

Spettabile  
**COMUNE DI FERRARA**  
Servizio Pianificazione Territoriale -  
Progettazione  
U.O. Piani Urbanistici Attuativi - Progettazione e  
Gestione  
Piazza del Municipio, 2  
**44121 Ferrara FE**

**Oggetto:** riferimenti normativi.

Il sottoscritto dott. geol. Mastellari Matteo iscritto all'Ordine dei Geologi dell'Emilia Romagna n. 1004 dichiara che la relazione geologica relativa a "Indagine geognostica eseguita per la richiesta di approvazione di piano urbanistico attuativo per l'area limitrofa a via Valle Rillo e area in via Volano" è conforme a:

- ✓ D.M. 11 marzo 1988 con Circ. LL. PP. 24 settembre 1988 n. 30483
- ✓ Legge n. 109 del 11 febbraio 1994, art. 16 comma 3 e 4 e ss. mm. ii.
- ✓ A.G.I. raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini giugno 1977
- ✓ UNI EN 1991 (Eurocodice 1): basi di calcolo e azioni sulle strutture
- ✓ UNI EN 1997 (Eurocodice 7): progettazione geotecnica
- ✓ UNI EN 1998 (Eurocodice 8): progettazione delle strutture per la resistenza sismica
- ✓ D.M. del 16 gennaio 2006 Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni
- ✓ D.M. del 14 gennaio 2008 Norme tecniche per le costruzioni
- ✓ Delibera assemblea legislativa n. 112/2007 della regione Emilia – Romagna "Atto di indirizzo e coordinamento tecnico" per gli studi di micronizzazione sismica.
- ✓ D.G.R. n. 2193 del 21 dicembre 2015.
- ✓ D.M. del 17 gennaio 2018 Aggiornamento Norme tecniche per le costruzioni NTC2018.

In particolare:

1. *D.M. del 17 gennaio 2018 Aggiornamento Norme tecniche per le costruzioni NTC2018:*

**Classificazione del suolo di fondazione**

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni sono chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II del NTC2018, per cui si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio,  $V_s$ . I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità  $V_s$  per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo.

I valori di  $V_s$  sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata

affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{s,eq}$  (m/s), definita dall'espressione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

con:

$h_i$  spessore dell' $i$ -esimo strato;

$V_{s,i}$  velocità delle onde di taglio nell' $i$ -esimo strato;

$N$  numero di strati;

$H$  profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse. Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite nella tabella sotto riportata.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi 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	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, 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	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.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente 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 100 m/s e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C e D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Il valore di  $V_{Seq}$  viene di seguito calcolato anche attraverso una correlazione con la prova penetrometrica SCPTU, che raggiunge la profondità di 30.00 m da piano campagna. La categoria di suolo dipende dal valore di  $V_{Seq}$ .

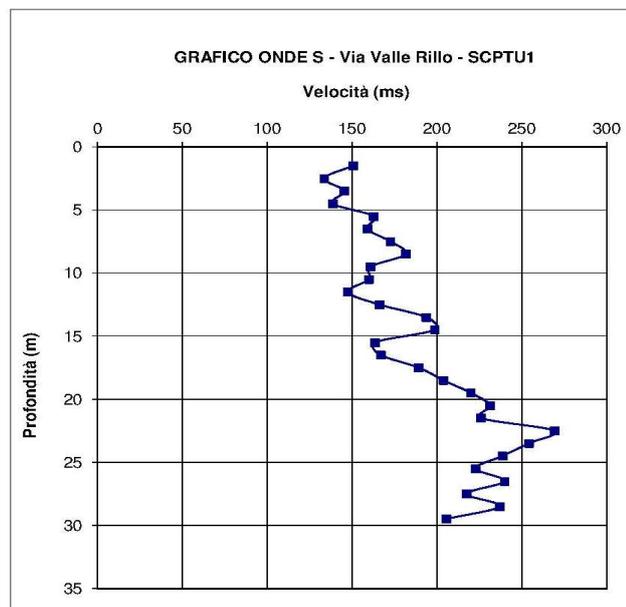


Figura 7: grafico onde S

Tale valore viene di seguito calcolato attraverso la prova penetrometrica SCPTU1 e realizzata nell'anno 2012 per la realizzazione del Quadro Conoscitivo del POC, spinte fino alla profondità di -30,00 m da p.c. e nuovamente rielaborate dallo scrivente. La prova consiste nell'inserire sulla punta elettrica della prova penetrometrica statica dei ricevitori (geofoni) che con opportuna strumentazione e una sorgente di onde in superficie possono essere misurati, a profondità diverse, in questo caso ad ogni metro fino alla profondità di -30,00 m da p.c., i tempi di arrivo delle onde sismiche fra la superficie (sorgente) ed i ricevitori (in profondità), analogamente a quanto avviene con il metodo geofisico cosiddetto "downhole".

In base ai tempi di arrivo conoscendo la distanza tra la sorgente ed il ricevitore si può calcolare la velocità delle onde sismiche ed in particolare delle onde di taglio ( $V_s$ ).

Durante la realizzazione della prova penetrometrica SCPTU1 sono state realizzate letture dirette dei tempi di arrivo delle onde di taglio S ad intervalli regolari fino alla profondità di -30,00 m da piano campagna. Attraverso questo strumento è possibile determinare la velocità di propagazione delle onde S alla profondità di 30 metri ( $V_{s30}$ ). Di seguito viene riportata l'elaborazione della prova svolta in sito con la rappresentazione del profilo verticale della velocità delle onde di taglio S (figura 7) ad ogni metro e la categoria di suolo di fondazione (ricavata attraverso il profilo fino alla profondità di -30 m da p.c.) della prova SCPTU eseguita in sito (figura 8).

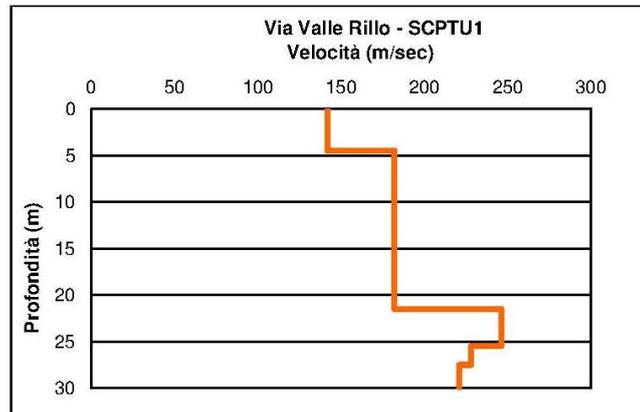


Figura 8: Profilo di velocità delle onde S stimato nel sito in esame

Strato	Profondità (m)	Spessore (m)	$V_s$ (m/s)
1	4.5	4.5	142
2	21.5	17.0	182
3	25.5	4	246
4	27.5	2	228
5	29.5	2	221
semispazio			350

Il valore di  $V_{Seq}$  calcolato risulta:

$$V_{Seq} = 188 \text{ m/sec}$$

e quindi la categoria di suolo è C: 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.

2. D.G.R. n. 2193 del 21 dicembre 2015:

il sito non rientra nell'analisi della risposta sismica locale.

Ferrara, 25 luglio 2018.



Mastellari Matteo