_{7,5} = 0.833 \left[\frac{(q_{c1N})_{CS}}{1000} \right] + 0.05 \quad \text{se } (q_{c1N})_{CS} < 50$$

$$CRR_{7,5} = 93 \left[\frac{(q_{c1N})_{CS}}{1000} \right]^3 + 0.08 \quad \text{se } 50 \leq (q_{c1N})_{CS} < 160$$

$(q_{c1N})_{CS}$ = resistenza alla punta normalizzata
 A sua volta $(q_{c1N})_{cs} = q_{c1N} \cdot K_c$ e $q_{c1N} = C_q \cdot (q_c / P_a)$

Con
 $C_q = (P_a / \sigma'_{v0})^n \leq 1,7$ fattore normalizzazione della resistenza alla punta
 P_a = pressione atmosferica di riferimento (1 atm ≈ 100 KPa)
 q_c = valore resistenza penetrometrica in situ
 n = esponente di sforzo in funzione della litologia utilizzato anche per il calcolo dell'indice I_c (Robertson e Wride-88/90)

Da quanto sopra, il 1° dato da ottenere è l'Indice I_c e relativo esponente di sforzo (n), che si ottengono procedendo per steps successivi:

- 1) se $I_c > 2,6$ ed $n=1$ allora il terreno è classificabile coesivo quindi non liquefacibile ed il calcolo è terminato
- 2) se $I_c < 2,6$ il suolo può essere di natura granulare e si ripete il calcolo con $n=0,5$
- 3) se dal ricalcolo del punto 2 $I_c < 2,6$ il suolo è classificabile come non coesivo ed il valore di I_c sarà utilizzato nel calcolo di q_{c1N}
- 4) se dal ricalcolo del punto 2 $I_c > 2,6$ il suolo è classificabile come limoso ed eventualmente coesivo e si dovrà ripetere il calcolo con $n=0,7$ ed il valore del nuovo I_c sarà utilizzato nel calcolo di q_{c1N}

L'indice I_c è calcolato con le seguenti relazioni:

$$I_c = \left[(3.47 - \log Q)^2 + (1.22 + \log F)^2 \right]^{0.5} \quad \text{ove}$$

$$Q = \left[(q_c - \sigma_{v0} / P_a) \right] \cdot \left[(P_a / \sigma'_{v0})^n \right] \quad F = [fs / (q_c - \sigma_{v0})] \cdot 100\%$$

e per il coefficiente K_c da Robertson e Wride 98:

Per $I_c \leq 1,64$ $K_c = 1.0$
 Per $I_c > 1,64$ $K_c = - 0.403 \cdot I_c^4 + 5.581 \cdot I_c^3 - 21.63 \cdot I_c^2 + 33.75 \cdot I_c - 17.88$

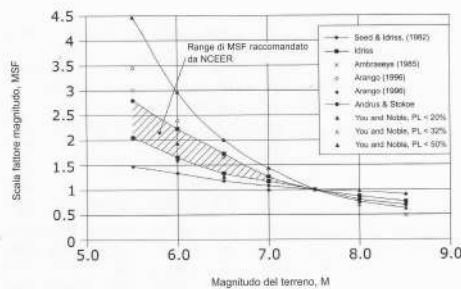


Figura 2.18. Fattore di scala della magnitudo derivato da diversi ricercatori (da Youd e Noble, 1997)

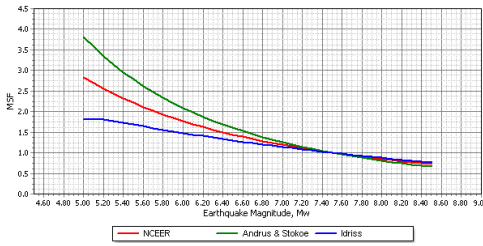
Inoltre il contenuto in fini (FC) può essere calcolato come $FC = 1.75 \times I_c^{3.25 - 3.7}$

Correzione dei valori di CRR e CSR

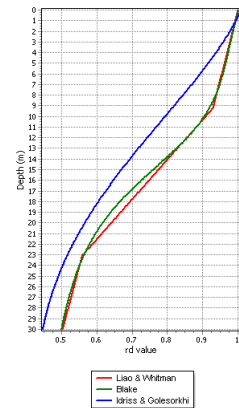
Per terremoti di magnitudo minore o maggiore di 7,5 il valore CRR deve essere corretto secondo la equazione $CRR_M = CRR_{7,5} \cdot MSF$, ove il coefficiente di correzione MSF, (arrotondato a favore di sicurezza) assunto in base alla magnitudo max attesa, è stato inserito nei calcoli assumendo il "range di MSF raccomandato da NCEER" la cui funzione (fascia a tratteggio in figura) media la fascia dei valori ottenuti da varie formulazioni di diversi autori (da Youd & Noble 1997) da utilizzare in questo caso per $M < 7,5$.

Inoltre CSR è corretto (in caso di magnitudo diversa da 7.5) per l'effetto di aumento non-lineare della resistenza di liquefazione con incremento dello stress effettivo iniziale del sovraccarico.

Il valore numerico di questo fattore di correzione è funzione dei valori di densità relativa (Dr) che nel caso di test CPT è determinata dalla relazione di Jamiolkowski et al. (1985).



Per il caso in esame pur trattandosi di una zona a medio-basso grado di sismicità, a favore di sicurezza sono state adottate per la verifica a liquefazione le formulazioni raccomandate di NCEER per Magnitudo scaling factor (MSF e K_{σ}) e di Liao&Whitman per Stress reduction factor (rd).



Numerosi autori (fra cui Iwasaki e Pianc, 2001 vedi Norme AGI 2005), attribuiscono al coefficiente di sicurezza F_{SL} i seguenti significati:

- $F_{SL} > 1$ **si possono escludere fenomeni di liquefazione**
- $F_{SL} < 1$ **è possibile che avvengano fenomeni di liquefazione.**

Mentre in "Atto di coordinamento tecnico sugli studi di Microzonazione sismica per la pianificazione Territoriale e urbanistica" Del G. R. 630/19, all. A3, affinché un terreno sia considerato NON liquefacibile, viene indicato-suggerito di assumere, F_{SL} cioè il fattore di sicurezza alla liquefazione $F_{SL} > 1,2$.

Ottenuto il parametro F_{SL} è possibile operare una stima del potenziale di liquefazione del sito in esame tramite l'Indice del potenziale di Liquefazione (I_L), che rappresenta una stima degli effetti della liquefazione, in base allo spessore e profondità delle zone che dai calcoli puntuali, possono eventualmente essere ritenute potenzialmente liquefacibili (cioè quelle che presentano $F_{SL} < 1$ oppure per confronto $F_{SL} < 1,2$).

Il valore di I_L è stato calcolato sino alle profondità di 15/20 m di profondità, per quelle verticali che hanno raggiunto tali profondità, ottenuto da formulazioni di Iwasaki et Al. (1982) e Sonmez (2003), asserendo che la severità dell'evento di liquefazione, è tendenzialmente proporzionale ai fattori:

- Spessore dello strato liquefacibile
- Prossimità dello strato liquefacibile alla superficie
- Fattore di sicurezza $F_S < 1$.

Il valore di I_L è ottenuto a secondo degli autori dalla relazione:

IWASAKI

$$I_L = \int_0^{z_{crit}} F(z) \cdot w(z) \cdot dz$$

Dove:
 se $F_{SL} > 1.0$ $F(z) = 0$
 $F_{SL} \leq 1$ $F(z) = 1 - F_{SL}$
 $w(z) = 10 \cdot 10^{-(z/z_{crit})}$ (z=prof. in m)
 dz incremento differenziale profondità

SONMEZ

$$I_L = \int_0^{z_{crit}} F(z) \cdot w(z) \cdot dz$$

Dove:
 se $F_{SL} \geq 1.2$ $F(z) = 0$
 $0.95 \leq F_{SL} < 1.2$ $F(z) = 2 \cdot 10^6 \cdot \exp(-18.427 \cdot F_{SL})$
 $F_{SL} \leq 0.95$ $F(z) = 1 - F_{SL}$
 $w(z) = (200/z_{crit}) \cdot (1 - (z/z_{crit}))$ z=prof. in m
 dz incremento differenziale profondità

L'equazione integrale sopra esposta, fornisce i valori di I_L nel campo 0-100, con le seguenti classi di rischio, con a confronto la valutazione di Iwasaki e quella di Sonmez che differenzia con 2 sottoclassi la classe di Iwasaki con $0 < F_{SL} < 5$:

Iwasaki et al. (1982)	Sonmez (2003)	Rischio Suscettibilità liquefazione
$I_L = 0$	$I_L = 0$	Rischio nullo o Molto prob. non si ha liquefazione
$0 \leq I_L < 5$	$0 \leq I_L < 2$	Rischio liquefazione basso
	$2 \leq I_L < 5$	Rischio liquefazione moderato (per Iwasaki basso sino a $I_L < 5$)
$5 \leq I_L < 15$	$5 \leq I_L < 15$	Rischio Liquefazione elevato.
$I_L > 15$	$I_L > 15$	Rischio Molto alto

References per la valutazione del coefficiente di sicurezza alla liquefazione F_S , sopra esposto:

- Andrus D R, Pirathepan P, Ellis S B, Zhang J, Juang C H (2004) Comparing liquefaction evaluation methods using penetration-Vs relationships, Soil Dynamics and Earthquake Engineering, Vol. 24
- Li K D, Juang C H, Andrus D R (2007) Index Properties-Based Criteria for Liquefaction Susceptibility of Clayey Soils: A Critical Assessment, Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, Vol. 133.
- Eurocode 8 - Design provisions for earthquake resistance of structures - Part 5: Foundations, retaining structures and geotechnical aspects.
- Eurocode 8 - Design provisions for earthquake resistance of structures - Part 1-2: General rules for buildings.
- Gutierrez M, Duncan J M, Woods C, Eddy M (2003), Development of a Simplified Reliability - Based Method for Liquefaction Evaluation, Civil and Environmental Engineering - Virginia Polytechnic Institute & State University.

- Idriss M I, Boulanger R W (2004) Semi-Empirical procedures for evaluating liquefaction potential during earthquakes, Department of Civil & Environmental Engineering - University of California.
- Iwasaki T, Tokida K, Tatsuko F, Yasuda S (1978) A practical method for assessing soil liquefaction potential based on case studies at various site in Japan, Proc. 2nd. Int. Conf. on microzonation, San Francisco, Vol.2.
- Zhang G, Robertson P K, Brachman R W I (2002) Estimating liquefaction-induced ground settlements from CPT for level ground, Can. Geotechnical Journal, Vol. 39, pp. 1168-1180.
- Ishihara K, Yoshimine M (1992) Evaluation of settlements in sand deposits following liquefaction during earthquakes, Soils and Foundations, Vol. 32, No. 1, pp. 173-188
- Yoshimichi T, Ishihara K, Sawada S (2004) Settlement of Silty Sand Deposits Following Liquefaction During Earthquakes, Soils and Foundations, Vol. 44, No. 5, pp. 135-148.
- Juang C H, Fang Y S, Khor H E (2006) First-Order Reliability Method for Probabilistic Liquefaction Triggering Analysis Using CPT, Journal of geotechnical and Geoenvironmental Engineering, Vol. 132
- Juang C H, Yuan H, Lee D H, Ku C S (2001) Assessing CPT-based methods for liquefaction evaluation with emphasis on the cases from the Chi-Chi, Taiwan, earthquake, Soil Dynamics and Earthquake Engineering, Vol. 22, pp. 241-258.
- Lunne T, Robertson P K, Powell M J J (1997) Cone Penetration Testing in Geotechnical Practice.
- Olsen R S (1997) Cyclic liquefaction based on the cone penetration test", Proceedings of the NCEER Workshop of Evaluation of Liquefaction Resistance of Soils, Technical Report NCEER-97-0022, State University of New York as Buffalo, pp. 225-276.
- Olson M S, Stark D T (2003) Yield Strength Ratio and Liquefaction Analysis of Slopes and Embankments, Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, Vol. 129.
- Robertson P K, Wride C E (1997) Cyclic liquefaction and its evaluation based on SPT and CPT, Proceedings of the NCEER Workshop of Evaluation of Liquefaction Resistance of Soils, Technical Report NCEER-97-0022, State University of New York as Buffalo, pp. 41-87.
- Robertson P K, Campanella R G (1985) Liquefaction Potential of Sands Using the CPT, Journal of Geotechnical Engineering, Vol. 111
- Seed et al (2003) RECENT ADVANCES IN SOIL LIQUEFACTION ENGINEERING: A UNIFIED AND CONSISTENT FRAMEWORK, 26th Annual ASCE Los Angeles Geotechnical Spring Seminar, Keynote Presentation, H.M.S. Queen Mary, Long Beach, California, April 30.
- Youd L T, Idriss I M (1996) Proceedings of the NCEER Workshop on the Evaluation of Liquefaction Resistance of Soils, Salt Lake City, Utah. Cetin K O, Seed B R, Kiureghian A, Tokimatsu K, Harder L F, Kayen R E, Moss R S (2006) Standard Penetration Test-Based Probabilistic and Deterministic Assessment of Seismic Soil Liquefaction Potential, Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, Vol. 130. Moss R S, Seed B R, Kayen R E, Stewart J P, Kiureghian A, Cetin O K (2006) CPT-Based Probabilistic and Deterministic Assessment of In Situ Seismic Soil Liquefaction Potential, Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, Vol. 132.

A seguire le singole schede di verifica a liquefacibilità delle prove Cpt eseguite:

Cpt 1 con fattore di sicurezza alla liquefazione F_{SL} per considerare gli strati Non liquefacibili pari a 1,00

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

Project title : Interventi PP Area comparto A1 Via Meloni Q. Carpi

Project subtitle : Liquefacibilità Cpt01

Input parameters and analysis data

In-situ data type: Cone Penetration Test
 Analysis type: Deterministic
 Analysis method: Boulanger & Idriss (2004)
 Fines correction method: Boulanger & Idriss

Depth to water table: 2.50 m
 Earthquake magnitude M_w : 6.00
 Peak ground acceleration: 0.23 g
 User defined F.S.: 1.00

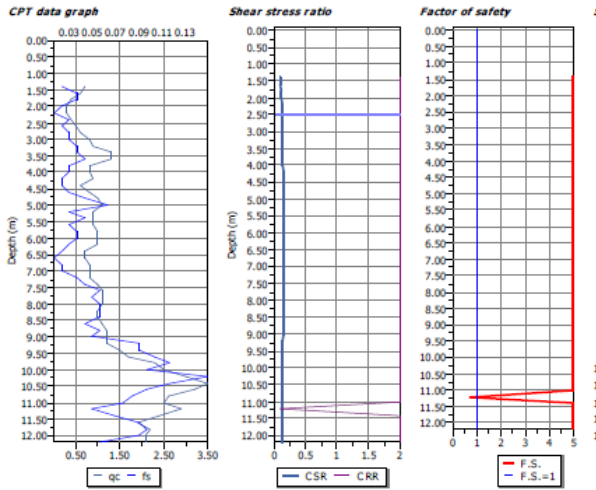
This software is licensed to : Riccardo Triches

Overall liquefaction potential according to Iwasaki ::

Point ID	F	w_p	I_L	Point ID	F	w_p	I_L
1	0.00	9.30	0.00	2	0.00	9.20	0.00
3	0.00	9.10	0.00	4	0.00	9.00	0.00
5	0.00	8.90	0.00	6	0.00	8.80	0.00
7	0.00	8.70	0.00	8	0.00	8.60	0.00
9	0.00	8.50	0.00	10	0.00	8.40	0.00
11	0.00	8.30	0.00	12	0.00	8.20	0.00
13	0.00	8.10	0.00	14	0.00	8.00	0.00
15	0.00	7.90	0.00	16	0.00	7.80	0.00
17	0.00	7.70	0.00	18	0.00	7.60	0.00
19	0.00	7.50	0.00	20	0.00	7.40	0.00
21	0.00	7.30	0.00	22	0.00	7.20	0.00
23	0.00	7.10	0.00	24	0.00	7.00	0.00
25	0.00	6.90	0.00	26	0.00	6.80	0.00
27	0.00	6.70	0.00	28	0.00	6.60	0.00
29	0.00	6.50	0.00	30	0.00	6.40	0.00
31	0.00	6.30	0.00	32	0.00	6.20	0.00
33	0.00	6.10	0.00	34	0.00	6.00	0.00
35	0.00	5.90	0.00	36	0.00	5.80	0.00
37	0.00	5.70	0.00	38	0.00	5.60	0.00
39	0.00	5.50	0.00	40	0.00	5.40	0.00
41	0.00	5.30	0.00	42	0.00	5.20	0.00
43	0.00	5.10	0.00	44	0.00	5.00	0.00
45	0.00	4.90	0.00	46	0.00	4.80	0.00
47	0.00	4.70	0.00	48	0.00	4.60	0.00
49	0.00	4.50	0.00	50	0.29	4.40	0.25
51	0.00	4.30	0.00	52	0.00	4.20	0.00
53	0.00	4.10	0.00	54	0.00	4.00	0.00
55	0.00	3.90	0.00				

Overall potential I_L : 0.25

$I_L = 0.00$ - No liquefaction
 I_L between 0.00 and 5.00 - Liquefaction not probable
 I_L between 5.00 and 15.00 - Liquefaction probable
 $I_L > 15.00$ - Liquefaction certain



Cpt 1 con fattore di sicurezza alla liquefazione F_{SL} per considerare gli strati Non liquefacibili pari a 1,2

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

Project title : Interventi PP Area comparto A1 Via Meloni Q. Carpi

Project subtitle : Liquefacibilità Cpt01

Input parameters and analysis data

In-situ data type: Cone Penetration Test
 Analysis type: Deterministic
 Analysis method: Boulanger & Idriss (2004)
 Fines correction method: Boulanger & Idriss

Depth to water table: 2.50 m
 Earthquake magnitude M_w : 6.00
 Peak ground acceleration: 0.23 g
 User defined F.S.: 1.20

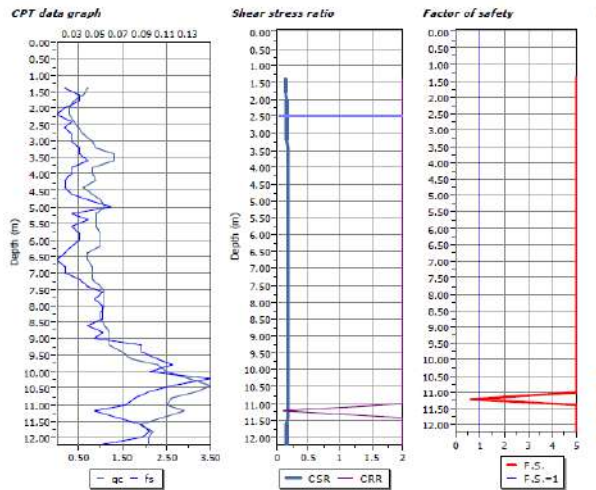
This software is licensed to : Riccardo Triches

Overall liquefaction potential according to Iwasaki ::

Point ID	F	w_p	I_L	Point ID	F	w_p	I_L
1	0.00	9.30	0.00	2	0.00	9.20	0.00
3	0.00	9.10	0.00	4	0.00	9.00	0.00
5	0.00	8.90	0.00	6	0.00	8.80	0.00
7	0.00	8.70	0.00	8	0.00	8.60	0.00
9	0.00	8.50	0.00	10	0.00	8.40	0.00
11	0.00	8.30	0.00	12	0.00	8.20	0.00
13	0.00	8.10	0.00	14	0.00	8.00	0.00
15	0.00	7.90	0.00	16	0.00	7.80	0.00
17	0.00	7.70	0.00	18	0.00	7.60	0.00
19	0.00	7.50	0.00	20	0.00	7.40	0.00
21	0.00	7.30	0.00	22	0.00	7.20	0.00
23	0.00	7.10	0.00	24	0.00	7.00	0.00
25	0.00	6.90	0.00	26	0.00	6.80	0.00
27	0.00	6.70	0.00	28	0.00	6.60	0.00
29	0.00	6.50	0.00	30	0.00	6.40	0.00
31	0.00	6.30	0.00	32	0.00	6.20	0.00
33	0.00	6.10	0.00	34	0.00	6.00	0.00
35	0.00	5.90	0.00	36	0.00	5.80	0.00
37	0.00	5.70	0.00	38	0.00	5.60	0.00
39	0.00	5.50	0.00	40	0.00	5.40	0.00
41	0.00	5.30	0.00	42	0.00	5.20	0.00
43	0.00	5.10	0.00	44	0.00	5.00	0.00
45	0.00	4.90	0.00	46	0.00	4.80	0.00
47	0.00	4.70	0.00	48	0.00	4.60	0.00
49	0.00	4.50	0.00	50	0.40	4.40	0.36
51	0.00	4.30	0.00	52	0.00	4.20	0.00
53	0.00	4.10	0.00	54	0.00	4.00	0.00
55	0.00	3.90	0.00				

Overall potential I_L : 0.36

$I_L = 0.00$ - No liquefaction
 I_L between 0.00 and 5.00 - Liquefaction not probable
 I_L between 5.00 and 15.00 - Liquefaction probable
 $I_L > 15.00$ - Liquefaction certain



Cpt 2 con fattore di sicurezza alla liquefazione F_{SL} per considerare gli strati Non liquefacibili pari a 1,0

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

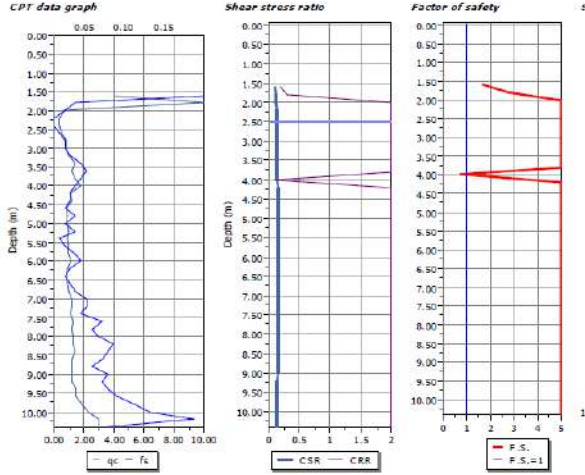
Project title : Interventi PP Area comparto A1 Via Meloni Q. Carpi

Project subtitle : Liquefacibilità Cpt02

Input parameters and analysis data

In-situ data type: Cone Penetration Test
 Analysis type: Deterministic
 Analysis method: Boulanger & Idriss (2004)
 Fines correction method: Boulanger & Idriss

Depth to water table: 2.50 m
 Earthquake magnitude M_w : 6.00
 Peak ground acceleration: 0.23 g
 User defined $F.S.$: 1.00



This software is licensed to : Riccardo Triches

Overall liquefaction potential according to Iwasaki ::

Point ID	F	W_L	I_L	Point ID	F	W_L	I_L
1	0.00	9.20	0.00	2	0.00	9.10	0.00
3	0.00	9.00	0.00	4	0.00	8.90	0.00
5	0.00	8.80	0.00	6	0.00	8.70	0.00
7	0.00	8.60	0.00	8	0.00	8.50	0.00
9	0.00	8.40	0.00	10	0.00	8.30	0.00
11	0.00	8.20	0.00	12	0.00	8.10	0.00
13	0.29	8.00	0.47	14	0.00	7.90	0.00
15	0.00	7.80	0.00	16	0.00	7.70	0.00
17	0.00	7.60	0.00	18	0.00	7.50	0.00
19	0.00	7.40	0.00	20	0.00	7.30	0.00
21	0.00	7.20	0.00	22	0.00	7.10	0.00
23	0.00	7.00	0.00	24	0.00	6.90	0.00
25	0.00	6.80	0.00	26	0.00	6.70	0.00
27	0.00	6.60	0.00	28	0.00	6.50	0.00
29	0.00	6.40	0.00	30	0.00	6.30	0.00
31	0.00	6.20	0.00	32	0.00	6.10	0.00
33	0.00	6.00	0.00	34	0.00	5.90	0.00
35	0.00	5.80	0.00	36	0.00	5.70	0.00
37	0.00	5.60	0.00	38	0.00	5.50	0.00
39	0.00	5.40	0.00	40	0.00	5.30	0.00
41	0.00	5.20	0.00	42	0.00	5.10	0.00
43	0.00	5.00	0.00	44	0.00	4.90	0.00
45	0.00	4.80	0.00				

Overall potential I_L : 0.47

$I_L = 0.00$ - No liquefaction
 I_L between 0.00 and 5.00 - Liquefaction not probable
 I_L between 5.00 and 15.00 - Liquefaction probable
 $I_L > 15.00$ - Liquefaction certain

Cpt 2 con fattore di sicurezza alla liquefazione F_{SL} per considerare gli strati Non liquefacibili pari a 1,2

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

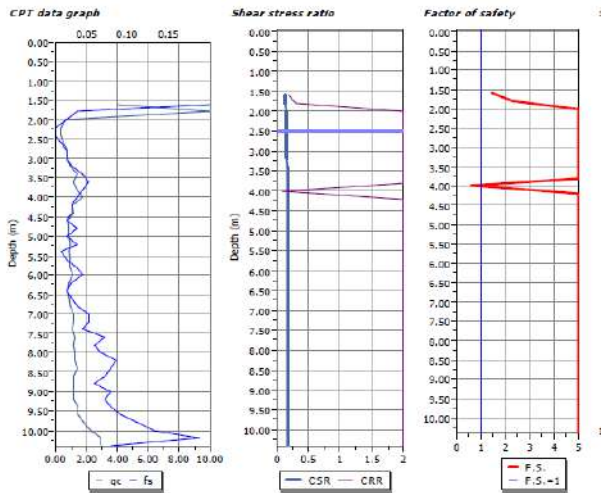
Project title : Interventi PP Area comparto A1 Via Meloni Q. Carpi

Project subtitle : Liquefacibilità Cpt02

Input parameters and analysis data

In-situ data type: Cone Penetration Test
 Analysis type: Deterministic
 Analysis method: Boulanger & Idriss (2004)
 Fines correction method: Boulanger & Idriss

Depth to water table: 2.50 m
 Earthquake magnitude M_w : 6.00
 Peak ground acceleration: 0.23 g
 User defined $F.S.$: 1.20



This software is licensed to : Riccardo Triches

Overall liquefaction potential according to Iwasaki ::

Point ID	F	W_L	I_L	Point ID	F	W_L	I_L
1	0.00	9.20	0.00	2	0.00	9.10	0.00
3	0.00	9.00	0.00	4	0.00	8.90	0.00
5	0.00	8.80	0.00	6	0.00	8.70	0.00
7	0.00	8.60	0.00	8	0.00	8.50	0.00
9	0.00	8.40	0.00	10	0.00	8.30	0.00
11	0.00	8.20	0.00	12	0.00	8.10	0.00
13	0.41	8.00	0.66	14	0.00	7.90	0.00
15	0.00	7.80	0.00	16	0.00	7.70	0.00
17	0.00	7.60	0.00	18	0.00	7.50	0.00
19	0.00	7.40	0.00	20	0.00	7.30	0.00
21	0.00	7.20	0.00	22	0.00	7.10	0.00
23	0.00	7.00	0.00	24	0.00	6.90	0.00
25	0.00	6.80	0.00	26	0.00	6.70	0.00
27	0.00	6.60	0.00	28	0.00	6.50	0.00
29	0.00	6.40	0.00	30	0.00	6.30	0.00
31	0.00	6.20	0.00	32	0.00	6.10	0.00
33	0.00	6.00	0.00	34	0.00	5.90	0.00
35	0.00	5.80	0.00	36	0.00	5.70	0.00
37	0.00	5.60	0.00	38	0.00	5.50	0.00
39	0.00	5.40	0.00	40	0.00	5.30	0.00
41	0.00	5.20	0.00	42	0.00	5.10	0.00
43	0.00	5.00	0.00	44	0.00	4.90	0.00
45	0.00	4.80	0.00				

Overall potential I_L : 0.66

$I_L = 0.00$ - No liquefaction
 I_L between 0.00 and 5.00 - Liquefaction not probable
 I_L between 5.00 and 15.00 - Liquefaction probable
 $I_L > 15.00$ - Liquefaction certain

Cpt 3 con fattore di sicurezza alla liquefazione F_{SL} per considerare gli strati Non liquefacibili pari a 1,0

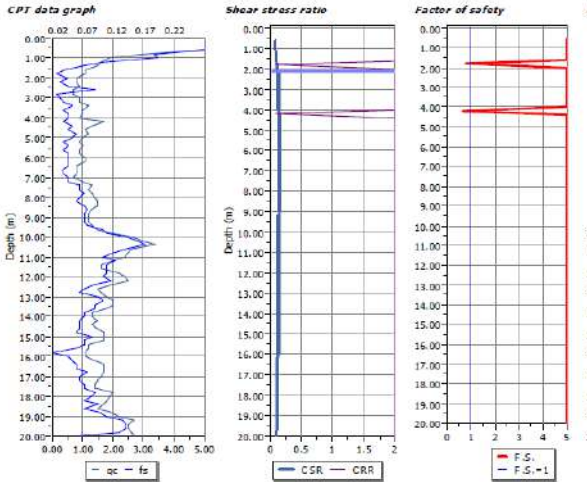
LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

Project title : Interventi PP Area comparto A1 Via Meloni Q. Carpi

Project subtitle : Liquefacibilità Cpt03

Input parameters and analysis data

In-situ data type: Cone Penetration Test Depth to water table: 2.10 m
 Analysis type: Deterministic Earthquake magnitude M_w : 6.00
 Analysis method: Boulanger & Idriss (2004) Peak ground acceleration: 0.23 g
 Fines correction method: Boulanger & Idriss User defined F_{SL} : 1.00



This software is licensed to : Riccardo Triches

Overall liquefaction potential according to Iwasaki :

Point ID	F	w_p	I_L	Point ID	F	w_p	I_L
1	0.00	9.70	0.00	2	0.00	9.60	0.00
3	0.00	9.50	0.00	4	0.00	9.40	0.00
5	0.00	9.30	0.00	6	0.00	9.20	0.00
7	0.25	9.10	0.48	8	0.00	9.00	0.00
9	0.00	8.90	0.00	10	0.00	8.80	0.00
11	0.00	8.70	0.00	12	0.00	8.60	0.00
13	0.00	8.50	0.00	14	0.00	8.40	0.00
15	0.00	8.30	0.00	16	0.00	8.20	0.00
17	0.00	8.10	0.00	18	0.00	8.00	0.00
19	0.21	7.90	0.48	20	0.00	7.80	0.00
21	0.00	7.70	0.00	22	0.00	7.60	0.00
23	0.00	7.50	0.00	24	0.00	7.40	0.00
25	0.00	7.30	0.00	26	0.00	7.20	0.00
27	0.00	7.10	0.00	28	0.00	7.00	0.00
29	0.00	6.90	0.00	30	0.00	6.80	0.00
31	0.00	6.70	0.00	32	0.00	6.60	0.00
33	0.00	6.50	0.00	34	0.00	6.40	0.00
35	0.00	6.30	0.00	36	0.00	6.20	0.00
37	0.00	6.10	0.00	38	0.00	6.00	0.00
39	0.00	5.90	0.00	40	0.00	5.80	0.00
41	0.00	5.70	0.00	42	0.00	5.60	0.00
43	0.00	5.50	0.00	44	0.00	5.40	0.00
45	0.00	5.30	0.00	46	0.00	5.20	0.00
47	0.00	5.10	0.00	48	0.00	5.00	0.00
49	0.00	4.90	0.00	50	0.00	4.80	0.00
51	0.00	4.70	0.00	52	0.00	4.60	0.00
53	0.00	4.50	0.00	54	0.00	4.40	0.00
55	0.00	4.30	0.00	56	0.00	4.20	0.00
57	0.00	4.10	0.00	58	0.00	4.00	0.00
59	0.00	3.90	0.00	60	0.00	3.80	0.00
61	0.00	3.70	0.00	62	0.00	3.60	0.00
63	0.00	3.50	0.00	64	0.00	3.40	0.00
65	0.00	3.30	0.00	66	0.00	3.20	0.00
67	0.00	3.10	0.00	68	0.00	3.00	0.00
69	0.00	2.90	0.00	70	0.00	2.80	0.00
71	0.00	2.70	0.00	72	0.00	2.60	0.00
73	0.00	2.50	0.00	74	0.00	2.40	0.00
75	0.00	2.30	0.00	76	0.00	2.20	0.00
77	0.00	2.10	0.00	78	0.00	2.00	0.00
79	0.00	1.90	0.00	80	0.00	1.80	0.00
81	0.00	1.70	0.00	82	0.00	1.60	0.00
83	0.00	1.50	0.00	84	0.00	1.40	0.00
85	0.00	1.30	0.00	86	0.00	1.20	0.00
87	0.00	1.10	0.00	88	0.00	1.00	0.00
89	0.00	0.90	0.00	90	0.00	0.80	0.00
91	0.00	0.70	0.00	92	0.00	0.60	0.00
93	0.00	0.50	0.00	94	0.00	0.40	0.00
95	0.00	0.30	0.00	96	0.00	0.20	0.00
97	0.00	0.10	0.00	98	0.00	0.00	0.00

Overall potential I_L : 0.94

I_L = 0.00 - No liquefaction
 I_L between 0.00 and 5.00 - Liquefaction not probable
 I_L between 5.00 and 15.00 - Liquefaction probable
 I_L > 15.00 - Liquefaction certain

Cpt 3 con fattore di sicurezza alla liquefazione F_{SL} per considerare gli strati Non liquefacibili pari a 1,2

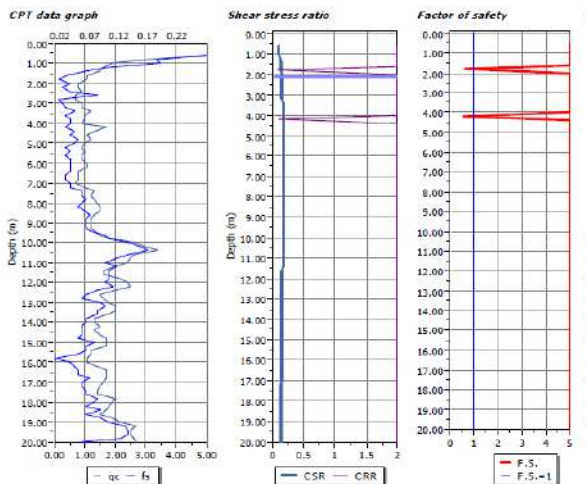
LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

Project title : Interventi PP Area comparto A1 Via Meloni Q. Carpi

Project subtitle : Liquefacibilità Cpt03

Input parameters and analysis data

In-situ data type: Cone Penetration Test Depth to water table: 2.10 m
 Analysis type: Deterministic Earthquake magnitude M_w : 6.00
 Analysis method: Boulanger & Idriss (2004) Peak ground acceleration: 0.23 g
 Fines correction method: Boulanger & Idriss User defined F_{SL} : 1.20



This software is licensed to : Riccardo Triches

Overall liquefaction potential according to Iwasaki :

Point ID	F	w_p	I_L	Point ID	F	w_p	I_L
1	0.00	9.70	0.00	2	0.00	9.60	0.00
3	0.00	9.50	0.00	4	0.00	9.40	0.00
5	0.00	9.30	0.00	6	0.00	9.20	0.00
7	0.28	9.10	0.68	8	0.00	9.00	0.00
9	0.00	8.90	0.00	10	0.00	8.80	0.00
11	0.00	8.70	0.00	12	0.00	8.60	0.00
13	0.00	8.50	0.00	14	0.00	8.40	0.00
15	0.00	8.30	0.00	16	0.00	8.20	0.00
17	0.00	8.10	0.00	18	0.00	8.00	0.00
19	0.42	7.90	0.67	20	0.00	7.80	0.00
21	0.00	7.70	0.00	22	0.00	7.60	0.00
23	0.00	7.50	0.00	24	0.00	7.40	0.00
25	0.00	7.30	0.00	26	0.00	7.20	0.00
27	0.00	7.10	0.00	28	0.00	7.00	0.00
29	0.00	6.90	0.00	30	0.00	6.80	0.00
31	0.00	6.70	0.00	32	0.00	6.60	0.00
33	0.00	6.50	0.00	34	0.00	6.40	0.00
35	0.00	6.30	0.00	36	0.00	6.20	0.00
37	0.00	6.10	0.00	38	0.00	6.00	0.00
39	0.00	5.90	0.00	40	0.00	5.80	0.00
41	0.00	5.70	0.00	42	0.00	5.60	0.00
43	0.00	5.50	0.00	44	0.00	5.40	0.00
45	0.00	5.30	0.00	46	0.00	5.20	0.00
47	0.00	5.10	0.00	48	0.00	5.00	0.00
49	0.00	4.90	0.00	50	0.00	4.80	0.00
51	0.00	4.70	0.00	52	0.00	4.60	0.00
53	0.00	4.50	0.00	54	0.00	4.40	0.00
55	0.00	4.30	0.00	56	0.00	4.20	0.00
57	0.00	4.10	0.00	58	0.00	4.00	0.00
59	0.00	3.90	0.00	60	0.00	3.80	0.00
61	0.00	3.70	0.00	62	0.00	3.60	0.00
63	0.00	3.50	0.00	64	0.00	3.40	0.00
65	0.00	3.30	0.00	66	0.00	3.20	0.00
67	0.00	3.10	0.00	68	0.00	3.00	0.00
69	0.00	2.90	0.00	70	0.00	2.80	0.00
71	0.00	2.70	0.00	72	0.00	2.60	0.00
73	0.00	2.50	0.00	74	0.00	2.40	0.00
75	0.00	2.30	0.00	76	0.00	2.20	0.00
77	0.00	2.10	0.00	78	0.00	2.00	0.00
79	0.00	1.90	0.00	80	0.00	1.80	0.00
81	0.00	1.70	0.00	82	0.00	1.60	0.00
83	0.00	1.50	0.00	84	0.00	1.40	0.00
85	0.00	1.30	0.00	86	0.00	1.20	0.00
87	0.00	1.10	0.00	88	0.00	1.00	0.00
89	0.00	0.90	0.00	90	0.00	0.80	0.00
91	0.00	0.70	0.00	92	0.00	0.60	0.00
93	0.00	0.50	0.00	94	0.00	0.40	0.00
95	0.00	0.30	0.00	96	0.00	0.20	0.00
97	0.00	0.10	0.00	98	0.00	0.00	0.00

Overall potential I_L : 1.25

I_L = 0.00 - No liquefaction
 I_L between 0.00 and 5.00 - Liquefaction not probable
 I_L between 5.00 and 15.00 - Liquefaction probable
 I_L > 15.00 - Liquefaction certain

Cpt 4 con fattore di sicurezza alla liquefazione F_{SL} per considerare gli strati Non liquefacibili pari a 1,0

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

Project title : Interventi PP Area comparto A1 Via Meloni Q. Carpi

Project subtitle : Liquefacibilità Cpt04

Input parameters and analysis data

In-situ data type: Cone Penetration Test
 Analysis type: Deterministic
 Analysis method: Boulanger & Idriss (2004)
 Fines correction method: Boulanger & Idriss

Depth to water table: 4.80 m
 Earthquake magnitude M_w : 6.00
 Peak ground acceleration: 0.23 g
 User defined F.S.: 1.00

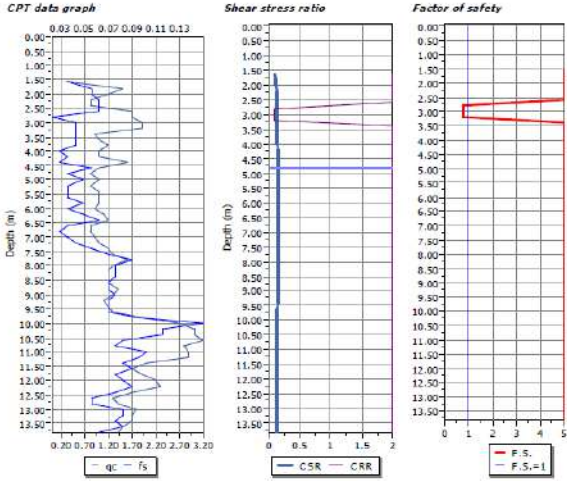
This software is licensed to : Riccardo Triches

Overall liquefaction potential according to Iwasaki :

Point ID	F	w_p	I_L	Point ID	F	w_p	I_L
1	0.00	9.20	0.00	2	0.00	9.10	0.00
3	0.00	9.00	0.00	4	0.00	8.90	0.00
5	0.00	8.80	0.00	6	0.00	8.70	0.00
7	0.25	8.60	0.43	8	0.23	8.50	0.38
9	0.25	8.40	0.42	10	0.00	8.30	0.00
11	0.00	8.20	0.00	12	0.00	8.10	0.00
13	0.00	8.00	0.00	14	0.00	7.90	0.00
15	0.00	7.80	0.00	16	0.00	7.70	0.00
17	0.00	7.60	0.00	18	0.00	7.50	0.00
19	0.00	7.40	0.00	20	0.00	7.30	0.00
21	0.00	7.20	0.00	22	0.00	7.10	0.00
23	0.00	7.00	0.00	24	0.00	6.90	0.00
25	0.00	6.80	0.00	26	0.00	6.70	0.00
27	0.00	6.60	0.00	28	0.00	6.50	0.00
29	0.00	6.40	0.00	30	0.00	6.30	0.00
31	0.00	6.20	0.00	32	0.00	6.10	0.00
33	0.00	6.00	0.00	34	0.00	5.90	0.00
35	0.00	5.80	0.00	36	0.00	5.70	0.00
37	0.00	5.60	0.00	38	0.00	5.50	0.00
39	0.00	5.40	0.00	40	0.00	5.30	0.00
41	0.00	5.20	0.00	42	0.00	5.10	0.00
43	0.00	5.00	0.00	44	0.00	4.90	0.00
45	0.00	4.80	0.00	46	0.00	4.70	0.00
47	0.00	4.60	0.00	48	0.00	4.50	0.00
49	0.00	4.40	0.00	50	0.00	4.30	0.00
51	0.00	4.20	0.00	52	0.00	4.10	0.00
53	0.00	4.00	0.00	54	0.00	3.90	0.00
55	0.00	3.80	0.00	56	0.00	3.70	0.00
57	0.00	3.60	0.00	58	0.00	3.50	0.00
59	0.00	3.40	0.00	60	0.00	3.30	0.00
61	0.00	3.20	0.00	62	0.00	3.10	0.00

Overall potential I_L : 1.23

$I_L = 0.00$ - No liquefaction
 I_L between 0.00 and 5.00 - Liquefaction not probable
 I_L between 5.00 and 15.00 - Liquefaction probable
 $I_L > 15.00$ - Liquefaction certain



Cpt 4 con fattore di sicurezza alla liquefazione F_{SL} per considerare gli strati Non liquefacibili pari a 1,2

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

Project title : Interventi PP Area comparto A1 Via Meloni Q. Carpi

Project subtitle : Liquefacibilità Cpt04

Input parameters and analysis data

In-situ data type: Cone Penetration Test
 Analysis type: Deterministic
 Analysis method: Boulanger & Idriss (2004)
 Fines correction method: Boulanger & Idriss

Depth to water table: 4.80 m
 Earthquake magnitude M_w : 6.00
 Peak ground acceleration: 0.23 g
 User defined F.S.: 1.20

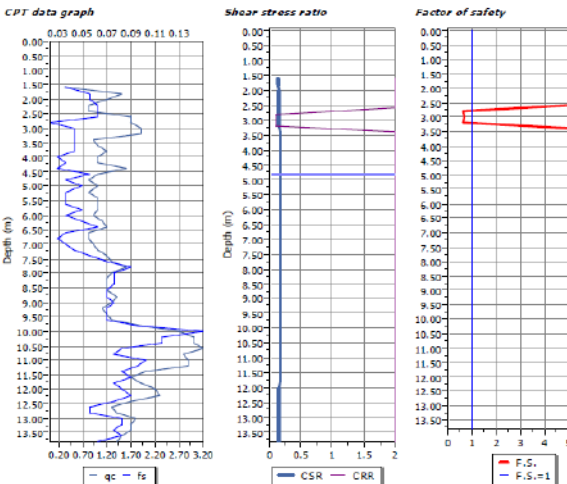
This software is licensed to : Riccardo Triches

Overall liquefaction potential according to Iwasaki :

Point ID	F	w_p	I_L	Point ID	F	w_p	I_L
1	0.00	9.20	0.00	2	0.00	9.10	0.00
3	0.00	9.00	0.00	4	0.00	8.90	0.00
5	0.00	8.80	0.00	6	0.00	8.70	0.00
7	0.37	8.60	0.64	8	0.35	8.50	0.60
9	0.38	8.40	0.63	10	0.00	8.30	0.00
11	0.00	8.20	0.00	12	0.00	8.10	0.00
13	0.00	8.00	0.00	14	0.00	7.90	0.00
15	0.00	7.80	0.00	16	0.00	7.70	0.00
17	0.00	7.60	0.00	18	0.00	7.50	0.00
19	0.00	7.40	0.00	20	0.00	7.30	0.00
21	0.00	7.20	0.00	22	0.00	7.10	0.00
23	0.00	7.00	0.00	24	0.00	6.90	0.00
25	0.00	6.80	0.00	26	0.00	6.70	0.00
27	0.00	6.60	0.00	28	0.00	6.50	0.00
29	0.00	6.40	0.00	30	0.00	6.30	0.00
31	0.00	6.20	0.00	32	0.00	6.10	0.00
33	0.00	6.00	0.00	34	0.00	5.90	0.00
35	0.00	5.80	0.00	36	0.00	5.70	0.00
37	0.00	5.60	0.00	38	0.00	5.50	0.00
39	0.00	5.40	0.00	40	0.00	5.30	0.00
41	0.00	5.20	0.00	42	0.00	5.10	0.00
43	0.00	5.00	0.00	44	0.00	4.90	0.00
45	0.00	4.80	0.00	46	0.00	4.70	0.00
47	0.00	4.60	0.00	48	0.00	4.50	0.00
49	0.00	4.40	0.00	50	0.00	4.30	0.00
51	0.00	4.20	0.00	52	0.00	4.10	0.00
53	0.00	4.00	0.00	54	0.00	3.90	0.00
55	0.00	3.80	0.00	56	0.00	3.70	0.00
57	0.00	3.60	0.00	58	0.00	3.50	0.00
59	0.00	3.40	0.00	60	0.00	3.30	0.00
61	0.00	3.20	0.00	62	0.00	3.10	0.00

Overall potential I_L : 1.87

$I_L = 0.00$ - No liquefaction
 I_L between 0.00 and 5.00 - Liquefaction not probable
 I_L between 5.00 and 15.00 - Liquefaction probable
 $I_L > 15.00$ - Liquefaction certain



Cpt 5 con fattore di sicurezza alla liquefazione F_{sl} per considerare gli strati Non liquefacibili pari a 1,0

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

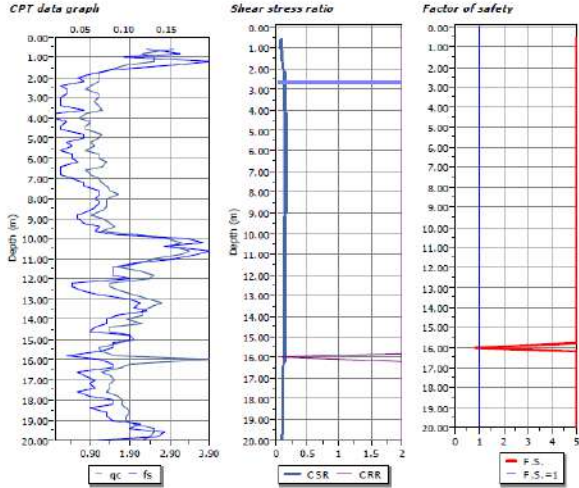
Project title : Interventi PP Area comparto A1 Via Meloni Q. Carpi

Project subtitle : Liquefacibilità Cpt05

Input parameters and analysis data

In-situ data type: Cone Penetration Test
 Analysis type: Deterministic
 Analysis method: Boulanger & Idriss (2004)
 Fines correction method: Boulanger & Idriss

Depth to water table: 2.70 m
 Earthquake magnitude M_w : 6.00
 Peak ground acceleration: 0.23 g
 User defined $F.S.$: 1.00



This software is licensed to : Riccardo Triches

Overall liquefaction potential according to Iwasaki ::

Point ID	F	w_L	I_L	Point ID	F	w_L	I_L
1	0.00	9.70	0.00	2	0.00	9.60	0.00
3	0.00	9.50	0.00	4	0.00	9.40	0.00
5	0.00	9.30	0.00	6	0.00	9.20	0.00
7	0.00	9.10	0.00	8	0.00	9.00	0.00
9	0.00	8.90	0.00	10	0.00	8.80	0.00
11	0.00	8.70	0.00	12	0.00	8.60	0.00
13	0.00	8.50	0.00	14	0.00	8.40	0.00
15	0.00	8.30	0.00	16	0.00	8.20	0.00
17	0.00	8.10	0.00	18	0.00	8.00	0.00
19	0.00	7.90	0.00	20	0.00	7.80	0.00
21	0.00	7.70	0.00	22	0.00	7.60	0.00
23	0.00	7.50	0.00	24	0.00	7.40	0.00
25	0.00	7.30	0.00	26	0.00	7.20	0.00
27	0.00	7.10	0.00	28	0.00	7.00	0.00
29	0.00	6.90	0.00	30	0.00	6.80	0.00
31	0.00	6.70	0.00	32	0.00	6.60	0.00
33	0.00	6.50	0.00	34	0.00	6.40	0.00
35	0.00	6.30	0.00	36	0.00	6.20	0.00
37	0.00	6.10	0.00	38	0.00	6.00	0.00
39	0.00	5.90	0.00	40	0.00	5.80	0.00
41	0.00	5.70	0.00	42	0.00	5.60	0.00
43	0.00	5.50	0.00	44	0.00	5.40	0.00
45	0.00	5.30	0.00	46	0.00	5.20	0.00
47	0.00	5.10	0.00	48	0.00	5.00	0.00
49	0.00	4.90	0.00	50	0.00	4.80	0.00
51	0.00	4.70	0.00	52	0.00	4.60	0.00
53	0.00	4.50	0.00	54	0.00	4.40	0.00
55	0.00	4.30	0.00	56	0.00	4.20	0.00
57	0.00	4.10	0.00	58	0.00	4.00	0.00
59	0.00	3.90	0.00	60	0.00	3.80	0.00
61	0.00	3.70	0.00	62	0.00	3.60	0.00
63	0.00	3.50	0.00	64	0.00	3.40	0.00
65	0.00	3.30	0.00	66	0.00	3.20	0.00
67	0.00	3.10	0.00	68	0.00	3.00	0.00
69	0.00	2.90	0.00	70	0.00	2.80	0.00
71	0.00	2.70	0.00	72	0.00	2.60	0.00
73	0.00	2.50	0.00	74	0.00	2.40	0.00
75	0.00	2.30	0.00	76	0.00	2.20	0.00
77	0.00	2.10	0.00	78	0.18	2.00	0.07
79	0.00	1.90	0.00	80	0.00	1.80	0.00
81	0.00	1.70	0.00	82	0.00	1.60	0.00
83	0.00	1.50	0.00	84	0.00	1.40	0.00
85	0.00	1.30	0.00	86	0.00	1.20	0.00
87	0.00	1.10	0.00	88	0.00	1.00	0.00
89	0.00	0.90	0.00	90	0.00	0.80	0.00
91	0.00	0.70	0.00	92	0.00	0.60	0.00
93	0.00	0.50	0.00	94	0.00	0.40	0.00
95	0.00	0.30	0.00	96	0.00	0.20	0.00
97	0.00	0.10	0.00	98	0.00	0.00	0.00

Overall potential I_L : 0.07

$I_L = 0.00$ - No liquefaction
 I_L between 0.00 and 5.00 - Liquefaction not probable
 I_L between 5.00 and 15.00 - Liquefaction probable
 $I_L > 15.00$ - Liquefaction certain

Cpt 5 con fattore di sicurezza alla liquefazione F_{sl} per considerare gli strati Non liquefacibili pari a 1,2

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

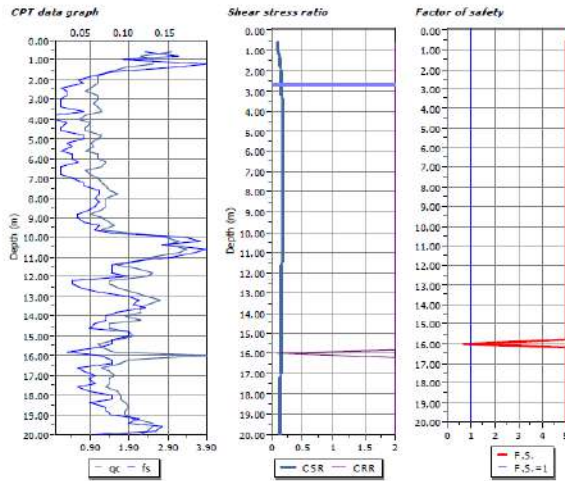
Project title : Interventi PP Area comparto A1 Via Meloni Q. Carpi

Project subtitle : Liquefacibilità Cpt05

Input parameters and analysis data

In-situ data type: Cone Penetration Test
 Analysis type: Deterministic
 Analysis method: Boulanger & Idriss (2004)
 Fines correction method: Boulanger & Idriss

Depth to water table: 2.70 m
 Earthquake magnitude M_w : 6.00
 Peak ground acceleration: 0.23 g
 User defined $F.S.$: 1.20



This software is licensed to : Riccardo Triches

Overall liquefaction potential according to Iwasaki ::

Point ID	F	w_L	I_L	Point ID	F	w_L	I_L
1	0.00	9.70	0.00	2	0.00	9.60	0.00
3	0.00	9.50	0.00	4	0.00	9.40	0.00
5	0.00	9.30	0.00	6	0.00	9.20	0.00
7	0.00	9.10	0.00	8	0.00	9.00	0.00
9	0.00	8.90	0.00	10	0.00	8.80	0.00
11	0.00	8.70	0.00	12	0.00	8.60	0.00
13	0.00	8.50	0.00	14	0.00	8.40	0.00
15	0.00	8.30	0.00	16	0.00	8.20	0.00
17	0.00	8.10	0.00	18	0.00	8.00	0.00
19	0.00	7.90	0.00	20	0.00	7.80	0.00
21	0.00	7.70	0.00	22	0.00	7.60	0.00
23	0.00	7.50	0.00	24	0.00	7.40	0.00
25	0.00	7.30	0.00	26	0.00	7.20	0.00
27	0.00	7.10	0.00	28	0.00	7.00	0.00
29	0.00	6.90	0.00	30	0.00	6.80	0.00
31	0.00	6.70	0.00	32	0.00	6.60	0.00
33	0.00	6.50	0.00	34	0.00	6.40	0.00
35	0.00	6.30	0.00	36	0.00	6.20	0.00
37	0.00	6.10	0.00	38	0.00	6.00	0.00
39	0.00	5.90	0.00	40	0.00	5.80	0.00
41	0.00	5.70	0.00	42	0.00	5.60	0.00
43	0.00	5.50	0.00	44	0.00	5.40	0.00
45	0.00	5.30	0.00	46	0.00	5.20	0.00
47	0.00	5.10	0.00	48	0.00	5.00	0.00
49	0.00	4.90	0.00	50	0.00	4.80	0.00
51	0.00	4.70	0.00	52	0.00	4.60	0.00
53	0.00	4.50	0.00	54	0.00	4.40	0.00
55	0.00	4.30	0.00	56	0.00	4.20	0.00
57	0.00	4.10	0.00	58	0.00	4.00	0.00
59	0.00	3.90	0.00	60	0.00	3.80	0.00
61	0.00	3.70	0.00	62	0.00	3.60	0.00
63	0.00	3.50	0.00	64	0.00	3.40	0.00
65	0.00	3.30	0.00	66	0.00	3.20	0.00
67	0.00	3.10	0.00	68	0.00	3.00	0.00
69	0.00	2.90	0.00	70	0.00	2.80	0.00
71	0.00	2.70	0.00	72	0.00	2.60	0.00
73	0.00	2.50	0.00	74	0.00	2.40	0.00
75	0.00	2.30	0.00	76	0.00	2.20	0.00
77	0.00	2.10	0.00	78	0.31	2.00	0.13
79	0.00	1.90	0.00	80	0.00	1.80	0.00
81	0.00	1.70	0.00	82	0.00	1.60	0.00
83	0.00	1.50	0.00	84	0.00	1.40	0.00
85	0.00	1.30	0.00	86	0.00	1.20	0.00
87	0.00	1.10	0.00	88	0.00	1.00	0.00
89	0.00	0.90	0.00	90	0.00	0.80	0.00
91	0.00	0.70	0.00	92	0.00	0.60	0.00
93	0.00	0.50	0.00	94	0.00	0.40	0.00
95	0.00	0.30	0.00	96	0.00	0.20	0.00
97	0.00	0.10	0.00	98	0.00	0.00	0.00

Overall potential I_L : 0.13

$I_L = 0.00$ - No liquefaction
 I_L between 0.00 and 5.00 - Liquefaction not probable
 I_L between 5.00 and 15.00 - Liquefaction probable
 $I_L > 15.00$ - Liquefaction certain

Cpt 6 con fattore di sicurezza alla liquefazione F_{SL} per considerare gli strati Non liquefacibili pari a 1,0

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

Project title : Interventi PP Area comparto A1 Via Meloni Q. Carpi

Project subtitle : Liquefacibilità Cpt06

Input parameters and analysis data

In-situ data type: Cone Penetration Test
 Analysis type: Deterministic
 Analysis method: Boulanger & Idriss (2004)
 Fines correction method: Boulanger & Idriss
 Depth to water table: 3.05 m
 Earthquake magnitude M_w : 6.00
 Peak ground acceleration: 0.23 g
 User defined F.S.: 1.00

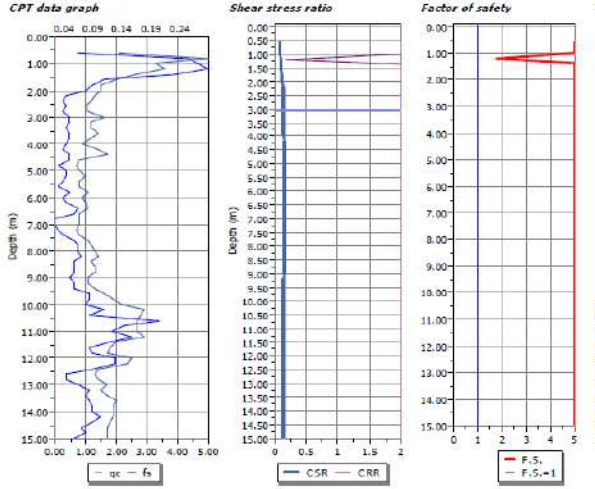
This software is licensed to : Riccardo Triches

Overall liquefaction potential according to Iwasaki ::

Point ID	F	w_e	I_L	Point ID	F	w_e	I_L
1	0.00	9.70	0.00	2	0.00	9.60	0.00
3	0.00	9.50	0.00	4	0.00	9.40	0.00
5	0.00	9.30	0.00	6	0.00	9.20	0.00
7	0.00	9.10	0.00	8	0.00	9.00	0.00
9	0.00	8.90	0.00	10	0.00	8.80	0.00
11	0.00	8.70	0.00	12	0.00	8.60	0.00
13	0.00	8.50	0.00	14	0.00	8.40	0.00
15	0.00	8.30	0.00	16	0.00	8.20	0.00
17	0.00	8.10	0.00	18	0.00	8.00	0.00
19	0.00	7.90	0.00	20	0.00	7.80	0.00
21	0.00	7.70	0.00	22	0.00	7.60	0.00
23	0.00	7.50	0.00	24	0.00	7.40	0.00
25	0.00	7.30	0.00	26	0.00	7.20	0.00
27	0.00	7.10	0.00	28	0.00	7.00	0.00
29	0.00	6.90	0.00	30	0.00	6.80	0.00
31	0.00	6.70	0.00	32	0.00	6.60	0.00
33	0.00	6.50	0.00	34	0.00	6.40	0.00
35	0.00	6.30	0.00	36	0.00	6.20	0.00
37	0.00	6.10	0.00	38	0.00	6.00	0.00
39	0.00	5.90	0.00	40	0.00	5.80	0.00
41	0.00	5.70	0.00	42	0.00	5.60	0.00
43	0.00	5.50	0.00	44	0.00	5.40	0.00
45	0.00	5.30	0.00	46	0.00	5.20	0.00
47	0.00	5.10	0.00	48	0.00	5.00	0.00
49	0.00	4.90	0.00	50	0.00	4.80	0.00
51	0.00	4.70	0.00	52	0.00	4.60	0.00
53	0.00	4.50	0.00	54	0.00	4.40	0.00
55	0.00	4.30	0.00	56	0.00	4.20	0.00
57	0.00	4.10	0.00	58	0.00	4.00	0.00
59	0.00	3.90	0.00	60	0.00	3.80	0.00
61	0.00	3.70	0.00	62	0.00	3.60	0.00
63	0.00	3.50	0.00	64	0.00	3.40	0.00
65	0.00	3.30	0.00	66	0.00	3.20	0.00
67	0.00	3.10	0.00	68	0.00	3.00	0.00
69	0.00	2.90	0.00	70	0.00	2.80	0.00
71	0.00	2.70	0.00	72	0.00	2.60	0.00
73	0.00	2.50	0.00				

Overall potential I_L : 0.00

$I_L = 0.00$ - No liquefaction
 I_L between 0.00 and 5.00 - Liquefaction not probable
 I_L between 5.00 and 15.00 - Liquefaction probable
 $I_L > 15.00$ - Liquefaction certain



Cpt 6 con fattore di sicurezza alla liquefazione F_{SL} per considerare gli strati Non liquefacibili pari a 1,2

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

Project title : Interventi PP Area comparto A1 Via Meloni Q. Carpi

Project subtitle : Liquefacibilità Cpt06

Input parameters and analysis data

In-situ data type: Cone Penetration Test
 Analysis type: Deterministic
 Analysis method: Boulanger & Idriss (2004)
 Fines correction method: Boulanger & Idriss
 Depth to water table: 3.05 m
 Earthquake magnitude M_w : 6.00
 Peak ground acceleration: 0.23 g
 User defined F.S.: 1.20

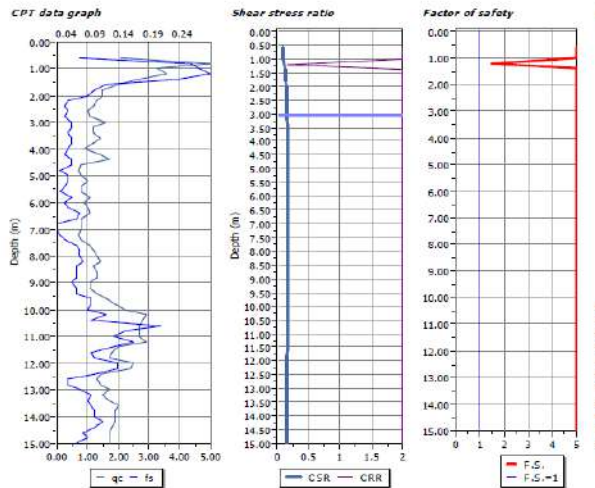
This software is licensed to : Riccardo Triches

Overall liquefaction potential according to Iwasaki ::

Point ID	F	w_e	I_L	Point ID	F	w_e	I_L
1	0.00	9.70	0.00	2	0.00	9.60	0.00
3	0.00	9.50	0.00	4	0.00	9.40	0.00
5	0.00	9.30	0.00	6	0.00	9.20	0.00
7	0.00	9.10	0.00	8	0.00	9.00	0.00
9	0.00	8.90	0.00	10	0.00	8.80	0.00
11	0.00	8.70	0.00	12	0.00	8.60	0.00
13	0.00	8.50	0.00	14	0.00	8.40	0.00
15	0.00	8.30	0.00	16	0.00	8.20	0.00
17	0.00	8.10	0.00	18	0.00	8.00	0.00
19	0.00	7.90	0.00	20	0.00	7.80	0.00
21	0.00	7.70	0.00	22	0.00	7.60	0.00
23	0.00	7.50	0.00	24	0.00	7.40	0.00
25	0.00	7.30	0.00	26	0.00	7.20	0.00
27	0.00	7.10	0.00	28	0.00	7.00	0.00
29	0.00	6.90	0.00	30	0.00	6.80	0.00
31	0.00	6.70	0.00	32	0.00	6.60	0.00
33	0.00	6.50	0.00	34	0.00	6.40	0.00
35	0.00	6.30	0.00	36	0.00	6.20	0.00
37	0.00	6.10	0.00	38	0.00	6.00	0.00
39	0.00	5.90	0.00	40	0.00	5.80	0.00
41	0.00	5.70	0.00	42	0.00	5.60	0.00
43	0.00	5.50	0.00	44	0.00	5.40	0.00
45	0.00	5.30	0.00	46	0.00	5.20	0.00
47	0.00	5.10	0.00	48	0.00	5.00	0.00
49	0.00	4.90	0.00	50	0.00	4.80	0.00
51	0.00	4.70	0.00	52	0.00	4.60	0.00
53	0.00	4.50	0.00	54	0.00	4.40	0.00
55	0.00	4.30	0.00	56	0.00	4.20	0.00
57	0.00	4.10	0.00	58	0.00	4.00	0.00
59	0.00	3.90	0.00	60	0.00	3.80	0.00
61	0.00	3.70	0.00	62	0.00	3.60	0.00
63	0.00	3.50	0.00	64	0.00	3.40	0.00
65	0.00	3.30	0.00	66	0.00	3.20	0.00
67	0.00	3.10	0.00	68	0.00	3.00	0.00
69	0.00	2.90	0.00	70	0.00	2.80	0.00
71	0.00	2.70	0.00	72	0.00	2.60	0.00
73	0.00	2.50	0.00				

Overall potential I_L : 0.00

$I_L = 0.00$ - No liquefaction
 I_L between 0.00 and 5.00 - Liquefaction not probable
 I_L between 5.00 and 15.00 - Liquefaction probable
 $I_L > 15.00$ - Liquefaction certain



Cpt 7 con fattore di sicurezza alla liquefazione F_{sl} per considerare gli strati Non liquefacibili pari a 1,0

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

Project title : Interventi PP Area comparto A1 Via Meloni Q. Carpi

Project subtitle : Liquefacibilità Cpt07

Input parameters and analysis data

In-situ data type: Cone Penetration Test
 Analysis type: Deterministic
 Analysis method: Boulanger & Idriss (2004)
 Fines correction method: Boulanger & Idriss

Depth to water table: 2.50 m
 Earthquake magnitude M_w : 6.00
 Peak ground acceleration: 0.23 g
 User defined $F.S.$: 1.00

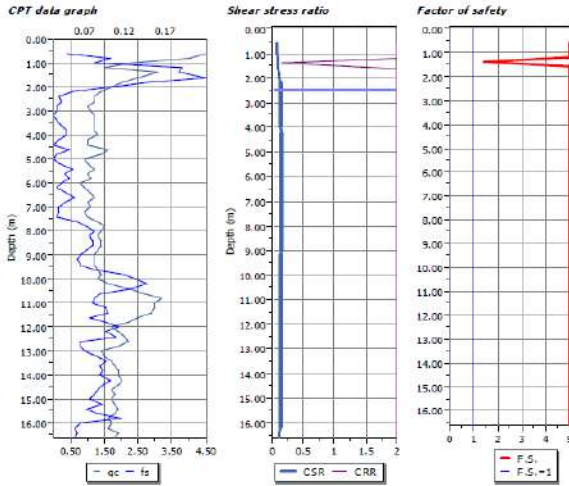
This software is licensed to : Riccardo Triches

Overall liquefaction potential according to Iwasaki ::

Point ID	F	w_e	I_L	Point ID	F	w_e	I_L
1	0.00	9.70	0.00	2	0.00	9.60	0.00
3	0.00	9.50	0.00	4	0.00	9.40	0.00
5	0.00	9.30	0.00	6	0.00	9.20	0.00
7	0.00	9.10	0.00	8	0.00	9.00	0.00
9	0.00	8.90	0.00	10	0.00	8.80	0.00
11	0.00	8.70	0.00	12	0.00	8.60	0.00
13	0.00	8.50	0.00	14	0.00	8.40	0.00
15	0.00	8.30	0.00	15	0.00	8.20	0.00
17	0.00	8.10	0.00	18	0.00	8.00	0.00
19	0.00	7.90	0.00	20	0.00	7.80	0.00
21	0.00	7.70	0.00	22	0.00	7.60	0.00
23	0.00	7.50	0.00	24	0.00	7.40	0.00
25	0.00	7.30	0.00	25	0.00	7.20	0.00
27	0.00	7.10	0.00	28	0.00	7.00	0.00
29	0.00	6.90	0.00	30	0.00	6.80	0.00
31	0.00	6.70	0.00	32	0.00	6.60	0.00
33	0.00	6.50	0.00	34	0.00	6.40	0.00
35	0.00	6.30	0.00	35	0.00	6.20	0.00
37	0.00	6.10	0.00	38	0.00	6.00	0.00
39	0.00	5.90	0.00	40	0.00	5.80	0.00
41	0.00	5.70	0.00	42	0.00	5.60	0.00
43	0.00	5.50	0.00	44	0.00	5.40	0.00
45	0.00	5.30	0.00	46	0.00	5.20	0.00
47	0.00	5.10	0.00	48	0.00	5.00	0.00
49	0.00	4.90	0.00	50	0.00	4.80	0.00
51	0.00	4.70	0.00	52	0.00	4.60	0.00
53	0.00	4.50	0.00	54	0.00	4.40	0.00
55	0.00	4.30	0.00	55	0.00	4.20	0.00
57	0.00	4.10	0.00	58	0.00	4.00	0.00
59	0.00	3.90	0.00	60	0.00	3.80	0.00
61	0.00	3.70	0.00	62	0.00	3.60	0.00
63	0.00	3.50	0.00	64	0.00	3.40	0.00
65	0.00	3.30	0.00	66	0.00	3.20	0.00
67	0.00	3.10	0.00	68	0.00	3.00	0.00
69	0.00	2.90	0.00	70	0.00	2.80	0.00
71	0.00	2.70	0.00	72	0.00	2.60	0.00
73	0.00	2.50	0.00	74	0.00	2.40	0.00
75	0.00	2.30	0.00	76	0.00	2.20	0.00
77	0.00	2.10	0.00	78	0.00	2.00	0.00
79	0.00	1.90	0.00	80	0.00	1.80	0.00
81	0.00	1.70	0.00				

Overall potential I_L : 0.00

I_L = 0.00 - No liquefaction
 I_L between 0.00 and 5.00 - Liquefaction not probable
 I_L between 5.00 and 15.00 - Liquefaction probable
 I_L > 15.00 - Liquefaction certain



Cpt 7 con fattore di sicurezza alla liquefazione F_{sl} per considerare gli strati Non liquefacibili pari a 1,2

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

Project title : Interventi PP Area comparto A1 Via Meloni Q. Carpi

Project subtitle : Liquefacibilità Cpt07

Input parameters and analysis data

In-situ data type: Cone Penetration Test
 Analysis type: Deterministic
 Analysis method: Boulanger & Idriss (2004)
 Fines correction method: Boulanger & Idriss

Depth to water table: 2.50 m
 Earthquake magnitude M_w : 6.00
 Peak ground acceleration: 0.23 g
 User defined $F.S.$: 1.20

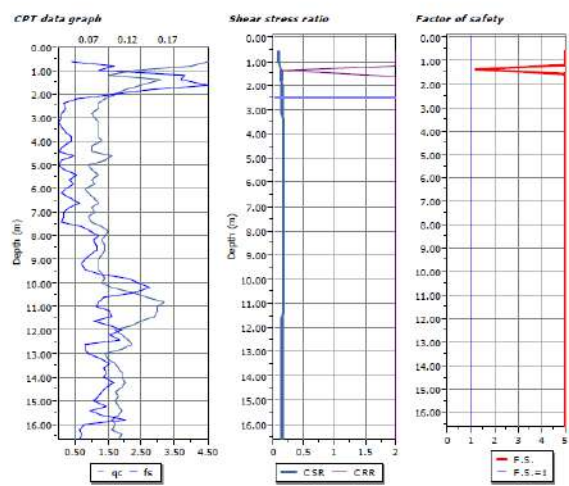
This software is licensed to : Riccardo Triches

Overall liquefaction potential according to Iwasaki ::

Point ID	F	w_e	I_L	Point ID	F	w_e	I_L
1	0.00	9.70	0.00	2	0.00	9.60	0.00
3	0.00	9.50	0.00	4	0.00	9.40	0.00
5	0.00	9.30	0.00	6	0.00	9.20	0.00
7	0.00	9.10	0.00	8	0.00	9.00	0.00
9	0.00	8.90	0.00	10	0.00	8.80	0.00
11	0.00	8.70	0.00	12	0.00	8.60	0.00
13	0.00	8.50	0.00	14	0.00	8.40	0.00
15	0.00	8.30	0.00	15	0.00	8.20	0.00
17	0.00	8.10	0.00	18	0.00	8.00	0.00
19	0.00	7.90	0.00	20	0.00	7.80	0.00
21	0.00	7.70	0.00	22	0.00	7.60	0.00
23	0.00	7.50	0.00	24	0.00	7.40	0.00
25	0.00	7.30	0.00	25	0.00	7.20	0.00
27	0.00	7.10	0.00	28	0.00	7.00	0.00
29	0.00	6.90	0.00	30	0.00	6.80	0.00
31	0.00	6.70	0.00	32	0.00	6.60	0.00
33	0.00	6.50	0.00	34	0.00	6.40	0.00
35	0.00	6.30	0.00	35	0.00	6.20	0.00
37	0.00	6.10	0.00	38	0.00	6.00	0.00
39	0.00	5.90	0.00	40	0.00	5.80	0.00
41	0.00	5.70	0.00	42	0.00	5.60	0.00
43	0.00	5.50	0.00	44	0.00	5.40	0.00
45	0.00	5.30	0.00	46	0.00	5.20	0.00
47	0.00	5.10	0.00	48	0.00	5.00	0.00
49	0.00	4.90	0.00	50	0.00	4.80	0.00
51	0.00	4.70	0.00	52	0.00	4.60	0.00
53	0.00	4.50	0.00	54	0.00	4.40	0.00
55	0.00	4.30	0.00	55	0.00	4.20	0.00
57	0.00	4.10	0.00	58	0.00	4.00	0.00
59	0.00	3.90	0.00	60	0.00	3.80	0.00
61	0.00	3.70	0.00	62	0.00	3.60	0.00
63	0.00	3.50	0.00	64	0.00	3.40	0.00
65	0.00	3.30	0.00	66	0.00	3.20	0.00
67	0.00	3.10	0.00	68	0.00	3.00	0.00
69	0.00	2.90	0.00	70	0.00	2.80	0.00
71	0.00	2.70	0.00	72	0.00	2.60	0.00
73	0.00	2.50	0.00	74	0.00	2.40	0.00
75	0.00	2.30	0.00	76	0.00	2.20	0.00
77	0.00	2.10	0.00	78	0.00	2.00	0.00
79	0.00	1.90	0.00	80	0.00	1.80	0.00
81	0.00	1.70	0.00				

Overall potential I_L : 0.00

I_L = 0.00 - No liquefaction
 I_L between 0.00 and 5.00 - Liquefaction not probable
 I_L between 5.00 and 15.00 - Liquefaction probable
 I_L > 15.00 - Liquefaction certain



Cpt 8 con fattore di sicurezza alla liquefazione F_{SL} per considerare gli strati Non liquefacibili pari a 1,0

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

Project title : Interventi PP Area comparto A1 Via Meloni Q. Carpi

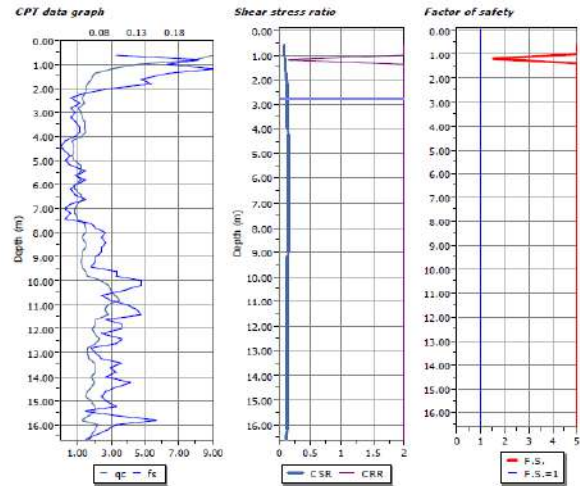
Project subtitle : Liquefacibilità Cpt08

Input parameters and analysis data

In-situ data type: Cone Penetration Test
 Analysis type: Deterministic
 Analysis method: Boulanger & Idriss (2004)
 Fines correction method: Boulanger & Idriss
 Depth to water table: 2.80 m
 Earthquake magnitude M_w : 6.00
 Peak ground acceleration: 0.23 g
 User defined F.S.: 1.00

This software is licensed to : Riccardo Triches

Overall liquefaction potential according to Iwasaki ::



Point ID	F	w_z	I_L	Point ID	F	w_z	I_L
1	0.00	9.70	0.00	2	0.00	9.60	0.00
3	0.00	9.50	0.00	4	0.00	9.40	0.00
5	0.00	9.30	0.00	6	0.00	9.20	0.00
7	0.00	9.10	0.00	8	0.00	9.00	0.00
9	0.00	8.90	0.00	10	0.00	8.80	0.00
11	0.00	8.70	0.00	12	0.00	8.60	0.00
13	0.00	8.50	0.00	14	0.00	8.40	0.00
15	0.00	8.30	0.00	16	0.00	8.20	0.00
17	0.00	8.10	0.00	18	0.00	8.00	0.00
19	0.00	7.90	0.00	20	0.00	7.80	0.00
21	0.00	7.70	0.00	22	0.00	7.60	0.00
23	0.00	7.50	0.00	24	0.00	7.40	0.00
25	0.00	7.30	0.00	26	0.00	7.20	0.00
27	0.00	7.10	0.00	28	0.00	7.00	0.00
29	0.00	6.90	0.00	30	0.00	6.80	0.00
31	0.00	6.70	0.00	32	0.00	6.60	0.00
33	0.00	6.50	0.00	34	0.00	6.40	0.00
35	0.00	6.30	0.00	36	0.00	6.20	0.00
37	0.00	6.10	0.00	38	0.00	6.00	0.00
39	0.00	5.90	0.00	40	0.00	5.80	0.00
41	0.00	5.70	0.00	42	0.00	5.60	0.00
43	0.00	5.50	0.00	44	0.00	5.40	0.00
45	0.00	5.30	0.00	46	0.00	5.20	0.00
47	0.00	5.10	0.00	48	0.00	5.00	0.00
49	0.00	4.90	0.00	50	0.00	4.80	0.00
51	0.00	4.70	0.00	52	0.00	4.60	0.00
53	0.00	4.50	0.00	54	0.00	4.40	0.00
55	0.00	4.30	0.00	56	0.00	4.20	0.00
57	0.00	4.10	0.00	58	0.00	4.00	0.00
59	0.00	3.90	0.00	60	0.00	3.80	0.00
61	0.00	3.70	0.00	62	0.00	3.60	0.00
63	0.00	3.50	0.00	64	0.00	3.40	0.00
65	0.00	3.30	0.00	66	0.00	3.20	0.00
67	0.00	3.10	0.00	68	0.00	3.00	0.00
69	0.00	2.90	0.00	70	0.00	2.80	0.00
71	0.00	2.70	0.00	72	0.00	2.60	0.00
73	0.00	2.50	0.00	74	0.00	2.40	0.00
75	0.00	2.30	0.00	76	0.00	2.20	0.00
77	0.00	2.10	0.00	78	0.00	2.00	0.00
79	0.00	1.90	0.00	80	0.00	1.80	0.00
81	0.00	1.70	0.00				

Overall potential I_L : 0.00

$I_L = 0.00$ - No liquefaction
 I_L between 0.00 and 5.00 - Liquefaction not probable
 I_L between 5.00 and 15.00 - Liquefaction probable
 $I_L > 15.00$ - Liquefaction certain

Cpt 8 con fattore di sicurezza alla liquefazione F_{SL} per considerare gli strati Non liquefacibili pari a 1,2

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

Project title : Interventi PP Area comparto A1 Via Meloni Q. Carpi

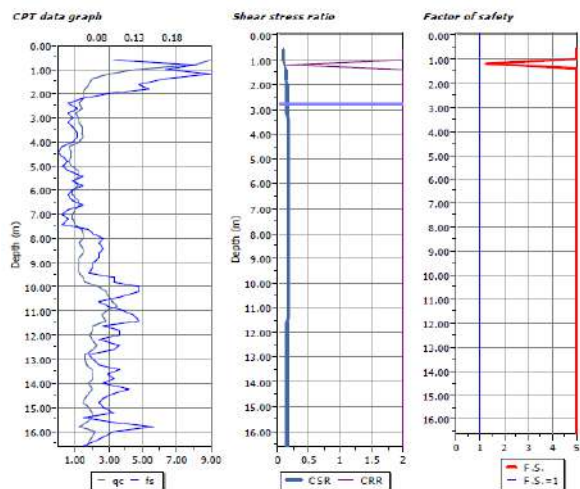
Project subtitle : Liquefacibilità Cpt08

Input parameters and analysis data

In-situ data type: Cone Penetration Test
 Analysis type: Deterministic
 Analysis method: Boulanger & Idriss (2004)
 Fines correction method: Boulanger & Idriss
 Depth to water table: 2.80 m
 Earthquake magnitude M_w : 6.00
 Peak ground acceleration: 0.23 g
 User defined F.S.: 1.20

This software is licensed to : Riccardo Triches

Overall liquefaction potential according to Iwasaki ::



Point ID	F	w_z	I_L	Point ID	F	w_z	I_L
1	0.00	9.70	0.00	2	0.00	9.60	0.00
3	0.00	9.50	0.00	4	0.00	9.40	0.00
5	0.00	9.30	0.00	6	0.00	9.20	0.00
7	0.00	9.10	0.00	8	0.00	9.00	0.00
9	0.00	8.90	0.00	10	0.00	8.80	0.00
11	0.00	8.70	0.00	12	0.00	8.60	0.00
13	0.00	8.50	0.00	14	0.00	8.40	0.00
15	0.00	8.30	0.00	16	0.00	8.20	0.00
17	0.00	8.10	0.00	18	0.00	8.00	0.00
19	0.00	7.90	0.00	20	0.00	7.80	0.00
21	0.00	7.70	0.00	22	0.00	7.60	0.00
23	0.00	7.50	0.00	24	0.00	7.40	0.00
25	0.00	7.30	0.00	26	0.00	7.20	0.00
27	0.00	7.10	0.00	28	0.00	7.00	0.00
29	0.00	6.90	0.00	30	0.00	6.80	0.00
31	0.00	6.70	0.00	32	0.00	6.60	0.00
33	0.00	6.50	0.00	34	0.00	6.40	0.00
35	0.00	6.30	0.00	36	0.00	6.20	0.00
37	0.00	6.10	0.00	38	0.00	6.00	0.00
39	0.00	5.90	0.00	40	0.00	5.80	0.00
41	0.00	5.70	0.00	42	0.00	5.60	0.00
43	0.00	5.50	0.00	44	0.00	5.40	0.00
45	0.00	5.30	0.00	46	0.00	5.20	0.00
47	0.00	5.10	0.00	48	0.00	5.00	0.00
49	0.00	4.90	0.00	50	0.00	4.80	0.00
51	0.00	4.70	0.00	52	0.00	4.60	0.00
53	0.00	4.50	0.00	54	0.00	4.40	0.00
55	0.00	4.30	0.00	56	0.00	4.20	0.00
57	0.00	4.10	0.00	58	0.00	4.00	0.00
59	0.00	3.90	0.00	60	0.00	3.80	0.00
61	0.00	3.70	0.00	62	0.00	3.60	0.00
63	0.00	3.50	0.00	64	0.00	3.40	0.00
65	0.00	3.30	0.00	66	0.00	3.20	0.00
67	0.00	3.10	0.00	68	0.00	3.00	0.00
69	0.00	2.90	0.00	70	0.00	2.80	0.00
71	0.00	2.70	0.00	72	0.00	2.60	0.00
73	0.00	2.50	0.00	74	0.00	2.40	0.00
75	0.00	2.30	0.00	76	0.00	2.20	0.00
77	0.00	2.10	0.00	78	0.00	2.00	0.00
79	0.00	1.90	0.00	80	0.00	1.80	0.00
81	0.00	1.70	0.00				

Overall potential I_L : 0.00

$I_L = 0.00$ - No liquefaction
 I_L between 0.00 and 5.00 - Liquefaction not probable
 I_L between 5.00 and 15.00 - Liquefaction probable
 $I_L > 15.00$ - Liquefaction certain

Cpt 9 con fattore di sicurezza alla liquefazione F_{SL} per considerare gli strati Non liquefacibili pari a 1,0

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

Project title : Interventi PP Area comparto A1 Via Meloni Q. Carpi

Project subtitle : Liquefacibilità Cpt09

Input parameters and analysis data

In-situ data type: Cone Penetration Test
 Analysis type: Deterministic
 Analysis method: Boulanger & Idriss (2004)
 Fines correction method: Boulanger & Idriss

Depth to water table: 1.90 m
 Earthquake magnitude M_w : 6.00
 Peak ground acceleration: 0.23 g
 User defined F.S.: 1.00

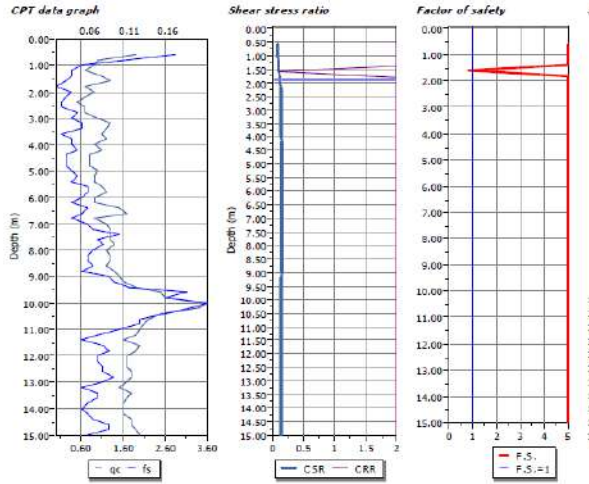
This software is licensed to : Riccardo Triches

Overall liquefaction potential according to Iwasaki ::

Point ID	F	w_p	I_L	Point ID	F	w_p	I_L
1	0.00	9.70	0.00	2	0.00	9.60	0.00
3	0.00	9.50	0.00	4	0.00	9.40	0.00
5	0.00	9.30	0.00	6	0.17	9.20	0.31
7	0.00	9.10	0.00	8	0.00	9.00	0.00
9	0.00	8.90	0.00	10	0.00	8.80	0.00
11	0.00	8.70	0.00	12	0.00	8.60	0.00
13	0.00	8.50	0.00	14	0.00	8.40	0.00
15	0.00	8.30	0.00	16	0.00	8.20	0.00
17	0.00	8.10	0.00	18	0.00	8.00	0.00
19	0.00	7.90	0.00	20	0.00	7.80	0.00
21	0.00	7.70	0.00	22	0.00	7.60	0.00
23	0.00	7.50	0.00	24	0.00	7.40	0.00
25	0.00	7.30	0.00	26	0.00	7.20	0.00
27	0.00	7.10	0.00	28	0.00	7.00	0.00
29	0.00	6.90	0.00	30	0.00	6.80	0.00
31	0.00	6.70	0.00	32	0.00	6.60	0.00
33	0.00	6.50	0.00	34	0.00	6.40	0.00
35	0.00	6.30	0.00	36	0.00	6.20	0.00
37	0.00	6.10	0.00	38	0.00	6.00	0.00
39	0.00	5.90	0.00	40	0.00	5.80	0.00
41	0.00	5.70	0.00	42	0.00	5.60	0.00
43	0.00	5.50	0.00	44	0.00	5.40	0.00
45	0.00	5.30	0.00	46	0.00	5.20	0.00
47	0.00	5.10	0.00	48	0.00	5.00	0.00
49	0.00	4.90	0.00	50	0.00	4.80	0.00
51	0.00	4.70	0.00	52	0.00	4.60	0.00
53	0.00	4.50	0.00	54	0.00	4.40	0.00
55	0.00	4.30	0.00	56	0.00	4.20	0.00
57	0.00	4.10	0.00	58	0.00	4.00	0.00
59	0.00	3.90	0.00	60	0.00	3.80	0.00
61	0.00	3.70	0.00	62	0.00	3.60	0.00
63	0.00	3.50	0.00	64	0.00	3.40	0.00
65	0.00	3.30	0.00	66	0.00	3.20	0.00
67	0.00	3.10	0.00	68	0.00	3.00	0.00
69	0.00	2.90	0.00	70	0.00	2.80	0.00
71	0.00	2.70	0.00	72	0.00	2.60	0.00
73	0.00	2.50	0.00				

Overall potential I_L : 0.31

$I_L = 0.00$ - No liquefaction
 I_L between 0.00 and 5.00 - Liquefaction not probable
 I_L between 5.00 and 15.00 - Liquefaction probable
 $I_L > 15.00$ - Liquefaction certain



Cpt 9 con fattore di sicurezza alla liquefazione F_{SL} per considerare gli strati Non liquefacibili pari a 1,2

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

Project title : Interventi PP Area comparto A1 Via Meloni Q. Carpi

Project subtitle : Liquefacibilità Cpt09

Input parameters and analysis data

In-situ data type: Cone Penetration Test
 Analysis type: Deterministic
 Analysis method: Boulanger & Idriss (2004)
 Fines correction method: Boulanger & Idriss

Depth to water table: 1.90 m
 Earthquake magnitude M_w : 6.00
 Peak ground acceleration: 0.23 g
 User defined F.S.: 1.20

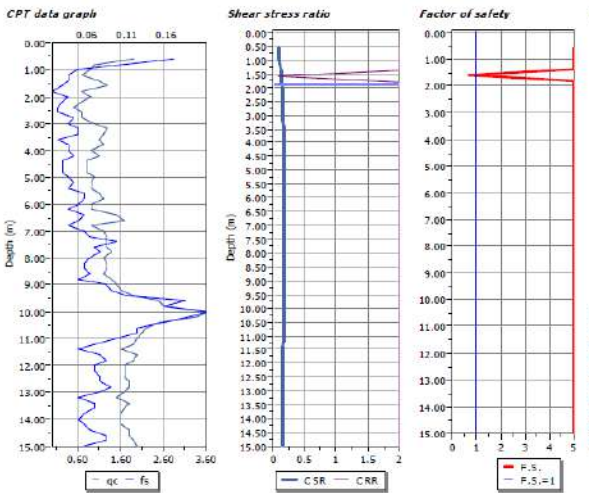
This software is licensed to : Riccardo Triches

Overall liquefaction potential according to Iwasaki ::

Point ID	F	w_p	I_L	Point ID	F	w_p	I_L
1	0.00	9.70	0.00	2	0.00	9.60	0.00
3	0.00	9.50	0.00	4	0.00	9.40	0.00
5	0.00	9.30	0.00	6	0.31	9.20	0.57
7	0.00	9.10	0.00	8	0.00	9.00	0.00
9	0.00	8.90	0.00	10	0.00	8.80	0.00
11	0.00	8.70	0.00	12	0.00	8.60	0.00
13	0.00	8.50	0.00	14	0.00	8.40	0.00
15	0.00	8.30	0.00	16	0.00	8.20	0.00
17	0.00	8.10	0.00	18	0.00	8.00	0.00
19	0.00	7.90	0.00	20	0.00	7.80	0.00
21	0.00	7.70	0.00	22	0.00	7.60	0.00
23	0.00	7.50	0.00	24	0.00	7.40	0.00
25	0.00	7.30	0.00	26	0.00	7.20	0.00
27	0.00	7.10	0.00	28	0.00	7.00	0.00
29	0.00	6.90	0.00	30	0.00	6.80	0.00
31	0.00	6.70	0.00	32	0.00	6.60	0.00
33	0.00	6.50	0.00	34	0.00	6.40	0.00
35	0.00	6.30	0.00	36	0.00	6.20	0.00
37	0.00	6.10	0.00	38	0.00	6.00	0.00
39	0.00	5.90	0.00	40	0.00	5.80	0.00
41	0.00	5.70	0.00	42	0.00	5.60	0.00
43	0.00	5.50	0.00	44	0.00	5.40	0.00
45	0.00	5.30	0.00	46	0.00	5.20	0.00
47	0.00	5.10	0.00	48	0.00	5.00	0.00
49	0.00	4.90	0.00	50	0.00	4.80	0.00
51	0.00	4.70	0.00	52	0.00	4.60	0.00
53	0.00	4.50	0.00	54	0.00	4.40	0.00
55	0.00	4.30	0.00	56	0.00	4.20	0.00
57	0.00	4.10	0.00	58	0.00	4.00	0.00
59	0.00	3.90	0.00	60	0.00	3.80	0.00
61	0.00	3.70	0.00	62	0.00	3.60	0.00
63	0.00	3.50	0.00	64	0.00	3.40	0.00
65	0.00	3.30	0.00	66	0.00	3.20	0.00
67	0.00	3.10	0.00	68	0.00	3.00	0.00
69	0.00	2.90	0.00	70	0.00	2.80	0.00
71	0.00	2.70	0.00	72	0.00	2.60	0.00
73	0.00	2.50	0.00				

Overall potential I_L : 0.57

$I_L = 0.00$ - No liquefaction
 I_L between 0.00 and 5.00 - Liquefaction not probable
 I_L between 5.00 and 15.00 - Liquefaction probable
 $I_L > 15.00$ - Liquefaction certain



Cpt 10 con fattore di sicurezza alla liquefazione F_{SL} per considerare gli strati Non liquefacibili pari a 1,0

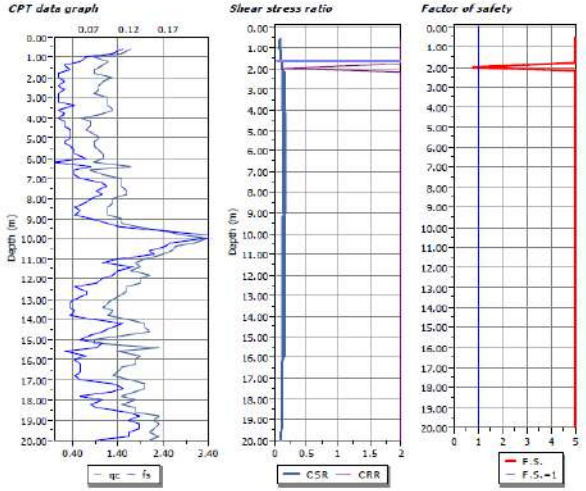
LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

Project title : Interventi PP Area comparto A1 Via Meloni Q. Carpi

Project subtitle : Liquefacibilità Cpt 10

Input parameters and analysis data

In-situ data type: Cone Penetration Test
 Analysis type: Deterministic
 Analysis method: Boulanger & Idriss (2004)
 Fines correction method: Boulanger & Idriss
 Depth to water table: 1.60 m
 Earthquake magnitude M_w : 6.00
 Peak ground acceleration: 0.23 g
 User defined F.S.: 1.00



This software is licensed to : Riccardo Triches

Overall liquefaction potential according to Iwasaki :

POINT ID	F	w_p	I_L	POINT ID	F	w_p	I_L
1	0.00	9.70	0.00	2	0.00	9.60	0.00
3	0.00	9.50	0.00	4	0.00	9.40	0.00
5	0.00	9.30	0.00	6	0.00	9.20	0.00
7	0.00	9.10	0.00	8	0.23	9.00	0.42
9	0.00	8.90	0.00	10	0.00	8.80	0.00
11	0.00	8.70	0.00	12	0.00	8.60	0.00
13	0.00	8.50	0.00	14	0.00	8.40	0.00
15	0.00	8.30	0.00	16	0.00	8.20	0.00
17	0.00	8.10	0.00	18	0.00	8.00	0.00
19	0.00	7.90	0.00	20	0.00	7.80	0.00
21	0.00	7.70	0.00	22	0.00	7.60	0.00
23	0.00	7.50	0.00	24	0.00	7.40	0.00
25	0.00	7.30	0.00	26	0.00	7.20	0.00
27	0.00	7.10	0.00	28	0.00	7.00	0.00
29	0.00	6.90	0.00	30	0.00	6.80	0.00
31	0.00	6.70	0.00	32	0.00	6.60	0.00
33	0.00	6.50	0.00	34	0.00	6.40	0.00
35	0.00	6.30	0.00	36	0.00	6.20	0.00
37	0.00	6.10	0.00	38	0.00	6.00	0.00
39	0.00	5.90	0.00	40	0.00	5.80	0.00
41	0.00	5.70	0.00	42	0.00	5.60	0.00
43	0.00	5.50	0.00	44	0.00	5.40	0.00
45	0.00	5.30	0.00	46	0.00	5.20	0.00
47	0.00	5.10	0.00	48	0.00	5.00	0.00
49	0.00	4.90	0.00	50	0.00	4.80	0.00
51	0.00	4.70	0.00	52	0.00	4.60	0.00
53	0.00	4.50	0.00	54	0.00	4.40	0.00
55	0.00	4.30	0.00	56	0.00	4.20	0.00
57	0.00	4.10	0.00	58	0.00	4.00	0.00
59	0.00	3.90	0.00	60	0.00	3.80	0.00
61	0.00	3.70	0.00	62	0.00	3.60	0.00
63	0.00	3.50	0.00	64	0.00	3.40	0.00
65	0.00	3.30	0.00	66	0.00	3.20	0.00
67	0.00	3.10	0.00	68	0.00	3.00	0.00
69	0.00	2.90	0.00	70	0.00	2.80	0.00
71	0.00	2.70	0.00	72	0.00	2.60	0.00
73	0.00	2.50	0.00	74	0.00	2.40	0.00
75	0.00	2.30	0.00	76	0.00	2.20	0.00
77	0.00	2.10	0.00	78	0.00	2.00	0.00
79	0.00	1.90	0.00	80	0.00	1.80	0.00
81	0.00	1.70	0.00	82	0.00	1.60	0.00
83	0.00	1.50	0.00	84	0.00	1.40	0.00
85	0.00	1.30	0.00	86	0.00	1.20	0.00
87	0.00	1.10	0.00	88	0.00	1.00	0.00
89	0.00	0.90	0.00	90	0.00	0.80	0.00
91	0.00	0.70	0.00	92	0.00	0.60	0.00
93	0.00	0.50	0.00	94	0.00	0.40	0.00
95	0.00	0.30	0.00	96	0.00	0.20	0.00
97	0.00	0.10	0.00	98	0.00	0.00	0.00

Overall potential I_L : 0.42

$I_L = 0.00$ - No liquefaction
 I_L between 0.00 and 5.00 - Liquefaction not probable
 I_L between 5.00 and 15.00 - Liquefaction probable
 $I_L > 15.00$ - Liquefaction certain

Cpt 10 con fattore di sicurezza alla liquefazione F_{SL} per considerare gli strati Non liquefacibili pari a 1,2

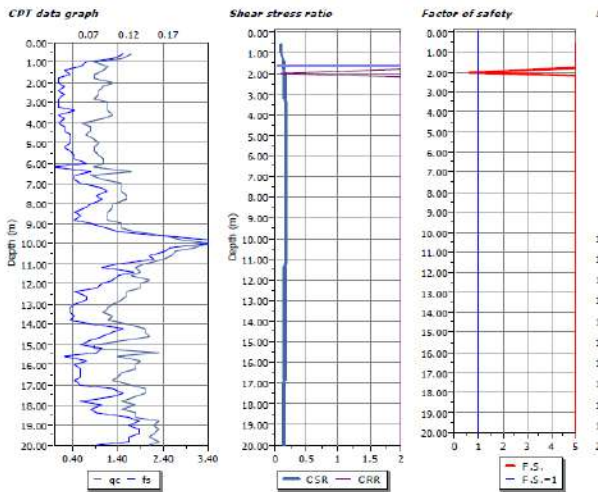
LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

Project title : Interventi PP Area comparto A1 Via Meloni Q. Carpi

Project subtitle : Liquefacibilità Cpt 10

Input parameters and analysis data

In-situ data type: Cone Penetration Test
 Analysis type: Deterministic
 Analysis method: Boulanger & Idriss (2004)
 Fines correction method: Boulanger & Idriss
 Depth to water table: 1.60 m
 Earthquake magnitude M_w : 6.00
 Peak ground acceleration: 0.23 g
 User defined F.S.: 1.20



This software is licensed to : Riccardo Triches

Overall liquefaction potential according to Iwasaki :

POINT ID	F	w_p	I_L	POINT ID	F	w_p	I_L
1	0.00	9.70	0.00	2	0.00	9.60	0.00
3	0.00	9.50	0.00	4	0.00	9.40	0.00
5	0.00	9.30	0.00	6	0.00	9.20	0.00
7	0.00	9.10	0.00	8	0.36	9.00	0.65
9	0.00	8.90	0.00	10	0.00	8.80	0.00
11	0.00	8.70	0.00	12	0.00	8.60	0.00
13	0.00	8.50	0.00	14	0.00	8.40	0.00
15	0.00	8.30	0.00	16	0.00	8.20	0.00
17	0.00	8.10	0.00	18	0.00	8.00	0.00
19	0.00	7.90	0.00	20	0.00	7.80	0.00
21	0.00	7.70	0.00	22	0.00	7.60	0.00
23	0.00	7.50	0.00	24	0.00	7.40	0.00
25	0.00	7.30	0.00	26	0.00	7.20	0.00
27	0.00	7.10	0.00	28	0.00	7.00	0.00
29	0.00	6.90	0.00	30	0.00	6.80	0.00
31	0.00	6.70	0.00	32	0.00	6.60	0.00
33	0.00	6.50	0.00	34	0.00	6.40	0.00
35	0.00	6.30	0.00	36	0.00	6.20	0.00
37	0.00	6.10	0.00	38	0.00	6.00	0.00
39	0.00	5.90	0.00	40	0.00	5.80	0.00
41	0.00	5.70	0.00	42	0.00	5.60	0.00
43	0.00	5.50	0.00	44	0.00	5.40	0.00
45	0.00	5.30	0.00	46	0.00	5.20	0.00
47	0.00	5.10	0.00	48	0.00	5.00	0.00
49	0.00	4.90	0.00	50	0.00	4.80	0.00
51	0.00	4.70	0.00	52	0.00	4.60	0.00
53	0.00	4.50	0.00	54	0.00	4.40	0.00
55	0.00	4.30	0.00	56	0.00	4.20	0.00
57	0.00	4.10	0.00	58	0.00	4.00	0.00
59	0.00	3.90	0.00	60	0.00	3.80	0.00
61	0.00	3.70	0.00	62	0.00	3.60	0.00
63	0.00	3.50	0.00	64	0.00	3.40	0.00
65	0.00	3.30	0.00	66	0.00	3.20	0.00
67	0.00	3.10	0.00	68	0.00	3.00	0.00
69	0.00	2.90	0.00	70	0.00	2.80	0.00
71	0.00	2.70	0.00	72	0.00	2.60	0.00
73	0.00	2.50	0.00	74	0.00	2.40	0.00
75	0.00	2.30	0.00	76	0.00	2.20	0.00
77	0.00	2.10	0.00	78	0.00	2.00	0.00
79	0.00	1.90	0.00	80	0.00	1.80	0.00
81	0.00	1.70	0.00	82	0.00	1.60	0.00
83	0.00	1.50	0.00	84	0.00	1.40	0.00
85	0.00	1.30	0.00	86	0.00	1.20	0.00
87	0.00	1.10	0.00	88	0.00	1.00	0.00
89	0.00	0.90	0.00	90	0.00	0.80	0.00
91	0.00	0.70	0.00	92	0.00	0.60	0.00
93	0.00	0.50	0.00	94	0.00	0.40	0.00
95	0.00	0.30	0.00	96	0.00	0.20	0.00
97	0.00	0.10	0.00	98	0.00	0.00	0.00

Overall potential I_L : 0.65

$I_L = 0.00$ - No liquefaction
 I_L between 0.00 and 5.00 - Liquefaction not probable
 I_L between 5.00 and 15.00 - Liquefaction probable
 $I_L > 15.00$ - Liquefaction certain

Cpt 11 con fattore di sicurezza alla liquefazione F_{SL} per considerare gli strati Non liquefacibili pari a 1,0

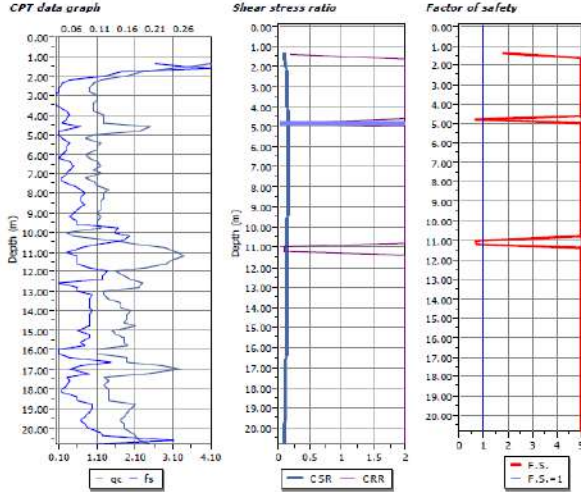
LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

Project title : Interventi PP Area comparto A1 Via Meloni Q. Carpi

Project subtitle : Liquefacibilità Cpt 11

Input parameters and analysis data

In-situ data type: Cone Penetration Test Depth to water table: 4.80 m
 Analysis type: Deterministic Earthquake magnitude M_w : 6.00
 Analysis method: Boulanger & Idriss (2004) Peak ground acceleration: 0.23 g
 Fines correction method: Boulanger & Idriss User defined F.S.: 1.00



This software is licensed to : Riccardo Triches

Overall liquefaction potential according to Iwasaki ::

Point ID	F	w_p	I_L	Point ID	F	w_p	I_L
1	0.00	9.30	0.00	2	0.00	9.20	0.00
3	0.00	9.10	0.00	4	0.00	9.00	0.00
5	0.00	8.90	0.00	6	0.00	8.80	0.00
7	0.00	8.70	0.00	8	0.00	8.60	0.00
9	0.00	8.50	0.00	10	0.00	8.40	0.00
11	0.00	8.30	0.00	12	0.00	8.20	0.00
13	0.00	8.10	0.00	14	0.00	8.00	0.00
15	0.00	7.90	0.00	16	0.00	7.80	0.00
17	0.00	7.70	0.00	18	0.34	7.60	0.52
19	0.00	7.50	0.00	20	0.00	7.40	0.00
21	0.00	7.30	0.00	22	0.00	7.20	0.00
23	0.00	7.10	0.00	24	0.00	7.00	0.00
25	0.00	6.90	0.00	26	0.00	6.80	0.00
27	0.00	6.70	0.00	28	0.00	6.60	0.00
29	0.00	6.50	0.00	30	0.00	6.40	0.00
31	0.00	6.30	0.00	32	0.00	6.20	0.00
33	0.00	6.10	0.00	34	0.00	6.00	0.00
35	0.00	5.90	0.00	36	0.00	5.80	0.00
37	0.00	5.70	0.00	38	0.00	5.60	0.00
39	0.00	5.50	0.00	40	0.00	5.40	0.00
41	0.00	5.30	0.00	42	0.00	5.20	0.00
43	0.00	5.10	0.00	44	0.00	5.00	0.00
45	0.00	4.90	0.00	46	0.00	4.80	0.00
47	0.00	4.70	0.00	48	0.00	4.60	0.00
49	0.31	4.50	0.28	50	0.28	4.40	0.25
51	0.00	4.30	0.00	52	0.00	4.20	0.00
53	0.00	4.10	0.00	54	0.00	4.00	0.00
55	0.00	3.90	0.00	56	0.00	3.80	0.00
57	0.00	3.70	0.00	58	0.00	3.60	0.00
59	0.00	3.50	0.00	60	0.00	3.40	0.00
61	0.00	3.30	0.00	62	0.00	3.20	0.00
63	0.00	3.10	0.00	64	0.00	3.00	0.00
65	0.00	2.90	0.00	66	0.00	2.80	0.00
67	0.00	2.70	0.00	68	0.00	2.60	0.00
69	0.00	2.50	0.00	70	0.00	2.40	0.00
71	0.00	2.30	0.00	72	0.00	2.20	0.00
73	0.00	2.10	0.00	74	0.00	2.00	0.00
75	0.00	1.90	0.00	76	0.00	1.80	0.00
77	0.00	1.70	0.00	78	0.00	1.60	0.00
79	0.00	1.50	0.00	80	0.00	1.40	0.00
81	0.00	1.30	0.00	82	0.00	1.20	0.00
83	0.00	1.10	0.00	84	0.00	1.00	0.00
85	0.00	0.90	0.00	86	0.00	0.80	0.00
87	0.00	0.70	0.00	88	0.00	0.60	0.00
89	0.00	0.50	0.00	90	0.00	0.40	0.00
91	0.00	0.30	0.00	92	0.00	0.20	0.00
93	0.00	0.10	0.00	94	0.00	0.00	0.00

Overall potential I_L : 1.04

$I_L = 0.00$ - No liquefaction
 I_L between 0.00 and 5.00 - Liquefaction not probable
 I_L between 5.00 and 15.00 - Liquefaction probable
 $I_L > 15.00$ - Liquefaction certain

Cpt 11 con fattore di sicurezza alla liquefazione F_{SL} per considerare gli strati Non liquefacibili pari a 1,2

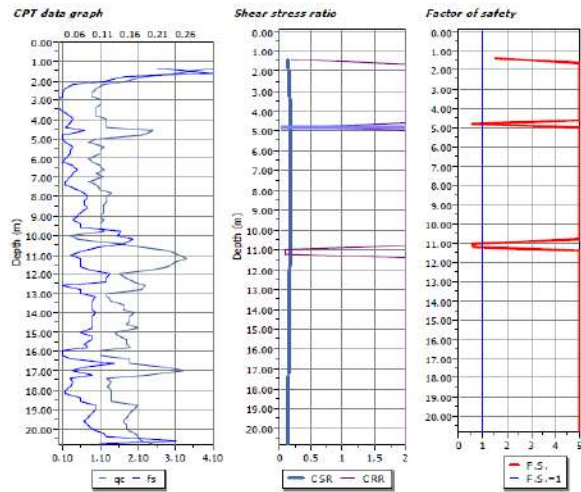
LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

Project title : Interventi PP Area comparto A1 Via Meloni Q. Carpi

Project subtitle : Liquefacibilità Cpt 11

Input parameters and analysis data

In-situ data type: Cone Penetration Test Depth to water table: 4.80 m
 Analysis type: Deterministic Earthquake magnitude M_w : 6.00
 Analysis method: Boulanger & Idriss (2004) Peak ground acceleration: 0.23 g
 Fines correction method: Boulanger & Idriss User defined F.S.: 1.20



This software is licensed to : Riccardo Triches

Overall liquefaction potential according to Iwasaki ::

Point ID	F	w_p	I_L	Point ID	F	w_p	I_L
1	0.00	9.30	0.00	2	0.00	9.20	0.00
3	0.00	9.10	0.00	4	0.00	9.00	0.00
5	0.00	8.90	0.00	6	0.00	8.80	0.00
7	0.00	8.70	0.00	8	0.00	8.60	0.00
9	0.00	8.50	0.00	10	0.00	8.40	0.00
11	0.00	8.30	0.00	12	0.00	8.20	0.00
13	0.00	8.10	0.00	14	0.00	8.00	0.00
15	0.00	7.90	0.00	16	0.00	7.80	0.00
17	0.00	7.70	0.00	18	0.45	7.60	0.68
19	0.00	7.50	0.00	20	0.00	7.40	0.00
21	0.00	7.30	0.00	22	0.00	7.20	0.00
23	0.00	7.10	0.00	24	0.00	7.00	0.00
25	0.00	6.90	0.00	26	0.00	6.80	0.00
27	0.00	6.70	0.00	28	0.00	6.60	0.00
29	0.00	6.50	0.00	30	0.00	6.40	0.00
31	0.00	6.30	0.00	32	0.00	6.20	0.00
33	0.00	6.10	0.00	34	0.00	6.00	0.00
35	0.00	5.90	0.00	36	0.00	5.80	0.00
37	0.00	5.70	0.00	38	0.00	5.60	0.00
39	0.00	5.50	0.00	40	0.00	5.40	0.00
41	0.00	5.30	0.00	42	0.00	5.20	0.00
43	0.00	5.10	0.00	44	0.00	5.00	0.00
45	0.00	4.90	0.00	46	0.00	4.80	0.00
47	0.00	4.70	0.00	48	0.00	4.60	0.00
49	0.42	4.50	0.38	50	0.40	4.40	0.36
51	0.00	4.30	0.00	52	0.00	4.20	0.00
53	0.00	4.10	0.00	54	0.00	4.00	0.00
55	0.00	3.90	0.00	56	0.00	3.80	0.00
57	0.00	3.70	0.00	58	0.00	3.60	0.00
59	0.00	3.50	0.00	60	0.00	3.40	0.00
61	0.00	3.30	0.00	62	0.00	3.20	0.00
63	0.00	3.10	0.00	64	0.00	3.00	0.00
65	0.00	2.90	0.00	66	0.00	2.80	0.00
67	0.00	2.70	0.00	68	0.00	2.60	0.00
69	0.00	2.50	0.00	70	0.00	2.40	0.00
71	0.00	2.30	0.00	72	0.00	2.20	0.00
73	0.00	2.10	0.00	74	0.00	2.00	0.00
75	0.00	1.90	0.00	76	0.00	1.80	0.00
77	0.00	1.70	0.00	78	0.00	1.60	0.00
79	0.00	1.50	0.00	80	0.00	1.40	0.00
81	0.00	1.30	0.00	82	0.00	1.20	0.00
83	0.00	1.10	0.00	84	0.00	1.00	0.00
85	0.00	0.90	0.00	86	0.00	0.80	0.00
87	0.00	0.70	0.00	88	0.00	0.60	0.00
89	0.00	0.50	0.00	90	0.00	0.40	0.00
91	0.00	0.30	0.00	92	0.00	0.20	0.00
93	0.00	0.10	0.00	94	0.00	0.00	0.00

Overall potential I_L : 1.42

$I_L = 0.00$ - No liquefaction
 I_L between 0.00 and 5.00 - Liquefaction not probable
 I_L between 5.00 and 15.00 - Liquefaction probable
 $I_L > 15.00$ - Liquefaction certain

Cpt 13 con fattore di sicurezza alla liquefazione F_{SL} per considerare gli strati Non liquefacibili pari a 1,0

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

Project title : Interventi PP Area comparto A1 Via Meloni Q. Carpi

Project subtitle : Liquefacibilità Cpt 13

Input parameters and analysis data

In-situ data type: Cone Penetration Test
 Analysis type: Deterministic
 Analysis method: Boulanger & Idriss (2004)
 Fines correction method: Boulanger & Idriss
 Depth to water table: 2.50 m
 Earthquake magnitude M_w : 6.00
 Peak ground acceleration: 0.23 g
 User defined F.S.: 1.00

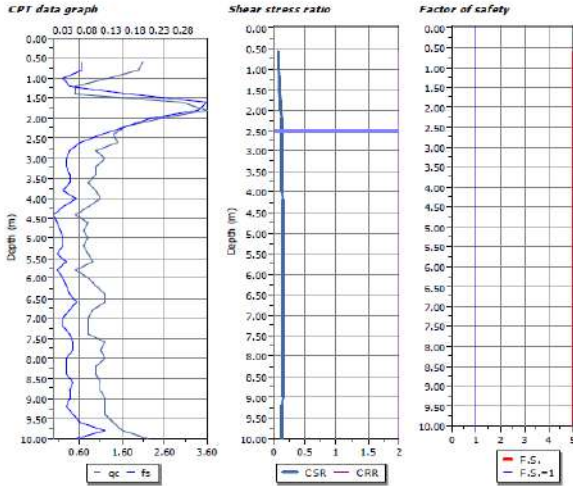
This software is licensed to : Riccardo Triches

Overall liquefaction potential according to Iwasaki ::

Point ID	F	w_L	I_L	Point ID	F	w_L	I_L
1	0.00	9.70	0.00	2	0.00	9.60	0.00
3	0.00	9.50	0.00	4	0.00	9.40	0.00
5	0.00	9.30	0.00	6	0.00	9.20	0.00
7	0.00	9.10	0.00	8	0.00	9.00	0.00
9	0.00	8.90	0.00	10	0.00	8.80	0.00
11	0.00	8.70	0.00	12	0.00	8.60	0.00
13	0.00	8.50	0.00	14	0.00	8.40	0.00
15	0.00	8.30	0.00	16	0.00	8.20	0.00
17	0.00	8.10	0.00	18	0.00	8.00	0.00
19	0.00	7.90	0.00	20	0.00	7.80	0.00
21	0.00	7.70	0.00	22	0.00	7.60	0.00
23	0.00	7.50	0.00	24	0.00	7.40	0.00
25	0.00	7.30	0.00	26	0.00	7.20	0.00
27	0.00	7.10	0.00	28	0.00	7.00	0.00
29	0.00	6.90	0.00	30	0.00	6.80	0.00
31	0.00	6.70	0.00	32	0.00	6.60	0.00
33	0.00	6.50	0.00	34	0.00	6.40	0.00
35	0.00	6.30	0.00	36	0.00	6.20	0.00
37	0.00	6.10	0.00	38	0.00	6.00	0.00
39	0.00	5.90	0.00	40	0.00	5.80	0.00
41	0.00	5.70	0.00	42	0.00	5.60	0.00
43	0.00	5.50	0.00	44	0.00	5.40	0.00
45	0.00	5.30	0.00	46	0.00	5.20	0.00
47	0.00	5.10	0.00	48	0.00	5.00	0.00

Overall potential I_L : 0.00

$I_L = 0.00$ - No liquefaction
 I_L between 0.00 and 5.00 - Liquefaction not probable
 I_L between 5.00 and 15.00 - Liquefaction probable
 $I_L > 15.00$ - Liquefaction certain



Cpt 13 con fattore di sicurezza alla liquefazione F_{SL} per considerare gli strati Non liquefacibili pari a 1,2

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

Project title : Interventi PP Area comparto A1 Via Meloni Q. Carpi

Project subtitle : Liquefacibilità Cpt 13

Input parameters and analysis data

In-situ data type: Cone Penetration Test
 Analysis type: Deterministic
 Analysis method: Boulanger & Idriss (2004)
 Fines correction method: Boulanger & Idriss
 Depth to water table: 2.50 m
 Earthquake magnitude M_w : 6.00
 Peak ground acceleration: 0.23 g
 User defined F.S.: 1.20

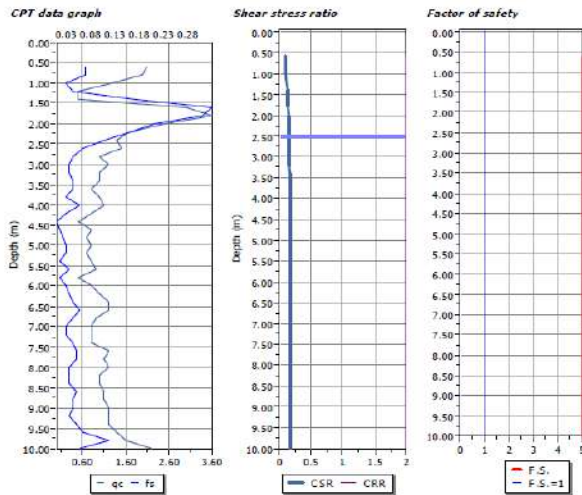
This software is licensed to : Riccardo Triches

Overall liquefaction potential according to Iwasaki ::

Point ID	F	w_L	I_L	Point ID	F	w_L	I_L
1	0.00	9.70	0.00	2	0.00	9.60	0.00
3	0.00	9.50	0.00	4	0.00	9.40	0.00
5	0.00	9.30	0.00	6	0.00	9.20	0.00
7	0.00	9.10	0.00	8	0.00	9.00	0.00
9	0.00	8.90	0.00	10	0.00	8.80	0.00
11	0.00	8.70	0.00	12	0.00	8.60	0.00
13	0.00	8.50	0.00	14	0.00	8.40	0.00
15	0.00	8.30	0.00	16	0.00	8.20	0.00
17	0.00	8.10	0.00	18	0.00	8.00	0.00
19	0.00	7.90	0.00	20	0.00	7.80	0.00
21	0.00	7.70	0.00	22	0.00	7.60	0.00
23	0.00	7.50	0.00	24	0.00	7.40	0.00
25	0.00	7.30	0.00	26	0.00	7.20	0.00
27	0.00	7.10	0.00	28	0.00	7.00	0.00
29	0.00	6.90	0.00	30	0.00	6.80	0.00
31	0.00	6.70	0.00	32	0.00	6.60	0.00
33	0.00	6.50	0.00	34	0.00	6.40	0.00
35	0.00	6.30	0.00	36	0.00	6.20	0.00
37	0.00	6.10	0.00	38	0.00	6.00	0.00
39	0.00	5.90	0.00	40	0.00	5.80	0.00
41	0.00	5.70	0.00	42	0.00	5.60	0.00
43	0.00	5.50	0.00	44	0.00	5.40	0.00
45	0.00	5.30	0.00	46	0.00	5.20	0.00
47	0.00	5.10	0.00	48	0.00	5.00	0.00

Overall potential I_L : 0.00

$I_L = 0.00$ - No liquefaction
 I_L between 0.00 and 5.00 - Liquefaction not probable
 I_L between 5.00 and 15.00 - Liquefaction probable
 $I_L > 15.00$ - Liquefaction certain



Da quanto sopra sono stati ottenuti i risultati sotto esposti, suddividendo ogni verticale cpt, in strati da 20 cm ciascuno e per ognuno eseguita verifica a liquefacibilità secondo quanto descritto in precedenza:

Tab.1 : Ipotesi assumendo come valore di soglia per considerare lo strato non liquefacibile $F_{SL}>1.0$

verticale n.	N totale verificati	strati	n. strati Con $F_{SL}<1$	Range valori con $F_{SL}<1$	Profondità singolo strato con $F_{SL}<1$ (m da pc)		Spessore max livello con $F_{SL}<1$ (m)	I_L della verticale analizzata	Profondità raggiunta prova Cpt	max dalla	Profondità critica per verifica liquefacibilità raggiunta?
					Prof m	spessore max					
Cpt1	55		1	0.71	11.2	0.2	0.2	0.25	12.2 m		Parziale
Cpt2	44		1	0.59	4.0	0.2	0.2	0.47	10.4 m		Parziale
Cpt3	98		2	0.58/0.62	1.8 4.2	0.2 0.2	0.2	0.94	20.0 m		SI
Cpt4	62		3	0.62/0.65	2.8 3.0 3.2	0.2 0.2 0.2	0.6 (fra 2,8/3,2 m)	1.23	13.8 m		SI
Cpt5	98		1	0.69	16.0	0.2	0.2	0.07	20.0 m		SI
Cpt6	73		0	0	--	--	0	0.00	15 m		SI
Cpt7	73		0	0	--	--	0	0.00	16.6 m		SI
Cpt8	81		0	0	--	--	0	0.00	16.6 m		SI
Cpt9	73		1	0.69	1.6	0.2	0.2	0.31	15.0 m		SI
Cpt10	98		1	0.64	2.0	0.2	0.2	0.42	20.0 m		SI
Cpt11	94		3	0.66 0.69 0.72	4.8 11 11.2	0.2 0.2 0.2	0.2 0.4 (fra 11/11.2 m)	1.04	20.8 m		SI
Cpt12	98		1	0.65	5.0	0.2	0.2	0.53	20.0 m		SI
Cpt13	48		0	0	--	--	0	0.00	10.0 m		Parziale

Dall'analisi della tabella 1 sopra esposta si evince che NON sono presenti nell'area in esame strati sabbiosi continui saturi che possano essere soggetti complessivamente su tutta l'area a fenomeni di liquefacibilità.

Unicamente in Cpt 4 e Cpt 11 ed a profondità differenziate (quindi si tratta di locali lenti non continue) sono presenti livelli a spessore contenuto (max 0.4/0.6 m) che presentano valori $F_{SL}<1$ e congiuntamente valore del indice I_L complessivo superiore a 1 ($I_L=1.04/1.23$). Tali livelli si esauriscono però rapidamente lateralmente, (infatti nelle verticali di prova adiacenti alle stesse profondità dalle verifiche non sono risultati analoghi valori di $F_{SL}<1$).

Si notano poi in diverse prove, piccoli livelletti (spessore 20 cm) ma profondità non coincidenti, con fattore di sicurezza alla liquefazione $F_{SL}<1$. Si tratta anche in questo caso di intercalazioni lenticolari a spessore molto ridotto, limo-sabbiose e/o sabbioso limose, inglobate in orizzonti a comportamento essenzialmente coesivo.

In questi livelletti il valore del rischio di suscettibilità alla liquefacibilità I_L risulta infatti sempre <1 . Fanno eccezione i 2 casi menzionati (Cpt 4 e 11) in cui comunque I_L è di poco >1 , quindi secondo le tabelle di Iwasaki/Sonmez è possibile considerare per l'area in esame una Classe di Rischio basso - molto basso molto prob. non si ha liquefazione (vedi tabella Iwasaki-Sonmez).

A maggior garanzia ed a confronto (alle stesse condizioni) le verifiche sono state ripetute imponendo il Fattore di sicurezza alla liquefazione al di sopra del quale lo strato è considerato Non liquefacibile, pari a $F_{SL}>1.2$

Tab. 2 : Ipotesi assumendo come valore di soglia per considerare lo strato non liquefacibile $F_{SL}>1.2$ (Del G. R. 630/19 all. A3)

verticale n.	N totale verificati	strati	n. strati Con $F_{SL}<1.2$	Range valori con $F_{SL}<1.2$	Profondità singolo strato con $F_{SL}<1.2$ (m da pc)		Spessore max livello con $F_{SL}<1.2$ (m)	I_L della verticale analizzata	Profondità raggiunta prova Cpt	max dalla	Profondità critica per verifica liquefacibilità raggiunta?
					Prof m	spessore max					
Cpt1	55		1	0.60	11.2	0.2	0.2	0.36	12.2 m		Parziale
Cpt2	44		1	0.59	4.0	0.2	0.2	0.66	10.4 m		Parziale
Cpt3	98		2	0.58/0.62	1.8 4.2	0.2 0.2	0.2	1.35	20.0 m		SI
Cpt4	62		3	0.62/0.65	2.8 3.0 3.2	0.2 0.2 0.4	0.6 (fra 2,8/3,2 m)	1.87	13.8 m		SI
Cpt5	98		1	0.69	16.0	0.2	0.2	0.13	20.0 m		SI
Cpt6	73		0	0	--	--	0	0.00	15 m		SI
Cpt7	73		0	0	--	--	0	0.00	16.6 m		SI
Cpt8	81		0	0	--	--	0	0.00	16.6 m		SI
Cpt9	73		1	0.69	1.6	0.2	0.2	0.57	15.0 m		SI
Cpt10	98		1	0.64	2.0	0.2	0.2	0.65	20.0 m		SI
Cpt11	94		3	0.55 0.58 0.60	4.8 11 11.2	0.2 0.2 0.2	0.2 0.4 (fra 11/11.2 m)	1.42	20.8 m		SI
Cpt12	98		2	0.54 0.89	5.0 16.8	0.2 0.2	0.2	0.73	20.0 m		SI
Cpt13	48		0	0	--	--	0	0.00	10.0 m		Parziale

Tab. 2: anche in questo caso (che è discretamente a favore di sicurezza, in quanto è stato aumentato il valore limite di soglia al di sopra del quale è ipotizzabile NON avvenga liquefazione, fissato a $F_{SL}>1.2$), il n° degli strati che presentano possibile suscettività alla liquefazione, rimangono sostanzialmente gli stessi della verifica precedente sia in numero sia in spessore.

Si osserva ovviamente un leggero incremento nei valori del Indice di Liquefazione I_L che nei casi di cpt 4 e 11 passano rispettivamente da 1,23 a 1,87 e da 1,04 a 1,42, rimanendo però sempre inferiori a 2.

Anche in questa simulazione in tutte le verticali Cpt eseguite, sono presenti strati con $F_{SL}<1.2$ ma a profondità differenziate (cioè anche in questa simulazione non si notano livelli spessi e continui alle medesime profondità) ed anche i singoli spessori sono rimasti invariati rispetto a quanto esposto in Tab1.

Lo spessore complessivo per profondità consecutive, di strati con $F_{SL}<1.2$, anche in questa simulazione è invariato nelle Cpt 4 e 11,

rimanendo rispettivamente di 0,6 e 0,4 m. Anche in questa simulazione, però nelle Cpt all'intorno, alle stesse profondità non sono stati rilevati analoghi valori di Fs, confermando la lenticolarità e scarsa continuità laterale di tali livelli.

Il valore del indice di liquefacibilità L_L , in questa simulazione si è leggermente incrementato (ovviamente imponendo $F_s=1,2$), in tutte le verticali analizzate, ma risultando >1 solo per 3 Cpt indicate (3, 4 e 11), ed i valori massimi sono sempre COMUNQUE <2 .

Quindi secondo le tabelle di Iwasaki/Sonmez con valori di $IL <2$ si può attribuire per entrambi gli autori citati una: Classe di Rischio alla liquefacibilità basso.

Si segnala che la verifica a liquefazione suddetta è stata eseguita, imponendo come dato di input per la magnitudo, un valore medio fra quello attribuito come max per la zona sismogenetica cui appartiene Carpi e quella registrata nella crisi sismica emiliana, ottenendo un valore medio di magnitudo $M=6,0$, sufficientemente a favore di sicurezza in relazione anche ai tempi di ritorno ed in sintonia con quanto emerso dall'analisi di disaggregazione sismica sopra esposta.

Si ricorda in ogni caso ed a maggior chiarezza che **comunque**, dalle analisi eseguite **non** si sono registrati indicazioni di un potenziale ed esteso fenomeno di liquefazione su tutta l'area, per presenza di strato sabbioso saturo e continuo presente in continuità ed alla stessa profondità, ma si rinvencono localmente strati lenticolari non continui lateralmente ed a spessore ridotto (in genere 0,2 m con max di 0,4/0,6 m ed a profondità diverse), costituiti da limi-sabbiosi o sabbioso limose inglobate in livelli a comportamento coesivo.

Questo aspetto, qualora si verificasse anche la liquefazione, non necessariamente produce sempre perdita di funzionalità o collasso delle strutture interagenti con il terreno.

Quindi nel caso che le valutazioni strutturali del progettista in accordo con committente, ritengano eventuali cedimenti post-sismici derivanti dalla possibilità di liquefazione delle lenti granulari dei livelli sopra evidenziati, non compatibili con le caratteristiche della struttura o delle fondazioni da realizzare, è possibile prevedere interventi (es. pali in ghiaia) di mitigazione del fenomeno di liquefazione nell'area investigata o altri sistemi che consentano la dissipazione delle pressioni interstiziali in caso di eventi sismici, od anche prevedere fondazioni profonde (o jet grouting) adeguatamente progettate, che valutino e tengano in conto la riduzione della capacità portante e gli incrementi delle sollecitazioni sui pali stessi, connessi al fenomeno della liquefazione.

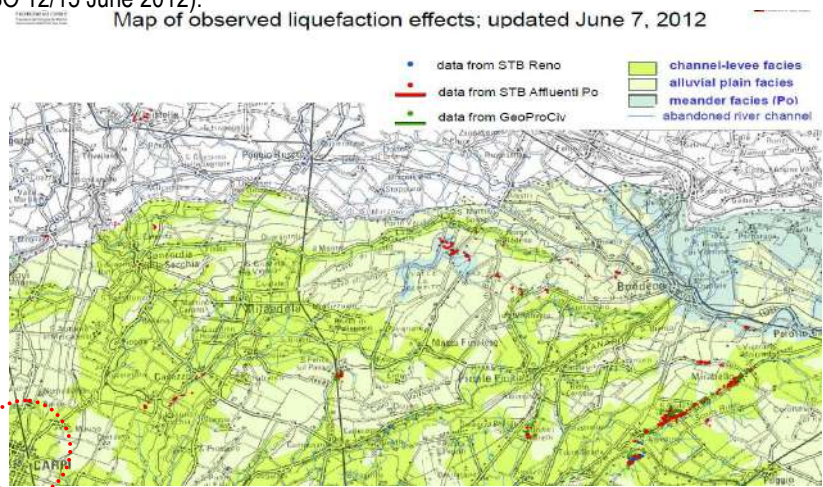
Infatti è SEMPRE consigliabile valutare la stima degli effetti indotti sull'opera in analisi, prima di prevedere o procedere con costosi interventi di miglioramento o consolidamento dei terreni.

Quando un fenomeno di liquefazione è avvenuto o previsto, possono **eventualmente** verificarsi riduzioni di capacità portante e cedimenti, a seconda di diversi parametri, tra cui:

caratteri peculiari

1. spessore ed estensione (continuità) dello strato liquefatto
2. spessore di materiale non soggetto a liquefazione che ricopre quello liquefatto,
3. pendenza del terreno,
4. eventuale prossimità dello strato liquefatto alla superficie libera

A scopo informativo, si segnala che durante l'ultima crisi sismica padana del 2012, nelle immediate vicinanze della località in analisi "Carpi" **non sono** stati segnalati fenomeni di liquefazione e/o fenomeni di fuoriuscita di sabbie dal sottosuolo, come illustrato dalla figura sotto allegata estratta da: Liquefaction effects observed in occasion of the 2012 May 20 earthquake in Emilian Plain (L. Martelli Serv. Geologico RER - 7th Congress Euregeo BO 12/15 June 2012).



Sito in analisi (al margine SW della carta)

Si ritiene inoltre, a maggior chiarezza, riportare quanto indicato da NTC18 al art. 7.11.3.4.3:

"L'adeguatezza del margine di sicurezza nei confronti della liquefazione deve essere valutata e motivata dal progettista".

Conclusioni e suggerimenti

In relazione alla valutazione delle caratteristiche geologiche e sismiche del sottosuolo in corrispondenza del Piano Particolareggiato Variante 2 comparto A1 "ex-Nuova Silan" in via Meloni di Quartirolo a Carpi, sono state eseguite indagini geognostiche (13 prove penetrometriche Cpt) ed indagini sismiche volte alla individuazione del tipo di variabilità verticale e laterale, del grado di compressibilità del sottosuolo in corrispondenza delle previste edificazioni.

In relazione al piano d'incastro delle opere fondali, si ricorda che queste ultime devono sempre essere congruenti alle indicazioni sotto riportate:

- *Sottostare alla max profondità del gelo del terreno (pari per le nostre zone circa a 30-40 cm)*
- *Essere più profonde di zone soggette a considerevoli variazioni di volume per fluttuazioni dell'umidità, in superficie.*
- *Sottostare l'eventuale strato sovra consolidato più superficiale e/o terreni di riporto antropico*

E' quindi importante che le fondazioni siano incastrate a profondità tale da non risentire delle variazioni stagionali del tenore d'umidità, perché il terreno più superficiale, a composizione essenzialmente argillosa, può essere soggetto a rigonfiamenti nella stagione autunnale invernale e disidratazione con fessurazioni in quella estiva.

Il progettista delle strutture in accordo con la committenza, potrà in fase esecutiva, verificare la congruità fra carico strutturale di progetto (Ed), cedimento Sd di progetto e quest'ultimo dovrà risultare congruente alla soglia massima tollerabile (Sc) stabilita dal progettista-committente, per soddisfare le caratteristiche prestazionali attribuite alla struttura in progetto.

La determinazione dei valori di Sd (cedimenti di progetto) e Sc (soglia massima tollerabile dei cedimenti caratteristici) negli stati Limite di Esercizio e quindi del relativo carico massimo tollerabile, sono legati alle azioni trasmesse in fondazione.

I terreni infatti subiscono (in base alle azioni trasmesse) deformazioni che provocano spostamenti del piano di posa; le componenti verticali di tali spostamenti (cedimenti) assumono valori valutabili in relazione alle dimensioni fondali e devono corrispondere ai valori massimi fissati (dal progetto) per le caratteristiche prestazionali, scelte per la struttura in elevazione.

Poiché si è in presenza di un intervento di Piano Particolareggiato, sarà fondamentale verificare in fase di progetto esecutivo, in base alla distribuzione dei diversi edifici previsti e quindi delle possibilità di avere carichi strutturali differenziati in ogni lotto, le entità delle verifiche geotecniche per ogni lotto andranno sviluppate in fase di progetto esecutivo, quando saranno note la tipologia e le dimensioni delle reali opere fondali che saranno previste od adottate.

Analogamente il valore della Resistenza del sottosuolo, in fase di progetto esecutivo e preliminarmente all'esecuzione del singolo edificio di ogni lotto, si dovranno "eventualmente" eseguire indagini geognostiche integrative, qualora il progettista strutturale ne sottolinei l'esigenza in relazione "all'importanza" strutturale del singolo fabbricato, ed alla tipologia fondale che sarà adottata-scelta, per consentire al progettista di effettuare idonee verifiche nel rispetto del NTC18.

In relazione alla possibilità di esecuzione od utilizzo di pozzi idrici freatici, **si sconsiglia** l'esecuzione di **nuovi pozzi** od utilizzare opere d'emungimento esistenti, nelle vicinanze degli edifici in progetto, dato che prelevando acqua dal primo sottosuolo (pozzi freatici), si potrebbero innescare fenomeni di consolidazione non controllata dei terreni al di sotto delle fondazioni, causando fenomeni di assestamento non prevedibili, con possibilità di innescare lesioni negli edifici fuori terra.

Si ricorda inoltre che le opere di emungimento di acqua dal sottosuolo devono essere sempre eseguite con la massima attenzione ed opportunamente disciplinate e progettate, in ottemperanza ai dettati del D.M. 11-3-88 comma I: Emungimenti da falde idriche.

In base alla nuova classificazione sismica il comune di Carpi, è classificato in zona 3, a medio - basso valore di sismicità, con accelerazione orizzontale di ancoraggio [ag/g] come calcolato in base alle norme NTC 18 x una classe d'uso C_U II (normale affollamento) ag/g= 0.155 per lo stato limite SLV, ed accelerazione max al suolo assumendo stato Limite SLV e cat di suolo C a_{max}= 0.23 g.

Per la definizione azione sismica, come da indagine geofisica eseguita, il valore ottenuto al piano di campagna corrisponde a V_{s30} = 197 m/s, ed ipotizzando un piano di posa fondale ad un minimo di -2 m da pc, si ottiene V_{s30} = 204 m/s, da cui è possibile e corretto adottare per entrambi i casi ipotizzati, la progettazione secondo gli spettri derivanti da cat. di suolo C.

In base a quanto previsto da DM 17-01-18 Norme Tecniche per le Costruzioni, si evince che i terreni del sottosuolo dell'area:

- **non sono soggetti globalmente a fenomeni di liquefazione;**
- **In relazione a fenomeni locali di amplificazione stratigrafica**, dalle analisi sopra esposte in dettaglio, considerando il relativo coefficiente d'amplificazione stratigrafico, l'accelerazione di picco max superficiale, può essere assunta pari a:

cat suolo C $a_{max} = 0.23 g$

In base a quanto previsto dal testo NTC 17-1-18 (Cfr. cap. 2.4.2 classi d'Uso), nel ipotesi di "realizzazione edifici" *il cui uso prevede NORMALI affollamenti*, si possono utilizzare i seguenti parametri:

Vita Nominale (V_N):	≥ 50 anni
Classe d'uso (C_U):	II coeff. 1
Periodo riferimento azione sismica (V_R):	$V_N * C_U = \geq 50$ anni
Verifiche allo Stato limite ultimo di resistenza del terreno	GEO
Approccio di calcolo 2 combinazione UNICA	coeff. parziali A1, M1 R3
Stato limite di esercizio previsto	SLV (salvaguardia della Vita)
Probabilità di superamento evento sismico (P_{VR})	10%
Limite periodo di ritorno (TR) per SLV	475 anni

In relazione a:

- sequenza litologica evidenziata dalle prove Cpt effettuate, con possibile presenza di orizzonti lenticolari torbosi e/o argilloso limosi a bassa consistenza,
- dalle verifiche di liquefacibilità delle verticali penetrometriche l'areale in esame Non è soggetto globalmente a rischio di liquefazione, si segnala però la presenza di livelli lenticolari limo-sabbiosi e sabbioso limosi, di esiguo spessore, che in particolare in alcuni settori del comparto (cfr. tab 1 e 2 sopra esposte Cpt 2,3,4,9,10,11,12) presentano nei primi 3-5 m di sottosuolo predisposizione alla liquefazione evidenziata dalle verifiche ($F_s < 1$), rilevabili a differenti profondità a seconda della prova esaminata, come dettagliato nel relativo capitolo sulla Liquefazione,

si consiglia di prevedere opere fondali posate al di sotto delle profondità con problemi di rischio liquefacibilità e strutture fondali adeguate o tecniche di consolidamento del sottosuolo (es. mediante jetting) che consentirebbe anche di consolidare i livelli lenticolari a bassa consistenza evidenziati nei profili litostratigrafici sopra esposti.

Considerazioni sulla esondabilità: in relazione alla consultazione della cartografia allegata al DGR 1300-2016 di recente applicazione ed in particolare:

Piano Gestione Rischio Alluvioni-Mappa pericolosità di alluvioni e degli elementi potenzialmente esposti (art. 6 Dirett. 2077/60/CE e art. 6 D. Lgs. 49/2010) Ambito Territoriale Reticolo Secondario di Pianura.

a favore di sicurezza può essere considerato, un approccio cautelativo per la riduzione della vulnerabilità a eventi alluvionali o anche solamente a deficit del sistema di scolo fognario durante eventi piovosi critici (sempre più frequenti negli ultimi anni) è considerare consigliabile adottare i seguenti accorgimenti costruttivi come indicato da Autor. di Bacino del F. Po e Univ. Degli Studi di Pavia - febbraio 2009):

1. Se possibile evitare locali interrati.
2. Eventuale sopraelevazione del piano di calpestio del piano terra in relazione alla possibilità di formazione di lama d'acqua come eventualmente indicato dal consorzio di bonifica competente.
3. Realizzare fondazioni in c.a. adeguate ed eventualmente se possibile opportunamente collegate fra loro.
4. Prevedere pavimentazioni esterne intorno all'edificio, in particolare a protezione degli spigoli, atte ad evitare fenomeni di erosione e/o scalfamento.
5. In relazione al deflusso/assorbimento delle eventuali acque di esondazione, non sono previsti dal progetto, interventi che ne possano comportare l'accumulo o l'aggravio delle attuali condizioni di rischio per le aree circostanti.
6. È da verificare in fase di progetto esecutivo, il principio di invarianza idraulica, in relazione alla possibilità ricettiva del sistema idrico.
7. a favore di massima protezione e sicurezza, è eventualmente consigliabile a riduzione della vulnerabilità dei beni e/o delle strutture esposte, realizzare gli impianti elettrici del piano basso (piano terra) con accorgimenti di protezione idrica, finalizzata al loro funzionamento anche in caso di eventuali ingressi idrici (peraltro poco probabili in relazione al punto 2)

accorgimenti ed attenzioni:

- (a) non prevedere per le nuove strutture, l'utilizzo di elementi strutturali/fondali misti (plinti associati a fondazioni continue) in particolare se non collegati.
- (b) non prevedere per eventuali nuovi corpi o porzioni edilizie, da realizzare in aderenza eventualmente a edifici esistenti, l'utilizzo di elementi strutturali/fondali di quelle esistenti, in modo che l'evoluzione della consolidazione nei terreni di fondazione, possa svilupparsi indipendentemente dal coinvolgimento delle strutture preesistenti.
- (c) In ogni caso per porzioni e/o edifici contigui dovrà essere prevista un'adeguata distanza dalle strutture adiacenti, in modo da garantire adeguati giunti sismici anti martellamento.
- (d) qualora siano presenti strati poco consistenti o riporti antropici in corrispondenza del piano di posa fondale, è necessario approfondire il piano di posa asportando il materiale antropico o cedevole, sino agli orizzonti naturali con buone caratteristiche meccaniche e sostituire il materiale asportato, con getto di conglomerato "magro" o buoni materiali di riempimento adeguatamente compattati.
- (e) Progettazione e costruzione di condotte fognarie dovranno essere realizzate come da DM LP 1985 (art. 1/2/3/4) e circ. MM LL

PP 27291/86, nel senso che si deve garantire sicurezza statica, resistenza alla corrosione, integrità e tenuta nel tempo, in particolare in relazione anche alla possibilità di livelli permeabili in prossimità della superficie, quindi valutare in corso d'opera la buona qualità dei prodotti (condotte, giunti pezzi speciali ecc.) in modo da evitare qualsiasi tipo di percolazione nel sottosuolo di fluidi potenzialmente inquinanti.

- (f) Qualora siano previsti locali interrati o parzialmente interrati che intercettino il livello di falda presente nel terreno, sono da prevedere adeguati sistemi di emungimento ed abbassamento del livello idrico di falda, compatibilmente con la presenza di edifici esistenti all'intorno, prevedendo quindi tecniche di contenimento del eventuale cono di depressione della falda, in modo da evitare l'abbattimento delle pressioni neutre al di sotto dei terreni di fondazione delle strutture preesistenti, fenomeno che potrebbe innescare o accelerare processi di consolidamento del sottosuolo e lesioni nelle strutture soprastanti.

Carpi li 25-08-22

Dr. Geol. **RICCARDO TRICHES**

Documentazione fotografica Indagini sismiche

Foto1: punto esecuzione indagine Masw



Foto2: punto esecuzione Rilievo Hvsr



Foto3: particolare esecuzione Cpt 11
eseguita al interno di piazzola per asporto riporto



Foto4: particolare materiale riporto presente nel primo sottosuolo



scheda Indagine sismica Masw

Strato	Profondità da	a	Spessore	Vel m/sec
Strato1	0,00	1,56	1,56	150
Strato2	1,56	6,50	4,94	160
Strato3	6,50	10,50	4,00	170
Strato4	10,50	13,20	2,70	200
Strato5	13,20	23,40	10,20	218
Strato6	23,40	30,00	6,60	245

<p>VS30 calcolata in base al art. 3.2.2. del NTC18</p> <p>Prof. posa fondazione in m da pc= 2</p> <p>VS 2 / 32 = 204 m/sec</p> <p>PROFONDITA' FONDAZIONE COMUNICATA DAL PROGETTISTA COMMITTENTE</p>	<p>$V_{S30} = \frac{h_i}{\sum_{i=1,N} V_{S_i}}$</p> <p>$V_{S30} = 30$</p> <p>VS30 = 197 m/sec</p> <p>velocità calcolata del p.c. naturale</p>
---	--

Caratteristiche Indagine	
Ubicazione indagine	
Sismografo	PASI SG24
Geofoni	Geospace
N° geofoni a 4,5Hz	24
Spaziatura geofoni	2,0 m
Lunghezza stendimento geofonico	46 m
Energizzazione	10 m
Lunghezza totale stendimento	56 m

PROSPERAZIONE SISMICA DI SUPERFICIE
METODOLOGIA MASW
COMMITTENTE:
Andria_AbitCoop
LOCALITA':
Via Meloni Q
Carpi (MO)
CANTIERE:

DATA: giugno 2022	TECNOGEOFISICA snc
FILE: Ex_SILAN	Via Cattania, 1/a - 41012 Carpi (MO)
Direttore Lavori:	info@tecnogeoitalia.com
Dr. Geol. Riccardo Trichè	www.tecnogeoitalia.com
Rif. 141_22	

