



COMUNE DI PARMA

OPERE INFRASTRUTTURALI FUNZIONALI
AL POTENZIAMENTO E ALL'ACCESSIBILITÀ DELLE FIERE
NODO STRADALE ALL'USCITA DEL CASELLO DELL'AUTOSTRADA A1 DI PARMA
CUP: I94E22000520004 CUI: L00162210348202300088 CIG: B45A5886AC

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA:
GEOL. MARCO GHIRARDI

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E SISMICA:
ING. CECILIA DAMONI

ARCHEOLOGIA:
DOTT.SSA BARBARA SASSI



AR/S ARCHEOSISTEMI Società Cooperativa

CONSULENZA TRASPORTISTICA:
ING. FABIO TORTA
ING. ESPEDITO SAPONARO
ING. CLAUDIO D'ANGELO



TRT Trasporti e Territorio srl

RESPONSABILE UNICO DEL PROGETTO:
ING. MICHELE GDALETA

ASSISTENTE DEL RESPONSABILE UNICO DEL PROGETTO
ING. LUIGI ELIA

PROGETTAZIONE:
ING. FILIPPO VIARO
ING. PAOLO CORCHIA

AMBIENTE E PAESAGGIO
ARCH. SERGIO BECCARELLI

ACUSTICA
ING. GIOVANNI BRIANTI
Tecnico competente in Acustica Ambientale ENTECA n. 6042



Policreo Società di progettazione srl

COORDINAMENTO IN MATERIA DI SICUREZZA E DI SALUTE
DURANTE LA FASE DI PROGETTAZIONE DELL'OPERA:
ING. PAOLO CORCHIA



Policreo Società di progettazione srl

Elaborato

STUDI SPECIALISTICI
GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA, GEOTECNICA E SISMICA
RELAZIONE GEOTECNICA E SISMICA

Tavola
PR51.25.A.PFTE.02.GET.RES.001.R00

Scala

DICEMBRE 2025
Data

Rev.	Data	Descrizione
00	OTTOBRE 2025	EMISSIONE
01	DICEMBRE 2025	REVISIONE

INDICE

1.	DESCRIZIONE DEL SITO, DELLE OPERE E DEGLI INTERVENTI	3
2.	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	4
3.	CARATTERIZZAZIONE SISMICA	5

1. DESCRIZIONE DEL SITO, DELLE OPERE E DEGLI INTERVENTI

Il sito oggetto dell'intervento si trova nel margine settentrionale del perimetro urbano cittadino, a ridosso dell'area di uscita dal casello "Parma" dell'Autostrada A1; è delimitato ad ovest dal parcheggio scambiatore nord e, ad est, dal prolungamento di via San Leonardo – SP 343R per Colorno (Fig. 1). L'intervento prevede opere infrastrutturali funzionali al potenziamento e all'accessibilità del nodo stradale all'uscita del casello dell'autostrada A1 di Parma.

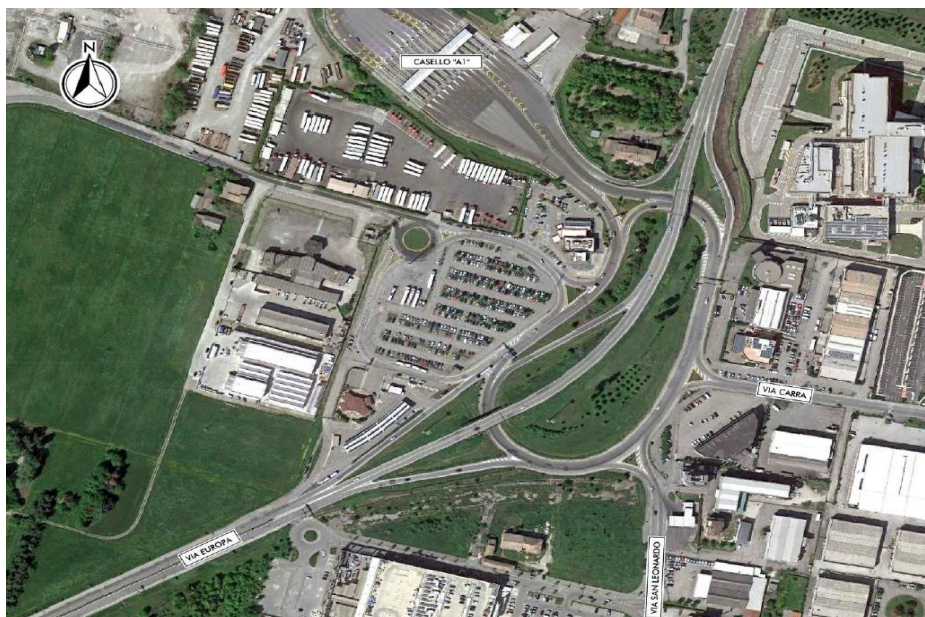


FIGURA 1 – STATO DI FATTO – INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'AMBITO OGGETTO D'INTERVENTO

2. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

In accordo a quanto previsto al § 6.2.2 delle NTC 2018, “Nel caso di costruzioni o di interventi di modesta rilevanza, che ricadano in zone ben conosciute dal punto di vista geotecnico, la progettazione può essere basata su preesistenti indagini e prove documentate”. Le opere strutturali previste in progetto rientrano nell'ambito di “Interventi privi di rilevanza per la pubblica incolumità ai fini sismici” secondo quanto previsto dalla DGR 2272/2016, pertanto la caratterizzazione geotecnica si è basata sulla disposizione del § 6.2.2 delle NTC 2018.

Per definire le caratteristiche geotecniche dei terreni interessati dalle opere di progetto, sono stati considerati studi pregressi eseguiti in area limitrofa al sito d'intervento ed effettuati approfondimenti in situ tramite esecuzione di CPT.

Si riportano per completezza i parametri geotecnici del terreno derivanti dagli esiti di prove geotecniche nei dintorni del sito.

ORIZZONTE 1 - TERRENI A COMPORTAMENTO COESIVO

- Profondità: da circa -1.00 da p.c. a circa -2.50 m da p.c.
- Parametri geotecnici:

	$c' \text{ (kPa)}$	$C_u \text{ (kPa)}$	$E_{ed} \text{ (MPa)}$	$\phi' \text{ (}^\circ\text{)}$	$\gamma \text{ (kN/m}^3\text{)}$
Valore caratteristico	11.2	66.0	4.5	21.6	

ORIZZONTE 2 - TERRENI A COMPORTAMENTO COESIVO

- Profondità: da circa -2.5 m da p.c. a circa -5.00 m da p.c.
- Parametri geotecnici:

	$c' \text{ (kPa)}$	$C_u \text{ (kPa)}$	$E_{ed} \text{ (MPa)}$	$\phi' \text{ (}^\circ\text{)}$	$\gamma \text{ (kN/m}^3\text{)}$
Valore caratteristico	11.4	44.0	2.8	20.2	

I valori di soggiacenza della falda nell'area d'intervento variano da un minimo di 0.50 m a un massimo di 1.00 m.

Gli esiti delle prove CPT e le relative considerazioni, svolte da tecnici abilitati, sono esplicitate nell'**Allegato 1**.

3. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Il nodo stradale oggetto di intervento si trova su una infrastruttura di accessibilità (AC) così come si evince dalla cartografia di Analisi per la condizione limite per l'emergenza approvata dal Comune di Parma contestualmente agli Studi di Microzonazione sismica del territorio comunale.

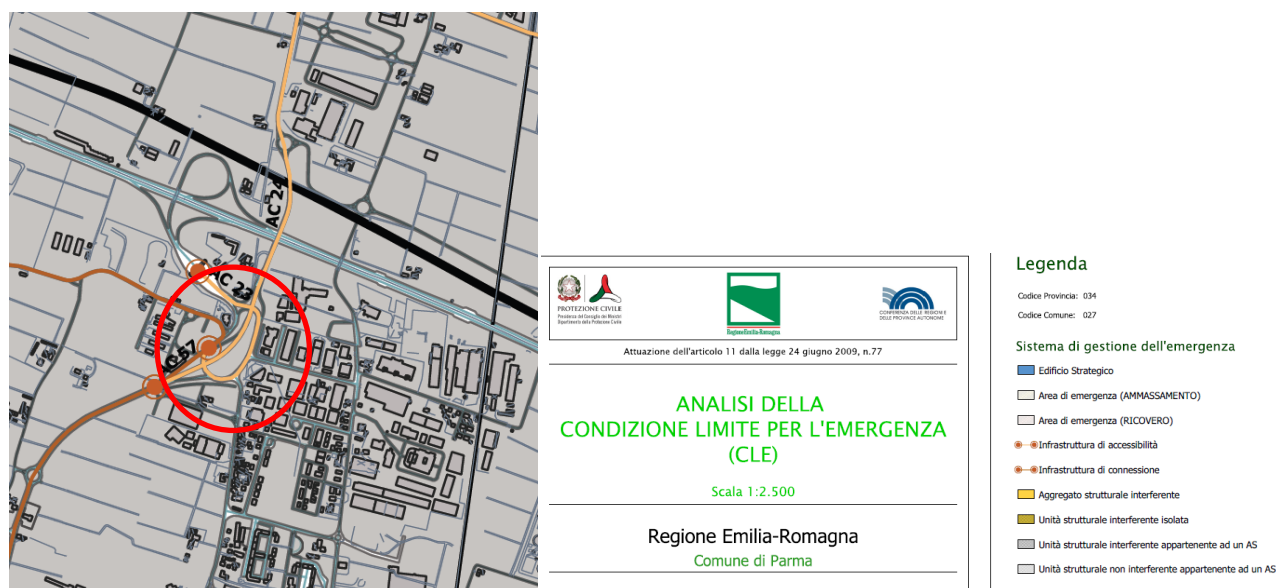


FIGURA 2 – ESTRATTI MAPPA CLE

La suddetta analisi per la condizione limite per l'emergenza converge nelle disposizioni dei piani di Protezione Civile in caso di calamità naturali e, pertanto, si ritiene che le strutture previste in progetto rientrino nell'ambito di "Categorie di edifici di interesse strategico e opere infrastrutturali la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile" di cui all'Allegato A della dgr 1661/2009 in quanto "Altre opere infrastrutturali individuate nei piani provinciali di protezione civile". Alla luce delle considerazioni sopra riportate si ritiene che le strutture previste in progetto siano progettate in classe d'uso IV.

Coerentemente con quanto disposto nelle NTC 2018 (Cap. 2.4), per l'intervento in progetto si adottano quindi i seguenti parametri:

- **VITA NOMINALE:** "Opere con livelli di prestazioni ordinari" $VN \geq 50$ anni (come definito dalla Tab. 2.4.I delle N.T.C. 2018); si assume quindi **$VN = 50$ anni**;
- **CLASSE D'USO: Classe IV:** Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica (come definito dal paragrafo 2.4.2 delle N.T.C. 2018);
- **PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA:** considerata la classe d'uso IV, il coefficiente d'uso risulta $C_u=2.0$ (cfr. Tab. 2.4.II delle N.T.C. 2018) e di conseguenza il periodo di riferimento per l'azione sismica è $VR=VN \cdot C_u=50 \cdot 2.00 = 100$ anni.

Valore dei parametri ag , F_0 T_c^* per i diversi stati limite

Le coordinate del sito d'intervento sono le seguenti:

- Latitudine: 44.836363
- Longitudine: 10.339310

Assumendo, come precedentemente specificato, $V_N = 50$ anni e $C_u = 2$ (classe d'uso IV) si ottengono, per il sito in esame, i seguenti valori dei parametri:

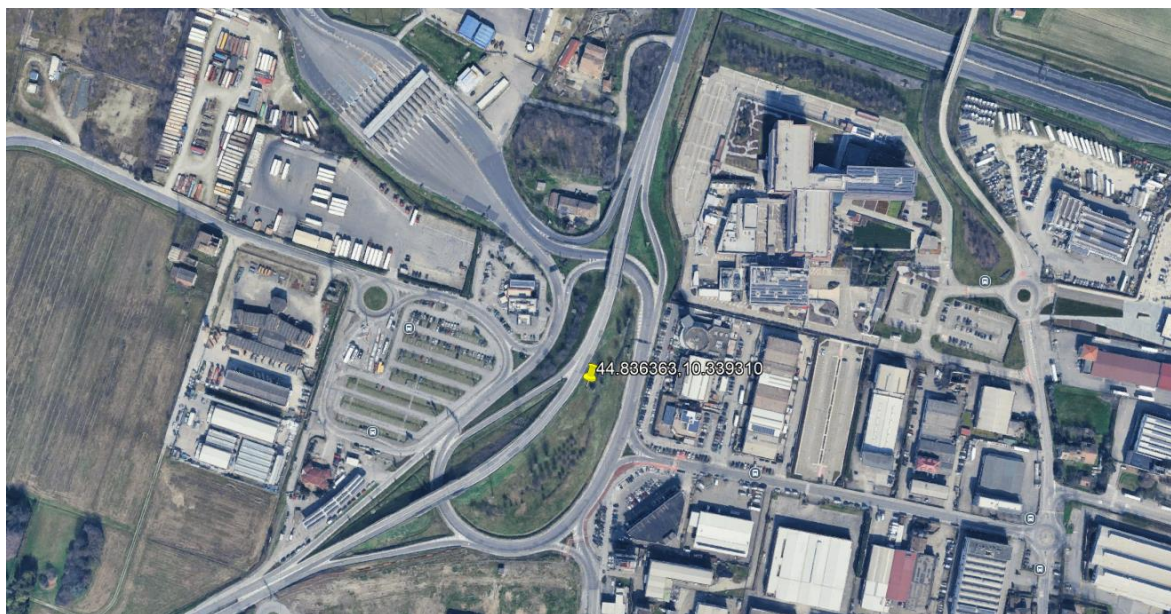


FIGURA 3 – COORDINATE DEL SITO

Parametri					
Latitudine (ED50)	44,8373				
Longitudine (ED50)	10,3403				
Altitudine s.l.m.	0				
Vita nominale	50				
Classe edificio	IV				

Stato Limite	TR [anni]	ag [g]	Fo	Tc* [s]
SLO	60	0,058	2,514	0,262
SLD	101	0,071	2,504	0,274
SLV	949	0,166	2,48	0,294
SLC	1950	0,207	2,493	0,304

FIGURA 4 – PARAMETRI SISMICI

Categoria di sottosuolo

Sulla base dei risultati di indagini HVSR eseguite in area limitrofa, i terreni appartengono alla categoria sismica C.

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m</i>

Condizioni topografiche

Essendo l'intervento in progetto ubicato in pianura, la categoria topografica corrispondente è la T1 superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$, che corrisponde ad un valore del coefficiente ST pari a 1.00.

Microzonazione sismica Comunale

Il territorio del Comune di Parma è stato oggetto di studi di microzonazione sismica di 2° e 3° livello, che costituiscono un'importante base di riferimento per la valutazione della pericolosità sismica del territorio.

Per microzonazione sismica (di seguito definita MS) si intende la "valutazione della pericolosità sismica locale attraverso l'individuazione di zone del territorio caratterizzate da comportamento sismico omogeneo". In sostanza, la MS individua e caratterizza le zone stabili, le zone suscettibili di amplificazione locale del moto sismico e le zone suscettibili di instabilità: è ormai noto che lo stesso evento sismico può provocare scuotimenti decisamente differenti in dipendenza degli spessori e delle qualità dei terreni posti a copertura del substrato roccioso, delle caratteristiche morfologiche del sito e, inoltre, è riconosciuto che gli effetti di un terremoto variano col variare delle condizioni geologiche in cui esso si sviluppa.

La MS ha come scopo quello di riconoscere ad una scala sufficientemente grande (scala comunale o subcomunale), le condizioni locali che possono modificare sensibilmente le caratteristiche del moto sismico atteso o possono produrre deformazioni permanenti rilevanti per le costruzioni e le infrastrutture.

In funzione dei diversi contesti e dei diversi obiettivi, gli studi di MS possono essere effettuati a vari livelli di approfondimento, con complessità e impegno crescenti, passando dal Livello 1 fino al Livello 3:

- il Livello 1 è un livello propedeutico ai veri e propri studi di MS, in quanto consiste in una raccolta di dati preesistenti, elaborati per suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee rispetto alle zone sopra descritte;
- il Livello 2 si propone di quantificare l'amplificazione sismica di ogni zona omogenea individuata nel Livello 1, utilizzando allo scopo ulteriori e mirate indagini, ove necessario, e definisce la "Carta dei fattori di amplificazione";

- il Livello 3 restituisce una “Carta di microzonazione sismica di Livello 3” con approfondimenti su tematiche o aree particolari.

Per l'area oggetto di studio è stato effettuato un approfondimento di livello 3 che prevede la suddivisione in dettaglio del territorio delle microzone omogenee, in funzione di un indice quantitativo che definisce l'amplificazione sismica attesa.

Come osservabile in Figura 5, per quanto riguarda l'accelerazione massima orizzontale al suolo, FA l'area oggetto di studio ricade in una porzione di territorio soggetta ad un'amplificazione FAPGA = 1.3-1.4.

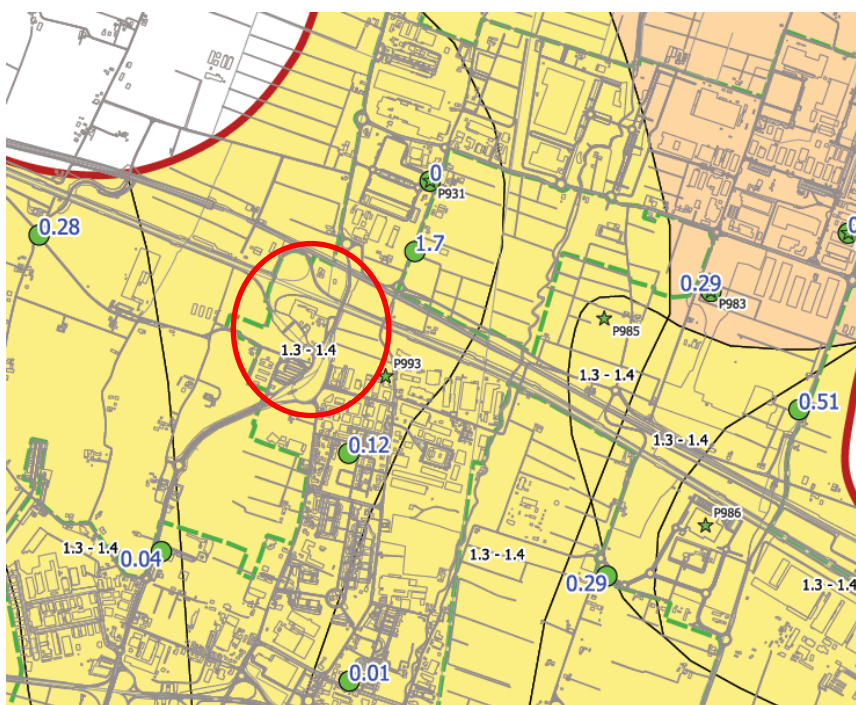


FIGURA 5 – STRALCIO DI CARTA DI MS III LIVELLO - FAPGA

Analizzando la stessa cartografia relativamente all'intervallo di periodo 0.5 s –1.5 s, l'area oggetto di studio ricade in area soggetta ad un'amplificazione più elevata pari a FASA 0.5-1.5 s = 1.7-1.8.

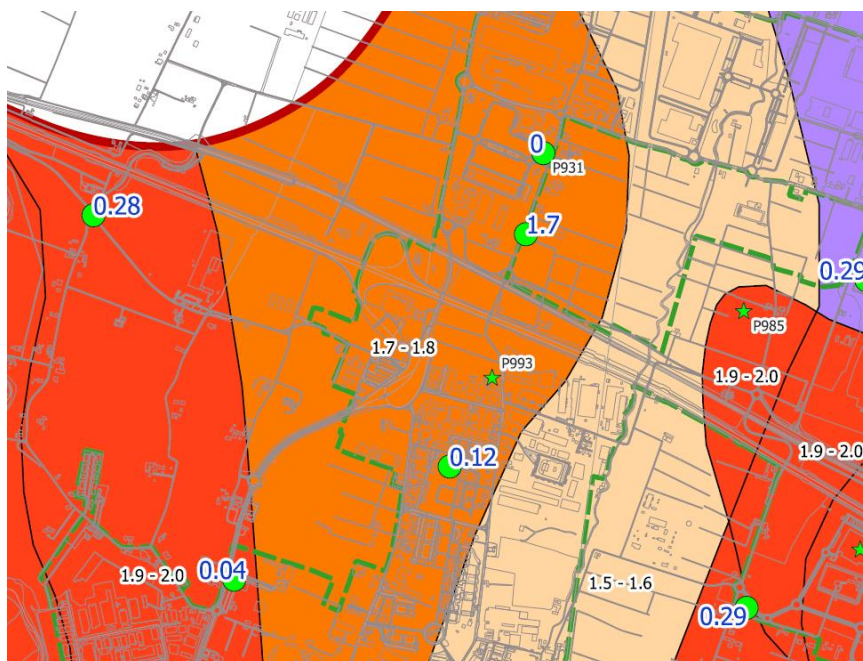


FIGURA 6 – STRALCIO DI CARTA DI MS III LIVELLO – FASA 0,5-1,5

In assenza di analisi in situ, e data l'entità modesta delle strutture previste in progetto, potrebbe essere più prudente adottare una categoria di sottosuolo D.

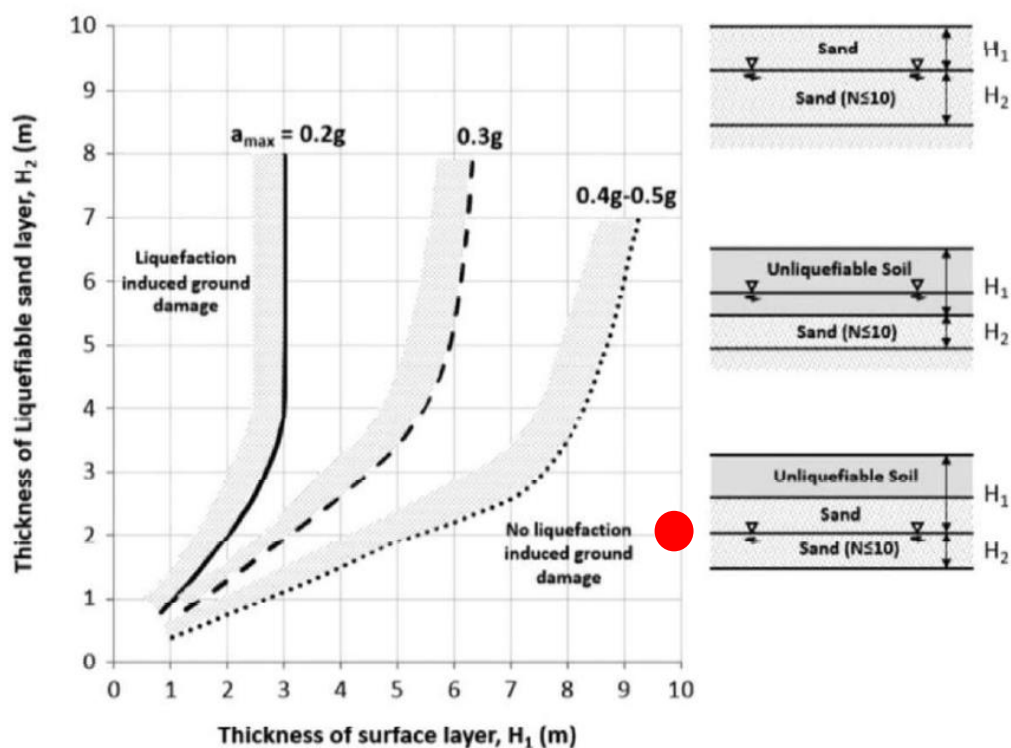
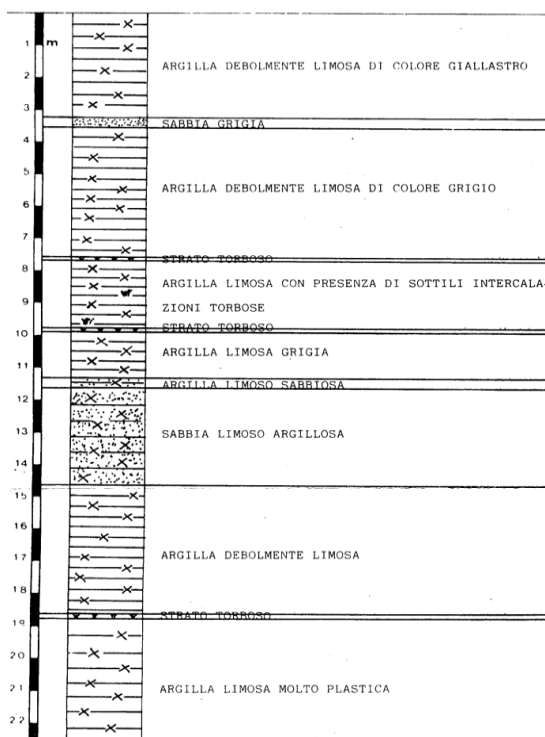
Analisi del rischio liquefazione

Le indagini geognostiche effettuate in area limitrofa non hanno evidenziato, entro i primi 20 m di profondità, la presenza di strati di terreno granulare a grana fine (sabbie) a bassa densità, sottofalda, con spessori pari o superiori al metro.

Per quanto riguarda il rischio di liquefazione, gli studi di microzonazione sismica Comunale evidenziano, nell'intorno dell'area d'intervento, valori degli indici molto bassi, compresi tra 0,0 e 1,7.

Considerata una stratigrafia di terreno presa a riferimento in area limitrofa e sulla base della letteratura esistente (*Relationship between thickness of a aliqefied layer (H2) and thickness of the overlying non-liquefied crust (H1) level-ground sites for predicting when surficial liquefaction manifestations will and will not occur* (from van Ballegooy et al. 2015, based on Ishihara, 1985) si può quindi considerare un basso rischio di liquefazione per l'intervento in oggetto.

Le considerazioni sul sito specifico sono esplicitate nell'**Allegato 1**.



Determinazione degli spettri di risposta

Si riepilogano a seguire i parametri sismici precedentemente definiti:

- Latitudine: 44.836363
- Longitudine: 10.339310
- Categoria di sottosuolo: Categoria D (a favore di sicurezza)
- Coefficiente di amplificazione topografica $ST = 1.0000$
- Vita nominale della costruzione $VN = 50.0$ anni
- Classe d'uso IV - $CU = 2.0$
- Periodo di riferimento per l'azione sismica: $VR = VN \cdot Cu = 50 \cdot 2.00 = 100$ anni.

Per le opere di progetto si potrebbe assumere un fattore di comportamento $q = 1$.

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

☒ Ricerca per coordinate

LONGITUDINE
10,33931

LATITUDINE
44,83636

☐ Ricerca per comune

REGIONE
Emilia-Romagna

PROVINCIA
Parma

COMUNE
Parma

Elaborazioni grafiche

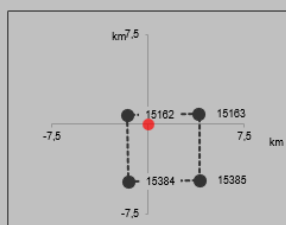
Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento



Controllo sul reticolo

☐ Sito esterno al reticolo

☐ Interpolazione su 3 nodi

☒ Interpolazione corretta

Interpolazione

media ponderata

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_U info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE {

- SLO - $P_{VR} = 81\%$
- SLD - $P_{VR} = 63\%$

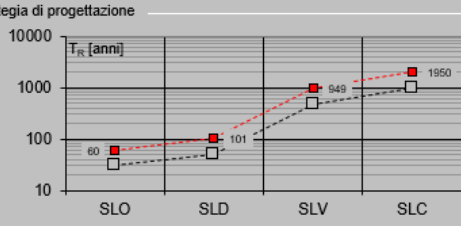
Stati limite ultimi - SLU {

- SLV - $P_{VR} = 10\%$
- SLC - $P_{VR} = 5\%$

Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- Strategia scelta

INTRO FASE 1 **FASE 2** FASE 3

Tabella parametri a_g , F_0 , T_c^* per i periodi di ritorno T_R , associati a ciascuno stato limite:

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]
SLO	60	0,058	2,514	0,262
SLD	101	0,071	2,504	0,274
SLV	949	0,166	2,479	0,294
SLC	1950	0,207	2,493	0,304

SPETTRO SLV:

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato: **SLV** info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo: **D** info $S_s = 1,782$ $C_c = 2,305$ info

Categoria topografica: **T1** info $h/H = 0,000$ $S_T = 1,000$ info
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

☐ Spettro di progetto elastico (SLE) $\zeta = 5$ $\eta = 1,000$ info

☒ Spettro di progetto inelastico (SLU) $\text{Fattore } q_0 = 1$ $\text{Regol. in altezza: } \text{si}$ info

Compon. verticale

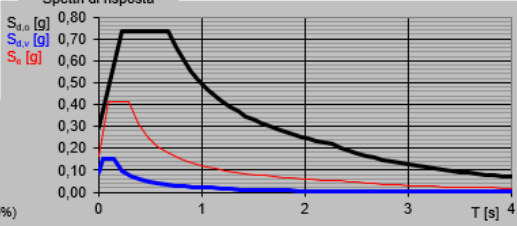
Spettro di progetto $\text{Fattore } q = 1,5$ $\eta = 0,667$ info

Elaborazioni

Grafici spettri di risposta 

Parametri e punti spettri di risposta 

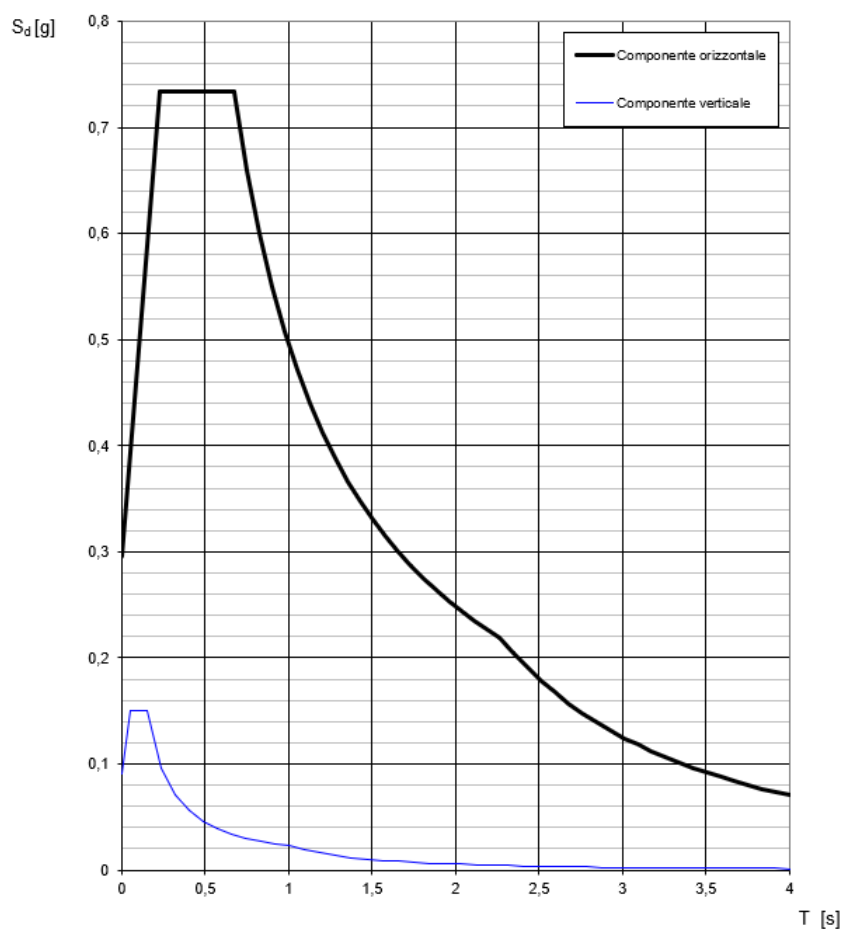
Spettri di risposta



— Spettro di progetto - componente orizzontale
— Spettro di progetto - componente verticale
— Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\zeta = 5\%$)

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

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



Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,166 g
F_o	2,479
T_C^*	0,294 s
S_S	1,782
C_C	2,305
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,782
η	1,000
T_B	0,226 s
T_C	0,678 s
T_D	2,264 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$\begin{aligned} 0 \leq T < T_B & \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\ T_B \leq T < T_C & \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \\ T_C \leq T < T_D & \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\ T_D \leq T & \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right) \end{aligned}$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,296
$T_B \leftarrow$	0,226	0,734
$T_C \leftarrow$	0,678	0,734
	0,754	0,660
	0,829	0,600
	0,905	0,550
	0,980	0,508
	1,056	0,471
	1,131	0,440
	1,207	0,412
	1,282	0,388
	1,358	0,366
	1,433	0,347
	1,509	0,330
	1,584	0,314
	1,660	0,300
	1,735	0,287
	1,811	0,275
	1,886	0,264
	1,962	0,254
	2,038	0,244
	2,113	0,235
	2,189	0,227
$T_D \leftarrow$	2,264	0,220
	2,347	0,205
	2,429	0,191
	2,512	0,178
	2,595	0,167
	2,677	0,157
	2,760	0,148
	2,843	0,139
	2,925	0,132
	3,008	0,124
	3,091	0,118
	3,173	0,112
	3,256	0,106
	3,339	0,101
	3,421	0,096
	3,504	0,092
	3,587	0,088
	3,669	0,084
	3,752	0,080
	3,835	0,077
	3,917	0,073
	4,000	0,070

SPETTRO SLD

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite
Stato Limite considerato: **SLD** info

Risposta sismica locale
 Categoria di sottosuolo: **D** info $S_s = 1,800$ $C_c = 2,390$ info
 Categoria topografica: **T1** info $h/H = 0,000$ $S_T = 1,000$ info
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale
☐ Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento ξ (%) **5** $\eta = 1,000$ info
☒ Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q_s **1** Regol. in altezza **si** info

Compon. verticale
 Spettro di progetto Fattore q_v **1,5** $\eta = 0,667$ info

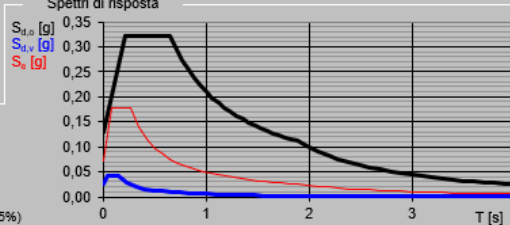
Elaborazioni
 Grafici spettri di risposta ||>
 Parametri e punti spettri di risposta ||>

— Spettro di progetto - componente orizzontale

— Spettro di progetto - componente verticale

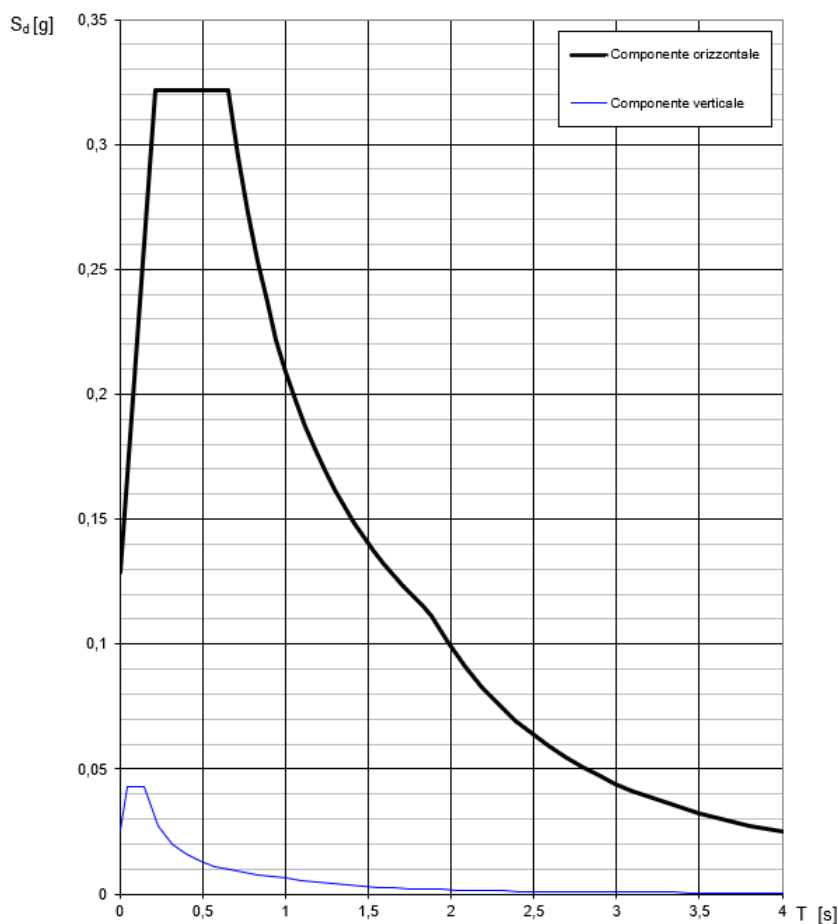
— Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

Spettri di risposta



INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

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



Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLD

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0,071 g
F_o	2,504
T_C^*	0,274 s
S_S	1,800
C_C	2,390
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,800
η	1,000
T_B	0,218 s
T_C	0,654 s
T_D	1,886 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$\begin{aligned} 0 \leq T < T_B & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\ T_B \leq T < T_C & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \\ T_C \leq T < T_D & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\ T_D \leq T & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right) \end{aligned}$$

Lo spettro di progetto $S_o(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,128
$T_B \leftarrow$	0,218	0,322
$T_C \leftarrow$	0,654	0,322
	0,712	0,295
	0,771	0,273
	0,830	0,253
	0,888	0,237
	0,947	0,222
	1,006	0,209
	1,064	0,198
	1,123	0,187
	1,182	0,178
	1,240	0,170
	1,299	0,162
	1,358	0,155
	1,416	0,148
	1,475	0,143
	1,534	0,137
	1,592	0,132
	1,651	0,127
	1,710	0,123
	1,768	0,119
$T_D \leftarrow$	1,827	0,115
	1,886	0,112
	1,986	0,101
	2,087	0,091
	2,188	0,083
	2,288	0,076
	2,389	0,069
	2,490	0,064
	2,590	0,059
	2,691	0,055
	2,792	0,051
	2,892	0,047
	2,993	0,044
	3,094	0,041
	3,194	0,039
	3,295	0,037
	3,396	0,034
	3,497	0,032
	3,597	0,031
	3,698	0,029
	3,799	0,027
	3,899	0,026
	4,000	0,025

SPETTRO SLO

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite
Stato Limite considerato: **SLO** info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo: **D** info

Categoria topografica: **T1** info

$S_s = 1,800$ info

$h/H = 0,000$ (in quota sito, H=altezza rilievo topografico)

$C_C = 2,444$ info

$S_T = 1,000$ info

Compon. orizzontale

☒ Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento ξ (%): **5** $\eta = 1,000$ info

☐ Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q_s : **1** Regol. in altezza: **si** info

Compon. verticale

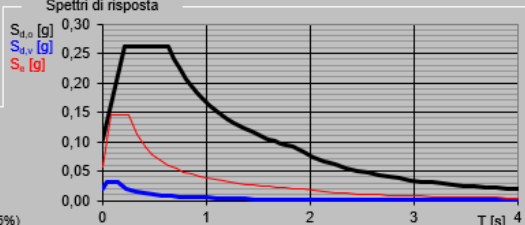
Spettro di progetto Fattore q : **1,5** $\eta = 0,667$ info

Elaborazioni

Grafici spettri di risposta ▶▶▶

Parametri e punti spettri di risposta ▶▶▶

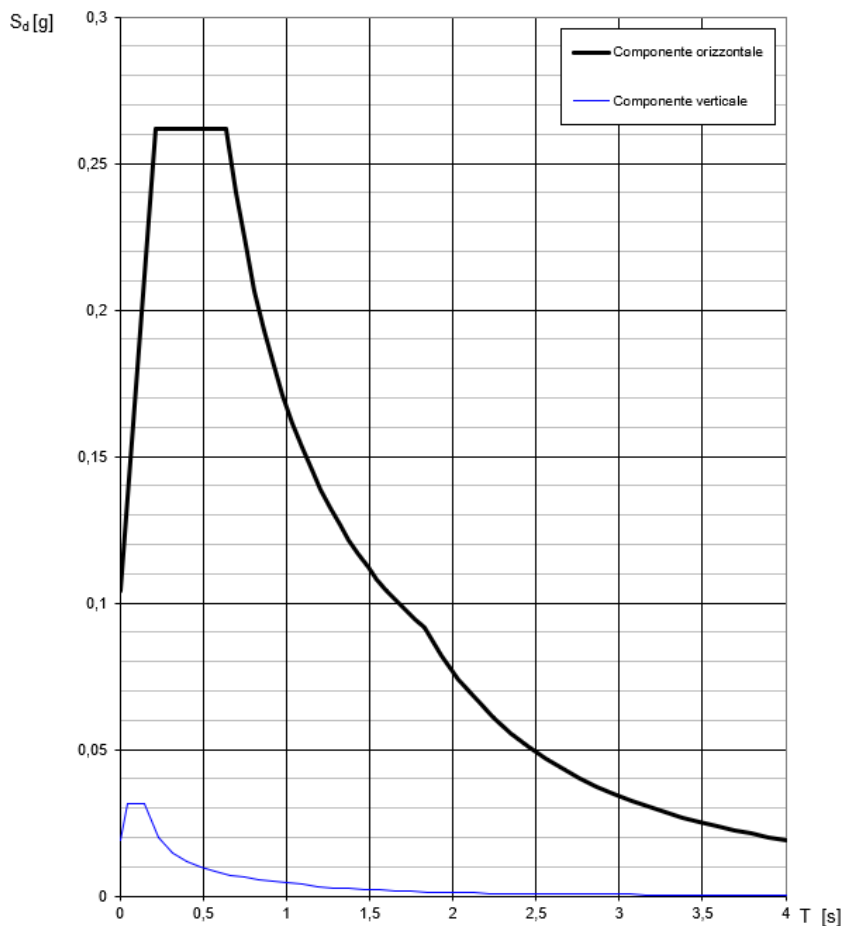
Spettri di risposta



— Spettro di progetto - componente orizzontale
— Spettro di progetto - componente verticale
— Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

INTRO FASE 1 FASE 2 **FASE 3**

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



Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLO

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLO
a_g	0,058 g
F_o	2,514
T_C^*	0,262 s
S_S	1,800
C_C	2,444
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,800
η	1,000
T_B	0,213 s
T_C	0,639 s
T_D	1,831 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$\begin{aligned} 0 \leq T < T_B & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\ T_B \leq T < T_C & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \\ T_C \leq T < T_D & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\ T_D \leq T & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right) \end{aligned}$$

Lo spettro di progetto $S_e(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	S_e [g]
	0,000	0,104
T_B	0,213	0,262
T_C	0,639	0,262
	0,696	0,240
	0,753	0,222
	0,810	0,207
	0,866	0,193
	0,923	0,181
	0,980	0,171
	1,037	0,161
	1,093	0,153
	1,150	0,145
	1,207	0,139
	1,264	0,132
	1,320	0,127
	1,377	0,121
	1,434	0,117
	1,491	0,112
	1,548	0,108
	1,604	0,104
	1,661	0,101
	1,718	0,097
	1,775	0,094
T_D	1,831	0,091
	1,935	0,082
	2,038	0,074
	2,141	0,067
	2,244	0,061
	2,348	0,056
	2,451	0,051
	2,554	0,047
	2,657	0,043
	2,761	0,040
	2,864	0,037
	2,967	0,035
	3,071	0,032
	3,174	0,030
	3,277	0,029
	3,380	0,027
	3,484	0,025
	3,587	0,024
	3,690	0,022
	3,793	0,021
	3,897	0,020
	4,000	0,019

Allegato 1

REPORT INDAGINE GEOGNOSTICO – LITOSTRATIMETRICA



c.9337.Comune di Parma - Prot. 14/11/2025.0323866.E



**STUDIO
PANICIERI**
GEOLOGIA TECNICA ED AMBIENTALE

PROVINCIA DI PARMA
COMUNE DI PARMA
Capoluogo

OPERE INFRASTRUTTURALI FUNZIONALI AL
POTENZIAMENTO E ALL'ACCESSIBILITA'
DELLE FIERE
NODO STRADALE ALL'USCITA DEL CASELLO
DELL'AUTOSTRADA A1 DI PARMA

CUP I94E22000520004

Committente:
COMUNE DI PARMA - SETTORE OPERE PUBBLICHE

CIG: B88A6BBB39

**REPORT
INDAGINE GEOGNOSTICO -
LITOSTRATIMETRICA**

Dott. Geol. Paolo Panicieri
Via Matteotti, 9 43035 Felino (Pr)
Tel.: 0521831116 Fax: 0521400051 Mob.: 336528528
C.F.: PNC PLA 62E26 D526M - P. IVA: 02270360346
E-mail: studio@panigeo.it
Iscritto O.G.E.R. n° 530 Sez. A

INDICE

Premessa.....	pag. 3
1. Inquadramento geografico.....	pag. 3
2. Geomorfologia ed idrografia di superficie	pag. 3
3. Inquadramento geologico	pag. 3
4. Indagine geognostica	pag. 4
4.1 Prove penetrometriche ad infissione statica CPT	pag. 5
5. Assetto litostratimetrico	pag. 5
6. Caratterizzazione fisico – meccanica dei terreni	pag. 6
7. Conclusioni e suggerimenti progettuali.....	pag. 7

– Allegati

Premessa

Per incarico del Comune di Parma - Determinazione dirigenziale n. 2639 del 13/10/2025 - Settore Opere Pubbliche - CIG: B88A6BBB39 - è stata realizzata una campagna di indagine geognostica finalizzata alla definizione dell'assetto litostratigrafico e del profilo fisico-meccanico dei terreni presenti nel sottosuolo del nodo stradale posto all'uscita del casello di Parma dell'Autostrada A1.

1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il nodo stradale posto all'uscita del casello di Parma dell'Autostrada A1, ubicato nell'estrema periferia centro - settentrionale della Città di Parma, circa 250 metri a SSW del tracciato dell'Autostrada A1 Milano – Napoli, insiste su terreni inseriti, dal punto di vista geografico, nella Sezione 182130 "Parma Nord - Est" della Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000 (Allegato 1).

2. GEOMORFOLOGIA

La zona comprendente l'areale oggetto di studio, considerata la sua appartenenza alla fascia di bassa pianura compresa fra il T. Parma, ad Ovest, ed il T. Enza, ad Est, presenta caratteristiche morfologiche pianeggianti, con quote degradanti con debolissimo gradiente in direzione NE, ed ottime condizioni di stabilità; l'unico elemento morfologico di rilievo in essa presente è costituito dall'imponente rilevato relativo al sovrappasso della Strada Provinciale di Colorno – S.S. Asolana n. 343 sulla rotonda della viabilità ordinaria.

Nello specifico, gran parte dell'areale oggetto di analisi presenta morfologia totalmente pianeggiante.

La quota media è pari a m 42 s.l.m..

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Come evidenziato nell'elaborato grafico di Inquadramento Geologico in scala 1:5.000 (Allegato 2), i terreni presenti nell'area comprendente il sito oggetto di

studio appartengono ad antiche alluvioni continentali deposte dai corsi d'acqua in età olocenica, afferenti al Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore. In particolare, in corrispondenza dell'area in esame è presente l'Unità di Modena, unità di rango inferiore del Subsistema di Ravenna, litologicamente costituita da depositi di piana alluvionale inondabile rappresentati da argille e limi, con rare intercalazioni sabbiose.

4. INDAGINE GEOGNOSTICA

La ricostruzione delle caratteristiche litostratimetriche e fisico-meccaniche dell'area oggetto di studio è stata effettuata sulla base delle risultanze di una campagna di indagini geognostiche, consistita nell'esecuzione di n. 2 prove penetrometriche a infissione statica (CPT). L'ubicazione schematica dei punti prova, definita tenendo conto della presenza di numerose reti di sottoservizi e di canali nell'ambito in esame, tra i quali la Fossetta Alta, è riportata nella Figura 1, tratta dal report illustrato in allegato 3.

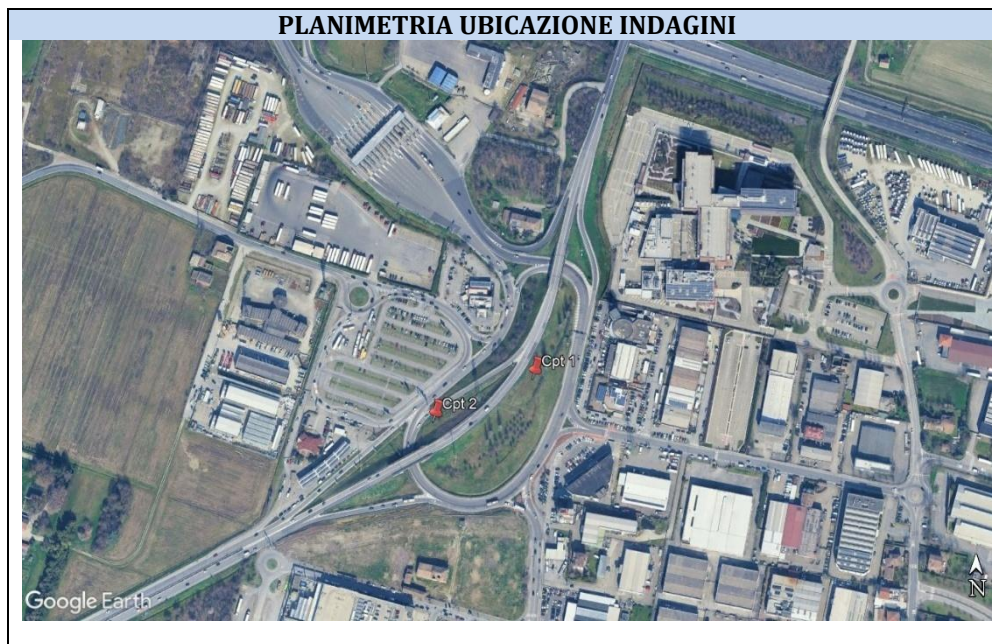


Figura 1: planimetria ubicazione verticali di indagine CPT

4.1 Prove penetrometriche ad infissione statica CPT

Le prove, denominate CPT 1 e CPT 2 ed entrambe spinte fino alla profondità di m 15.60 dal piano di riferimento (piano dell'area verde), sono state eseguite utilizzando un penetrometro statico/dinamico PAGANI TG63-200, installato su carro cingolato e dotato di attrezzatura di spinta tipo GOUDA da 200 kN, con cella di carico elettrica e punta meccanica di Begemann fornita di manicotto (Friction Sleeve Cone) per la misura dell'attrito laterale locale.

Le risultanze dell'indagine penetrometrica, con relativa documentazione fotografica, sono riportate nel report in allegato 3.

5. ASSETTO LITOSTRATIMETRICO

L'esame dei dati acquisiti con la campagna di indagine geognostica, elaborati secondo la teoria di Schmertmann, ha consentito di ricostruire l'assetto litostratimetrico riportato negli elaborati grafici in allegato 4 e sintetizzato di seguito:

Unità Litologica 1 da m 0.00 a m 0.40÷1.00 circa da piano riferimento
riporto terroso con presenza di ciottoli; in corrispondenza della prova CPT 1 il riporto è stato rinvenuto fino alla profondità di m 1.00 circa.

Unità Litologica 2 da m 0.40÷1.00 a m 15.60 ed oltre da p.r.
deposito argilloso ed argilloso-limoso, talora con componente organica significativa, inglobante intercalazioni decimetriche limose e limoso-argillose.

Al momento dell'indagine, ottobre 2025, è stata rilevata la presenza di falda con soggiacenza del livello statico pari a m 4.00 da piano riferimento.

L'esame delle curve isopiezometriche riportate nell'elaborato cartografico SA5-04 – "Idrogeologia" del Quadro Conoscitivo del P.S.C. 2030, di cui alla Figura 2 (stralcio non in scala), ha consentito di definire una direzione locale prevalente di deflusso sotterraneo della falda verso Nord-Est e una soggiacenza media del livello statico pari a circa m 2.00 dal piano campagna.

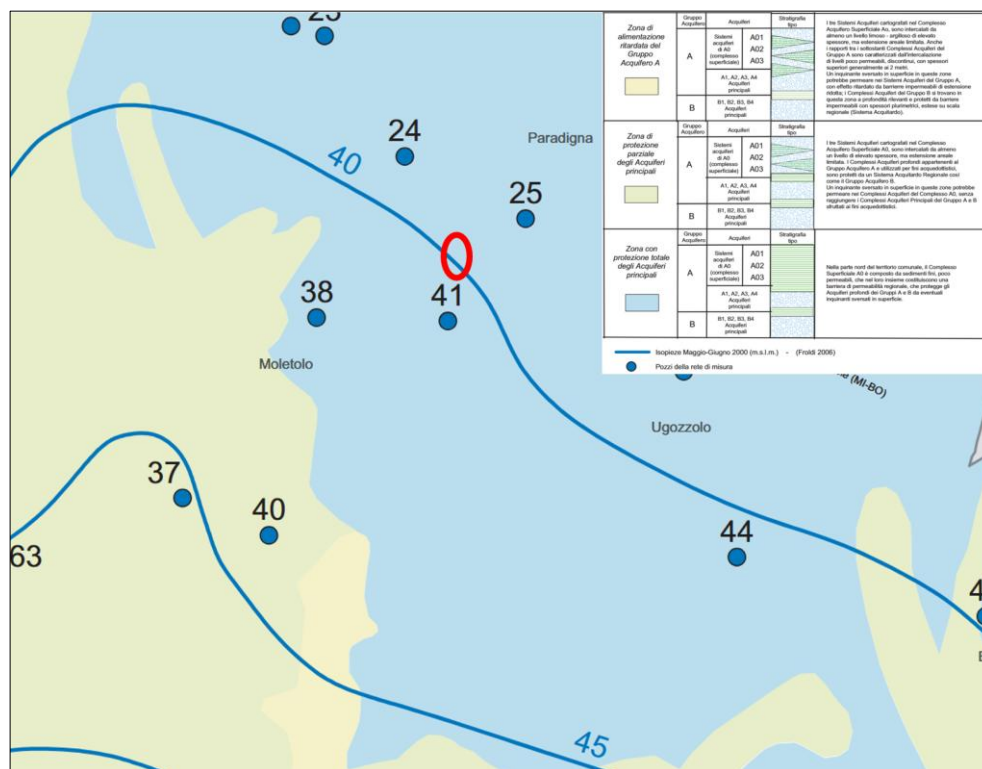


Fig. 2: stralcio allegato SA5-04 "Idrogeologia" del Quadro Conoscitivo del P.S.C. 2030 (non in scala); l'ellisse rosso indica l'ubicazione dell'areale in esame

6. CARATTERIZZAZIONE FISICO – MECCANICA DEI TERRENI

Vengono di seguito riportati i parametri geotecnici caratteristici (X_k) determinati per le Unità Geologico - Tecniche (U.G.T.) definite, direttamente derivanti dalle Unità Litologiche descritte nel paragrafo 6.

Si precisa che, sebbene l'assetto litostratigrafico dell'area indagata risulti sufficientemente omogeneo, dal punto di vista fisico-meccanico è stata riscontrata una marcata difformità nell'intorno della verticale CPT 1, fino alla profondità di circa m 2.40 dal piano di riferimento. In particolare sono stati rilevati valori di resistenza alla punta Q_c superiori a 40 kg/cm², non attribuibili alla presenza di riporto grossolano.

È ipotizzabile che l'elevata consistenza di tali terreni sia imputabile a interventi di costipamento locale eseguiti in occasione della realizzazione del rilevato del sovrappasso della Strada Provinciale di Colorno – S.S. Asolana n. 343, relativi sia all'opera stessa sia alle aree di accantieramento.

La Figura 3 mostra, per un confronto immediato, i valori di Q_c (resistenza alla punta) registrati nelle due verticali di indagine al variare della profondità.

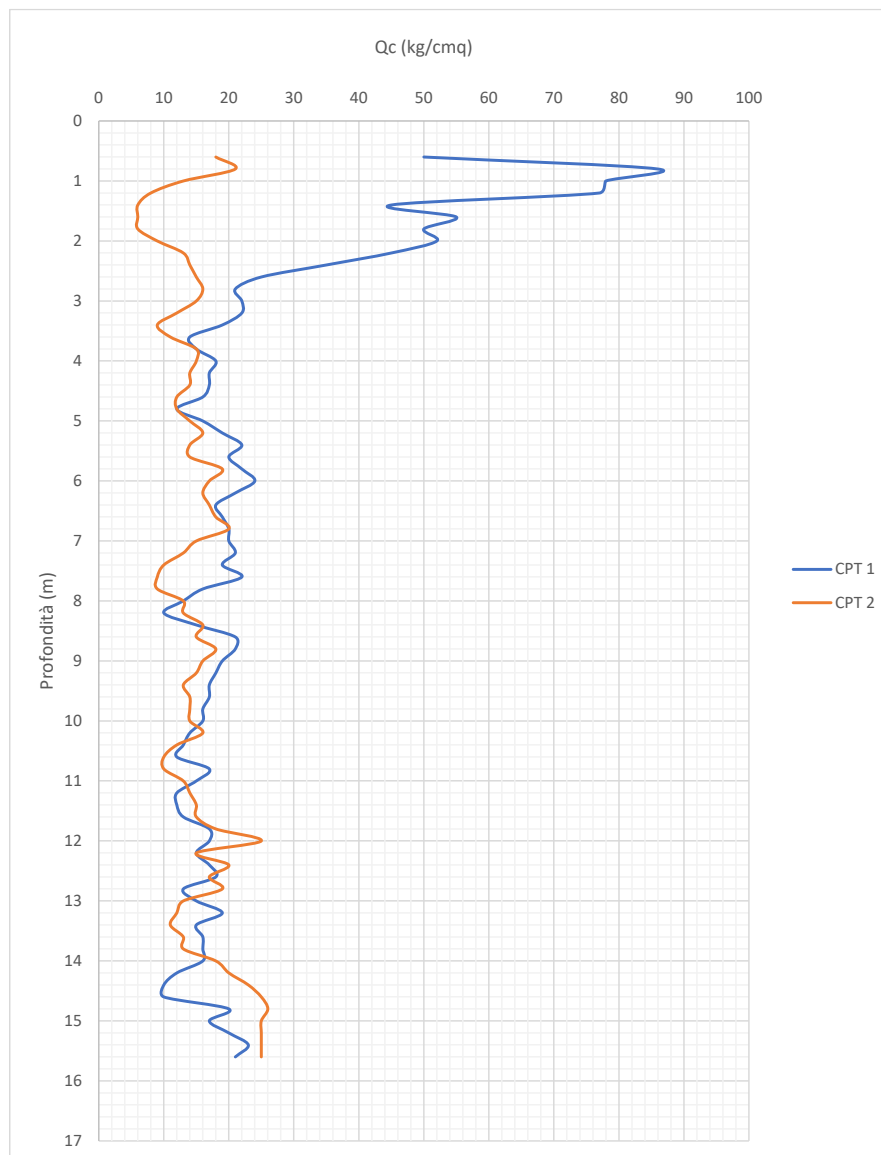


Fig. 3: grafico valori di Q_c vs. profondità

Unità Geologico - Tecnica 1

Peso di volume

$$\gamma = 17.00 \text{ kN/mc}$$

Unità Geologico – Tecnica 2

2A da m 1.00 a m 2.00

Coesione non drenata	$c_{uk} = 40 \text{ kPa}$
Modulo Edometrico	$MED_k = 3.8 \text{ MPa}$
Modulo di deformazione non drenato	$E_{uk} = 6.0 \text{ MPa}$
Peso di volume	$\gamma = 18.70 \text{ kN/mc}$

2B da m 2.00 a m 4.00

Coesione non drenata	$c_{uk} = 65 \text{ kPa}$
Modulo Edometrico	$MED_k = 4.2 \text{ MPa}$
Modulo di deformazione non drenato	$E_{uk} = 9.7 \text{ MPa}$
Peso di volume	$\gamma = 18.70 \text{ kN/mc}$
Peso di volume immerso	$\gamma' = 8.9 \text{ kN/mc}$

2C da m 4.00 a m 8.00

Coesione non drenata	$c_{uk} = 90 \text{ kPa}$
Modulo Edometrico	$MED_k = 5.3 \text{ MPa}$
Modulo di deformazione non drenato	$E_{uk} = 13.5 \text{ MPa}$
Peso di volume	$\gamma = 18.70 \text{ kN/mc}$
Peso di volume immerso	$\gamma' = 8.9 \text{ kN/mc}$

2D da m 8.00 a m 14.00

Coesione non drenata	$c_{uk} = 85 \text{ kPa}$
Modulo Edometrico	$MED_k = 5.2 \text{ MPa}$
Modulo di deformazione non drenato	$E_{uk} = 12.7 \text{ MPa}$
Peso di volume	$\gamma = 18.70 \text{ kN/mc}$
Peso di volume immerso	$\gamma' = 8.9 \text{ kN/mc}$

2E da m 14.00 a m 15.60

Coesione non drenata	$c_{uk} = 90 \text{ kPa}$
Modulo Edometrico	$MED_k = 5.4 \text{ MPa}$
Modulo di deformazione non drenato	$E_{uk} = 13.7 \text{ MPa}$
Peso di volume	$\gamma = 18.70 \text{ kN/mc}$
Peso di volume immerso	$\gamma' = 8.9 \text{ kN/mc}$

Qualora lo ritenga opportuno e sotto la propria completa responsabilità, il Progettista potrà utilizzare i parametri fisico – meccanici sopra riportati ai fini della

definizione del modello geotecnico del sottosuolo (paragrafo 6.2.2 D.M. 17.01.2018).

7. CONCLUSIONI E SUGGERIMENTI PROGETTUALI

Sulla base di quanto esposto nei paragrafi precedenti, si conclude che l'area in esame è geologicamente idonea agli scopi di progetto.

Considerati l'assetto litostratigrafico e il profilo fisico-meccanico rilevati, quest'ultimo caratterizzato da una notevole variabilità nella porzione superficiale, si raccomanda di adottare, per il piano di posa delle strutture da realizzare, una profondità pari a m 2.00 dal piano di riferimento (piano campagna), per minimizzare le disomogeneità riscontrate.

La determinazione della resistenza di progetto da attribuire ai terreni di sedime per il dimensionamento delle strutture fondali dovrà essere effettuata dal Tecnico Progettista sulla base delle caratteristiche e peculiarità delle strutture in elevazione e di quelle fondali a partire dai parametri geotecnici caratteristici, applicando gli idonei coefficienti di sicurezza parziali, relativi all'approccio considerato, per la definizione dei parametri di progetto.

Per quanto riguarda la suscettibilità alla liquefazione, si precisa che, in ragione delle specificità litologiche dei terreni presenti nel sottosuolo fino alla profondità di almeno m 15.60 dal piano di riferimento (prevalenza di depositi coesivi, seppur in presenza di falda), non sussiste il rischio di occorrenza del fenomeno in corrispondenza di uno shock sismico.

A tal proposito si precisa, infatti, che nella Tav. 3b "Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica" dello studio di Microzonazione Sismica del III livello del Comune di Parma, l'areale oggetto di studio è ricompreso in "Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali 2006: Terreni coesivi limoso - argillosi con torbe entro i primi 20 - 30 m su livelli ghiaiosi profondi".

Felino, novembre 2025

Il Geologo:
Dott. Paolo Panicieri

(Documento informatico firmato digitalmente ai sensi del D.Lgs. 82/2005 e s.m.i. e norme collegate, il quale sostituisce il documento cartaceo e la firma autografa)



c_g337.Comune di Parma - Prot. 14/11/2025.0323866.E

Allegati

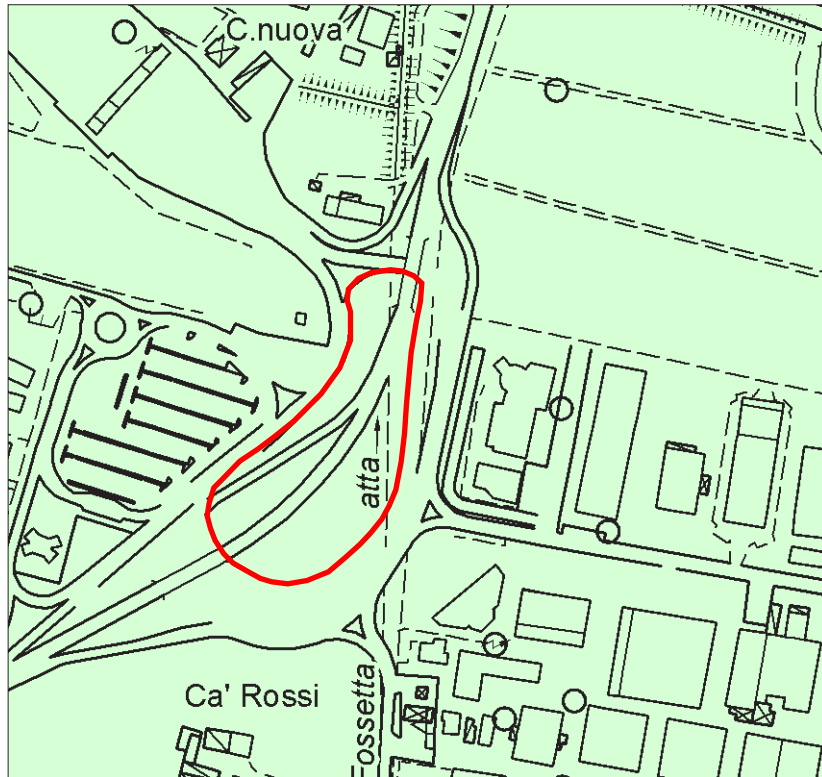


Stralcio Carta Tecnica Regionale Sezione 182130 "Parma Nord - Est"

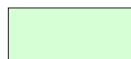
scala 1:10.000



areale oggetto di indagine



Inquadramento geologico
scala 1:5.000



Unità di Modena



c_g337.Comune di Parma - Prot. 14/11/2025.0323866.E

Report indagine penetrometrica CPT

COMMESSA: Prove penetrometriche statiche CPT

LOCALITA': Parma

CANTIERE: Opere infrastrutturali funzionali al potenziamento e all'accessibilità alle fiere - Nodo stradale all'uscita del casello dell'autostrada A 1

COMMITTENTE:

Comune di Parma
Settore Opere Pubbliche

PROVE ESEGUITE

RIF.	DATA	PROVA	UBICAZIONE
CPT1	31/10/2025	CPT	Lat. 44.836282° – Long. 10.339302°
CPT2	31/10/2025	CPT	Lat. 44.835898° – Long. 10.338034°

PLANIMETRIA UBICAZIONE INDAGINI





PROVA CPT 1

Letture di Campagna				
z	Rp	RI	qc	fs
0.2				
0.4				
0.6	50	79	50	1,93
0.8	86	115	86	2,13
1	78	110	78	1,13
1.2	77	94	77	1,00
1.4	45	60	45	3,20
1.6	55	103	55	3,93
1.8	50	109	50	4,00
2	52	112	52	3,73
2.2	45	101	45	3,53
2.4	35	88	35	3,20
2.6	25	73	25	1,87
2.8	21	49	21	1,47
3	22	44	23	1,47
3.2	22	44	23	1,27
3.4	19	38	20	1,13
3.6	14	31	15	1,20
3.8	15	33	16	1,20
4	18	36	19	1,20
4.2	17	35	18	1,13
4.4	17	34	18	1,07
4.6	16	32	17	0,93
4.8	12	26	13	1,00
5	16	31	17	1,13
5.2	19	36	20	1,20
5.4	22	40	23	1,40
5.6	20	41	21	1,47
5.8	22	44	23	1,60
6	24	48	25	1,40
6.2	21	42	22	1,47
6.4	18	40	19	1,27
6.6	19	38	20	1,33
6.8	20	40	21	1,33
7	20	40	21	1,40
7.2	21	42	22	1,67
7.4	19	44	20	1,47
7.6	22	44	23	1,60
7.8	16	40	17	1,13
8	13	30	14	0,93
8.2	10	24	11	1,00
8.4	15	30	16	1,13
8.6	21	38	22	1,27
8.8	21	40	22	1,33
9.0	19	39	20	1,33
9.2	18	38	19	1,20
9.4	17	35	18	1,27
9.6	17	36	18	1,27
9.8	16	35	17	1,27
10.0	16	35	18	1,20

z	Rp	RI	qc	fs
10.2	14	32	16	1,00
10.4	13	28	15	0,73
10.6	12	23	14	1,00
10.8	17	32	19	0,93
11	15	29	17	1,13
11.2	12	29	14	1,00
11.4	12	27	14	0,93
11.6	13	27	15	0,93
11.8	17	31	19	1,33
12	17	37	19	1,27
12.2	15	34	17	1,33
12.4	17	37	19	1,27
12.6	18	37	20	1,33
12.8	13	33	15	1,13
13	15	32	17	1,13
13.2	19	36	21	1,47
13.4	15	37	17	1,33
13.6	16	36	18	1,33
13.8	16	36	18	1,07
14	16	32	18	0,87
14.2	12	25	14	0,60
14.4	10	19	12	0,60
14.6	10	19	12	0,80
14.8	20	32	22	1,33
15	17	37	19	1,40
15.2	20	41	22	1,60
15.4	23	47	25	1,67
15.6	21	46	23	
15.8				
16				
16.2				
16.4				
16.6				
16.8				
17				
17.2				
17.4				
17.6				
17.8				
18				
18.2				
18.4				
18.6				
18.8				
19.0				
19.2				
19.4				
19.6				
19.8				
20.0				

FOTO PIAZZAMENTO



Lettura punta:

Lettura punta + manicotto:

Resistenza alla punta:

Resistenza unitaria ad attrito laterale:

Rapporto di Begemann o Indice delle Resistenze:

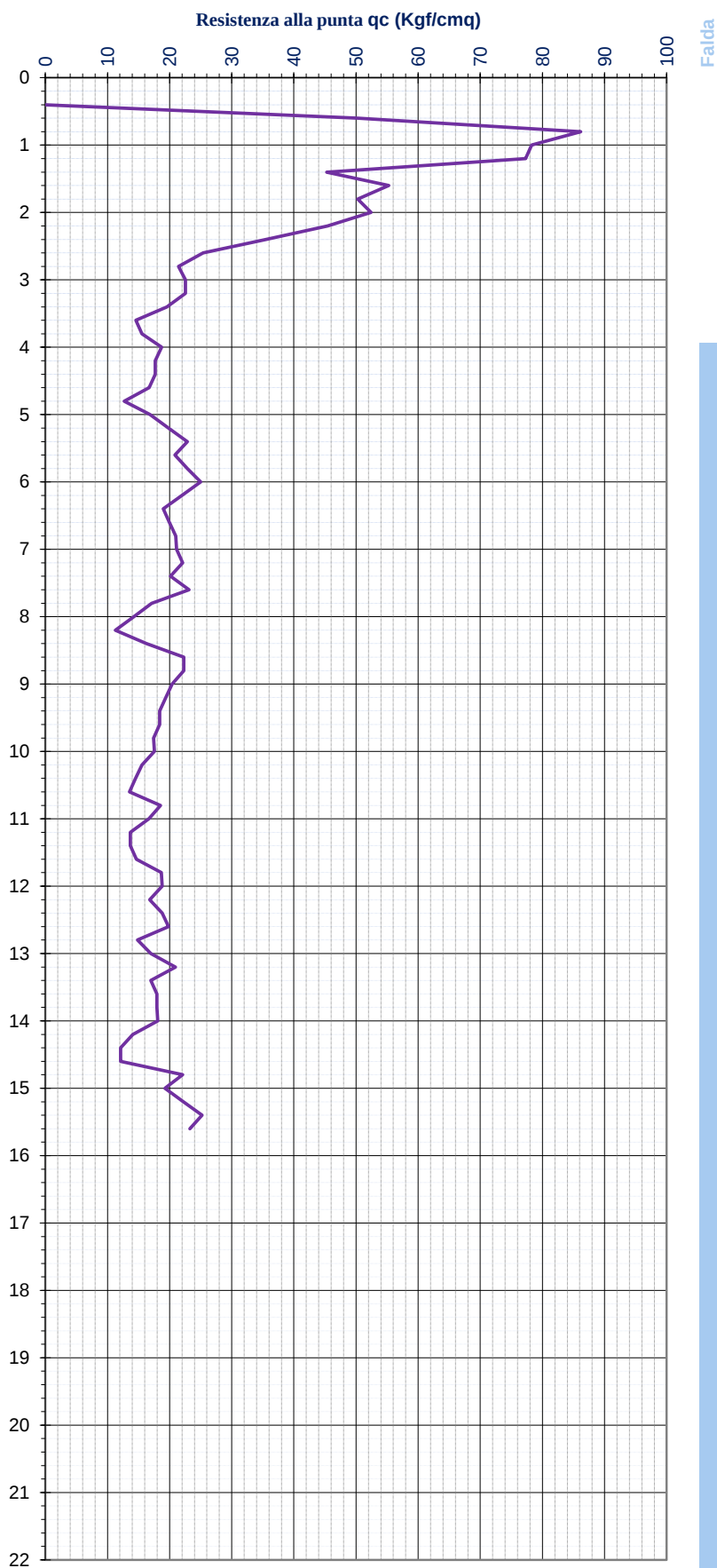
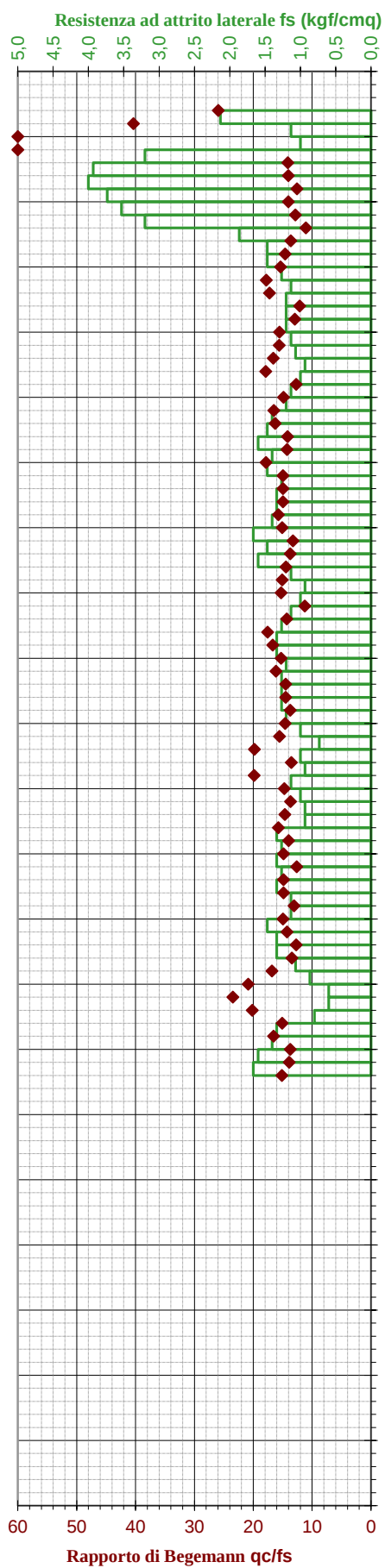
Rp (kg/cm²)RI (kg/cm²)qc (kg/cm²)fs (kg/cm²)

qc/fs.

NB: Il valore di qc calcolato tiene conto del peso delle astine interne alla profondità di lettura Rp (si veda scheda caratteristiche penetrometro)



c.g337.Comune di Parma - Prot. 14/11/2025.0323866.E





c.9337.Comune di Parma - Prot. 14/11/2025.0323866.E

PROVA CPT 2

Letture di Campagna				
z	Rp	RI	qc	fs
0.2				
0.4				
0.6	18	30	18	0,87
0.8	21	34	21	0,87
1	13	26	13	0,60
1.2	8	17	8	0,27
1.4	6	10	6	0,27
1.6	6	10	6	0,33
1.8	6	11	6	0,47
2	9	16	9	0,47
2.2	13	20	13	0,67
2.4	14	24	14	0,73
2.6	15	26	15	0,60
2.8	16	25	16	0,47
3	15	22	16	0,33
3.2	12	17	13	0,33
3.4	9	14	10	0,47
3.6	11	18	12	0,53
3.8	15	23	16	0,93
4	15	29	16	0,80
4.2	14	26	15	0,93
4.4	14	28	15	0,67
4.6	12	22	13	0,67
4.8	12	22	13	0,73
5	14	25	15	0,93
5.2	16	30	17	1,00
5.4	14	29	15	0,93
5.6	14	28	15	1,00
5.8	19	34	20	1,33
6	17	37	18	1,20
6.2	16	34	17	0,87
6.4	17	30	18	1,07
6.6	18	34	19	1,07
6.8	20	36	21	1,67
7	15	40	16	0,73
7.2	13	24	14	0,60
7.4	10	19	11	0,53
7.6	9	17	10	0,40
7.8	9	15	10	0,73
8	13	24	14	0,87
8.2	13	26	14	0,93
8.4	16	30	17	0,93
8.6	15	29	16	0,93
8.8	18	32	19	1,27
9.0	16	35	17	1,13
9.2	15	32	16	1,07
9.4	13	29	14	0,87
9.6	14	27	15	1,00
9.8	14	29	15	1,00
10.0	14	29	16	1,00

z	Rp	RI	qc	fs
10.2	16	31	18	0,40
10.4	12	18	14	0,53
10.6	10	18	12	0,40
10.8	10	16	12	0,53
11	13	21	15	0,60
11.2	14	23	16	1,00
11.4	15	30	17	0,93
11.6	15	29	17	1,07
11.8	18	34	20	1,13
12	25	42	27	0,60
12.2	15	24	17	1,80
12.4	20	47	22	1,40
12.6	17	38	19	1,40
12.8	19	40	21	1,13
13	13	30	15	0,67
13.2	12	22	14	0,40
13.4	11	17	13	0,40
13.6	13	19	15	0,47
13.8	13	20	15	0,60
14	18	27	20	0,87
14.2	20	33	22	1,47
14.4	23	45	25	1,67
14.6	25	50	27	1,87
14.8	26	54	28	1,93
15	25	54	27	2,00
15.2	25	55	27	2,00
15.4	25	55	27	1,87
15.6	25	53	27	
15.8				
16				
16.2				
16.4				
16.6				
16.8				
17				
17.2				
17.4				
17.6				
17.8				
18				
18.2				
18.4				
18.6				
18.8				
19.0				
19.2				
19.4				
19.6				
19.8				
20.0				

FOTO PIAZZAMENTO



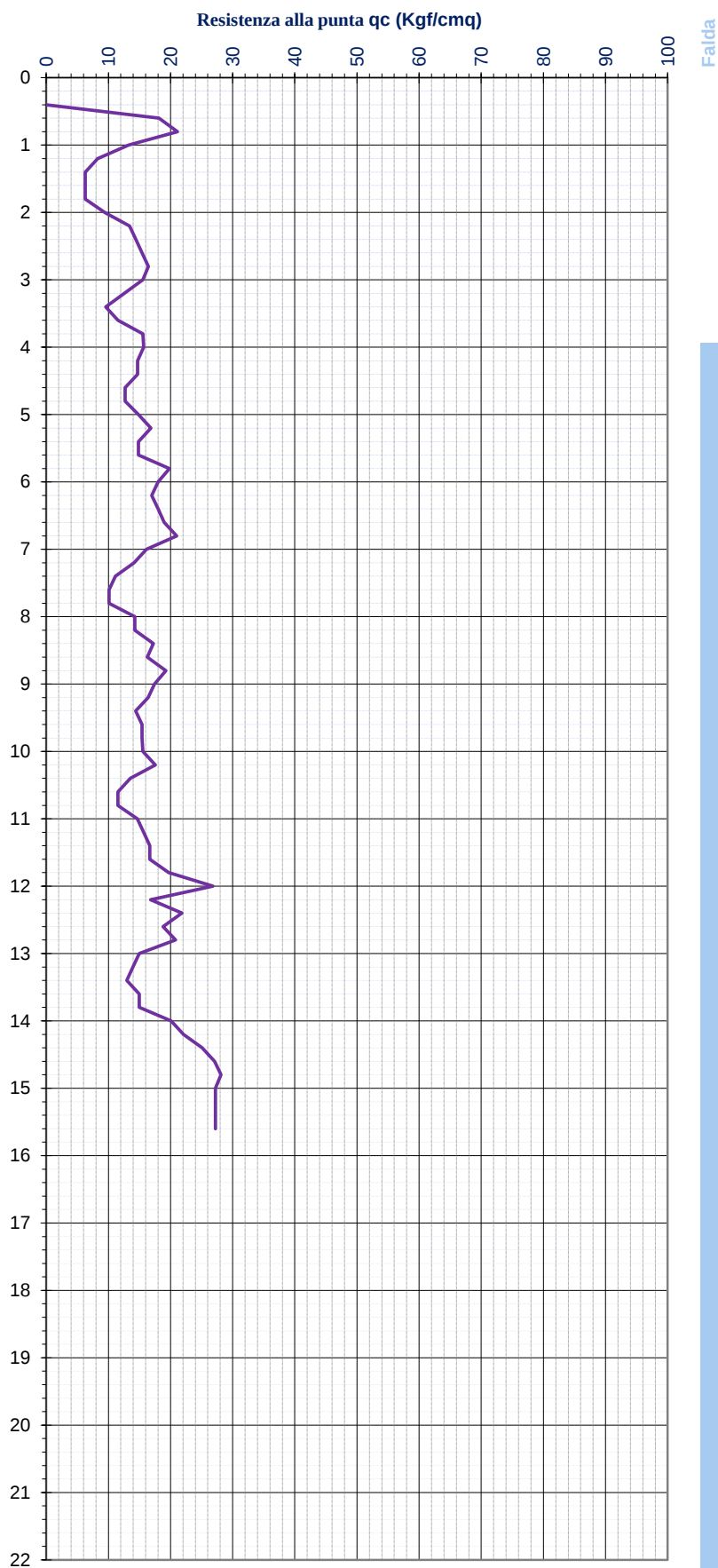
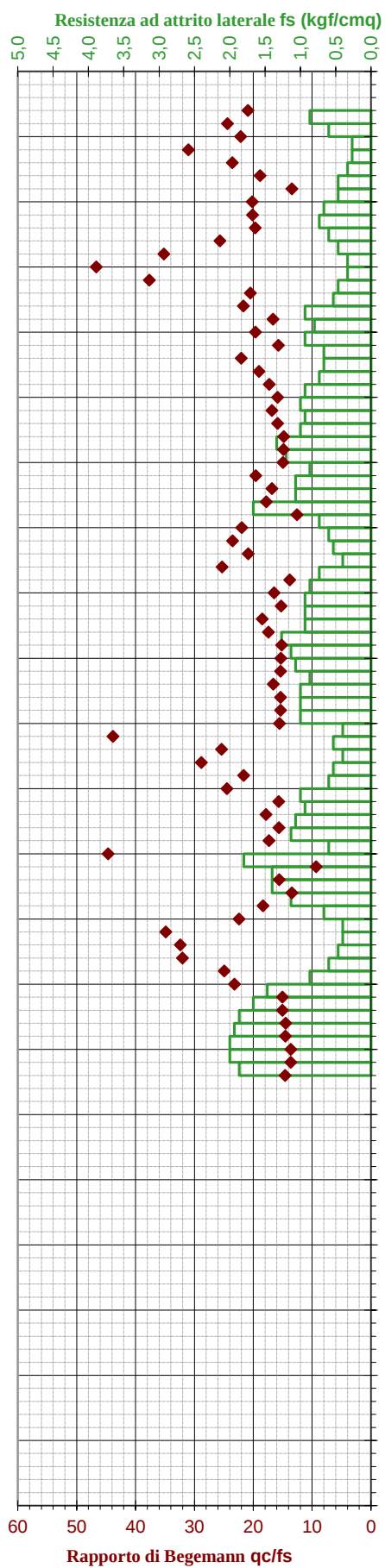
Letture punta:
Letture punta + manicotto:
Resistenza alla punta:
Resistenza unitaria ad attrito laterale:
Rapporto di Begemann o Indice delle Resistenze:

Rp (kg/cm²)
RI (kg/cm²)
qc (kg/cm²)
fs (kg/cm²)
qc/fs.

NB: Il valore di qc calcolato tiene conto del peso delle astine interne alla profondità di lettura Rp (si veda scheda caratteristiche penetrometro)



c.9337.Comune di Parma - Prot. 14/11/2025.0323866.E



CARATTERISTICHE PENETROMETRO

PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CON PUNTA MECCANICA -CPT

- Dispositivo di spinta: 200 kN;
- Sistema acquisizione dati con cella a trasduttore di pressione e lettura digitale;
- Punta con manicotto di Begemann (Friction Sleeve Cone);
- Anello allargatore sulla seconda/terza asta.

Nell'esecuzione delle indagini penetrometriche Cpt con punta meccanica (punta olandese con manicotto Begemann), la resistenza alla punta **qc** misurata ad una determinata profondità z è pari a:

$$q_{C(z)} = R_{p(z)} / A_c$$

essendo R_p la forza applicata ed A_c l'area della base del cono (10 cm²)

occorre tener presente che il valore **qc** è pari al valore della forza (R_p) letta in superficie più il peso delle astine interne ($\approx 1,4$ Kg/m) che compongono la batteria sino alla profondità di lettura di R_p , quindi:

$$q_{C(z)} = (R_{p(z)} + 1,4 \times n^{\circ} \text{astine}) / A_c$$

Il calcolo del valore di f_s è ricavabile genericamente da:

$$f_s = Q_s / A_s$$

essendo Q_s lo sforzo totale per infiggere manicotto e A_s l'area della sup. laterale del manicotto (150 cm²)

Il valore di Q_s nel caso di utilizzo della punta con manicotto Begemann

$$Q_s = R_l - R_p$$

essendo R_l la forza applicata in superficie per infiggere punta+manicotto

Si deve tenere inoltre in debita considerazione la corretta posizione del manicotto e della punta conica, in relazione alla profondità z cui sono letti i 2 valori R_p ed R_l , quindi la formulazione corretta per f_s sarà:

$$f_{s(z)} = Q_{s(z+20 \text{ cm})} / A_s = (R_{l(z+20 \text{ cm})} - R_{p(z+20 \text{ cm})}) / A_s$$

Cioè il valore dell'attrito sul manicotto calcolato per misure a profondità z del cono deve essere riferito alla profondità $z+20$ cm. Di conseguenza il Rapporto di Begemann o Indice delle resistenze:

$$q_c / f_s = q_{C(z)} / f_{s(z)}$$

In relazione a quanto sopra, sono quindi stati acquisiti i valori delle letture R_p e R_l dedotti dalle schede in situ e diagrammando i valori corretti su apposite schede che tenessero in conto gli aspetti sopra esposti.



c_9337.Comune di Parma - Prot. 14/11/2025.0323866.E

Elaborazione dati di campagna prove penetrometriche CPT



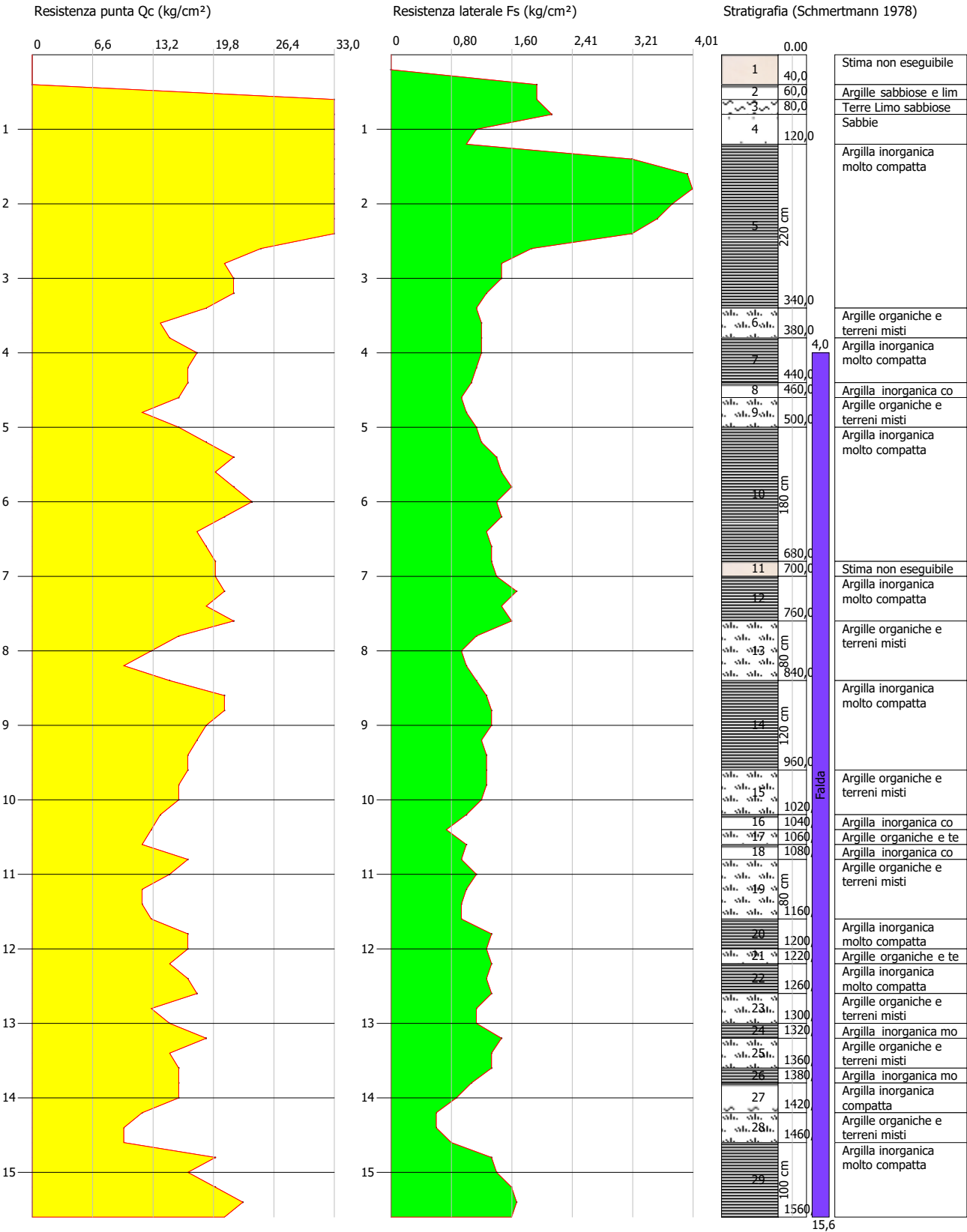
Probe CPT - Cone Penetration Nr.1
Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Committente:
Cantiere:
Località:

Comune di Parma
Nodo Stradale Casello A1
Parma

Data: 31/10/2025

Scala 1:76 - Qc: 1 cm=6,19 kg/cm² - Fs: 1 cm=0,75 kg/cm²





Probe CPT - Cone Penetration Nr.2
Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Committente: Comune di Parma
Cantiere: Nodo Stradale Casello A1
Località: Parma

Data: 31/10/2025

Scala 1:76 - Qc: 1 cm=6,19 kg/cm² - Fs: 1 cm=0,75 kg/cm²

