

Ordine degli Ingegneri
della Provincia di Macerata
Commissione Strutture e Geotecnica

ANALISI DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE

Quando, perché e come effettuarla



- › **RSL e NTC**
 - Generalità
 - Criticità
- › **Il Capitolo 10**
- › **Risposta Sismica Locale, Quando?**
 - Generalità
 - Implicazioni
 - Quantificazione
 - Come si comporta il terreno
- › **Modellazione RSL**
 - Metodi empirici
 - Metodi approssimati
 - Metodi sperimentali
 - Metodi numerici
 - RSL 1D
 - Schemi ideali 1D
 - Periodi/frequenze possibili
 - Sottosuolo reale
- › **Ordinanza 55**
 - Premessa
 - Pianificazione
 - Interventi sui manufatti
 - Problemi
 - Volume significativo
- › **NTC2018 e MS3**
- › **Regolarizzazione dello spettro**
 - Come si procede
 - Problemi
- › **Occhio ai problemi**
 - Legge di propagazione degli errori
 - Menù
 - Modello
 - Metodo
 - Sezione stratigrafica
 - Curve di variazione G/G0 e D%
 - Profilo sismostratigrafico
 - Selezione degli input sismici
 - Controlli
- › **Perché gli ingegneri continuano a chiedere T***
- › **Miglioramento al 60%**

RSL e NTC

Come confondere le acque.....



Ing. Roberto Di Girolamo
Via G. di Giovanni 10B – 62032 Camerino (MC)
Skype: roberto.di.girolamo – canale telegram: https://t.me/RSL_SISMA2016
<http://www.robertodigirolamo.engineer> - info@robertodigirolamo.engineer
port.: +393356394081 - rdigirolamo66@gmail.com

3

NTC2018

3.2.2. CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della **risposta sismica locale** si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3.

In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano **chiaramente riconducibili** alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, **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 .

4

NTC2018

3.2.2. CATEGORIE DI SOTTOSUOLO TOPOGRAFICHE

Questa sottolineatura per evidenziare due problemi che verranno trattati in seguito

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, di cui al § 6.2.2.

I valori di V_S sono ottenuti mediante specifiche indagini o 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.

5

NTC2018

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

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 <u>miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità</u> 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 <u>miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità</u> 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 <u>miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità</u> e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	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.

6

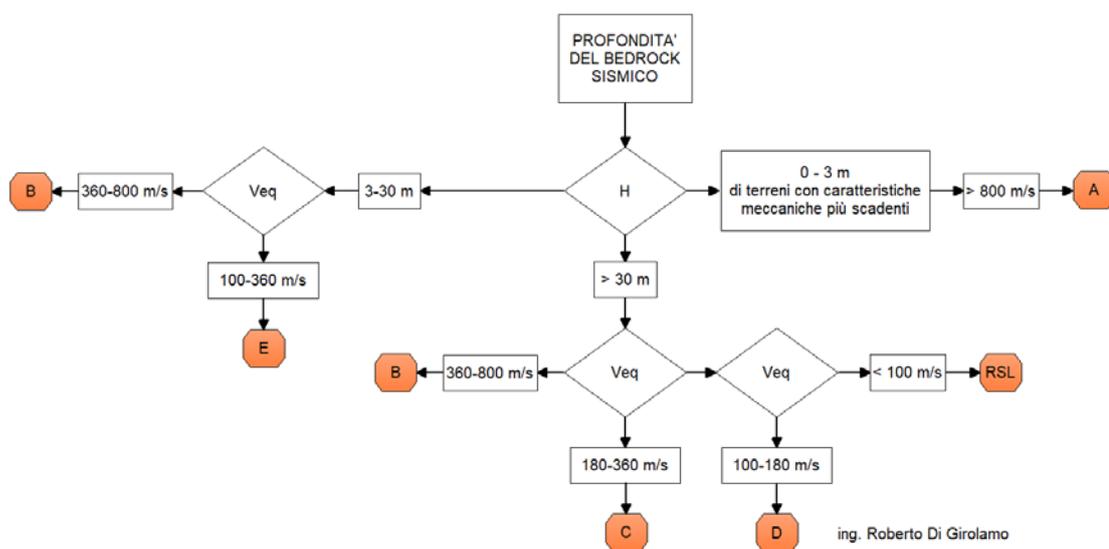
NTC2018

Osservazione

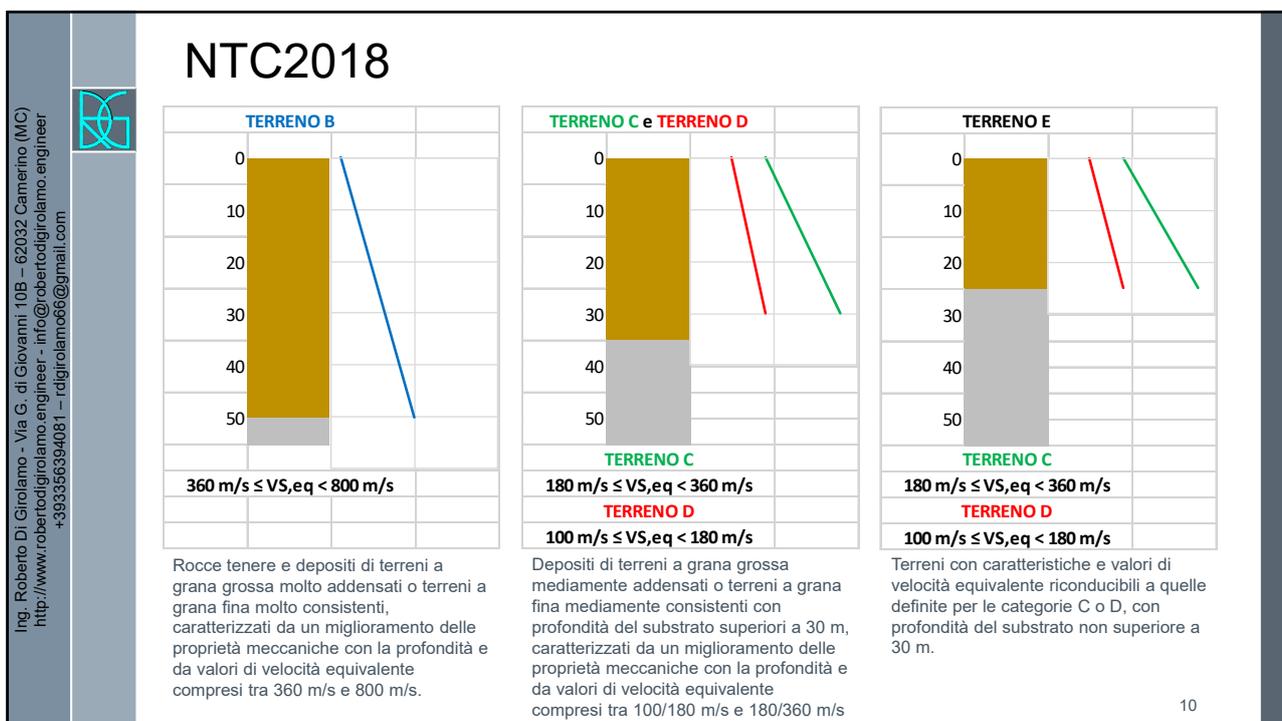
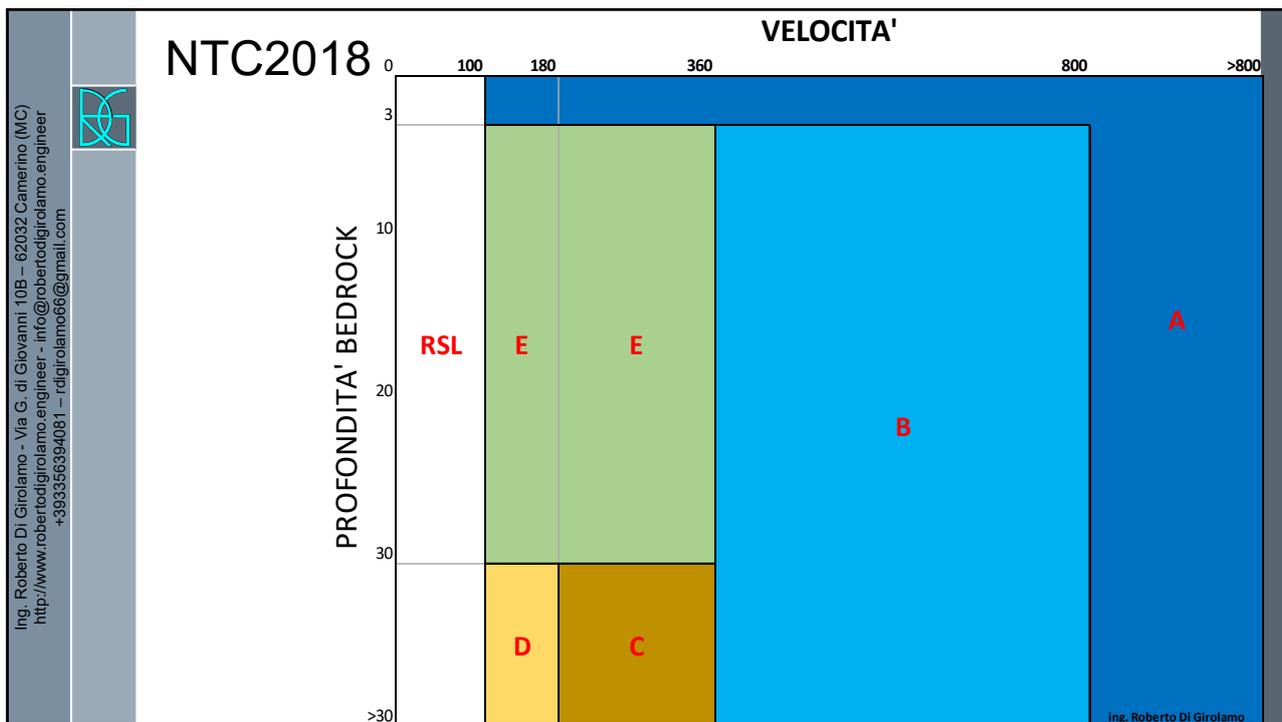
- > Il metodo principale per la classificazione del sottosuolo è la Risposta Sismica Locale (RSL).
- > Il solo indicatore di riferimento per la classificazione sismica è il taglio, V_s , e derivato. **FONDAMENTALE È LA CONESCENZA DELLA PROFONDITÀ DEL BEDROCK SISMICO (STRATO CON VELOCITÀ > 800 m/s)**
- > Le norme prevedono metodologie del tipo "di campo" che "di fatto" sono molto semplificate, ma solo in subordine, attribuendo, di fatto, un diverso e inferiore rango a queste metodologie per la determinazione di V_s .

7

NTC2018

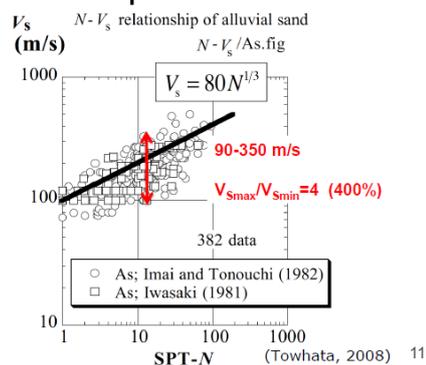


8



NTC 2018

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.



NTC 2018

> A prima vista sembrerebbe che l'aggiornamento delle NTC abbia portato ad una semplificazione e la sostanziale possibilità di ingresso nella tabella 3.2.II delle categorie di sottosuolo semplificate con maggiore facilità...

> ma è proprio così?

NTC 2018 - Criticità

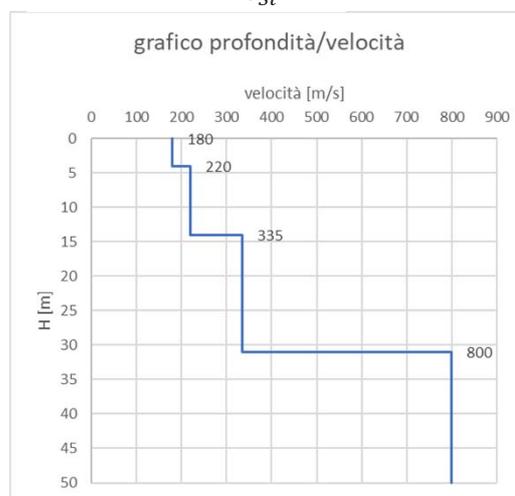
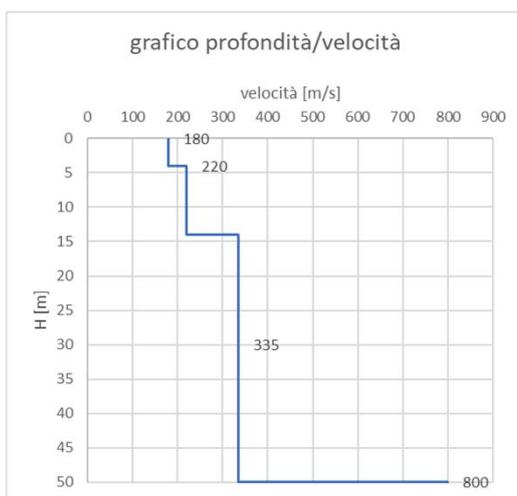
- › Se ci sono **contrast** di **impedenza** significativi l'approccio semplificato non può essere applicato.
- › L'approccio semplificato può essere applicato solo nel caso di schema di terreno uniforme o stratificazione orizzontale del terreno (**occhio ai problemi 2D**).
- › L'approccio semplificato può essere applicato solo con miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità, nel caso di **inversione di velocità** l'approccio semplificato non può essere applicato.
- › Nel caso di **presenza di cavità** l'approccio semplificato non può essere applicato.
- › Nel caso di **depositi di forte spessore sopra al bedrock** bisogna valutare attentamente la risposta sismica e pertanto l'approccio semplificato non può essere applicato.

13

NTC 2018 - Criticità

- › **Contrasti di impedenza**

$$V_{S,eq} [m/s] = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{Si}}} = 260$$



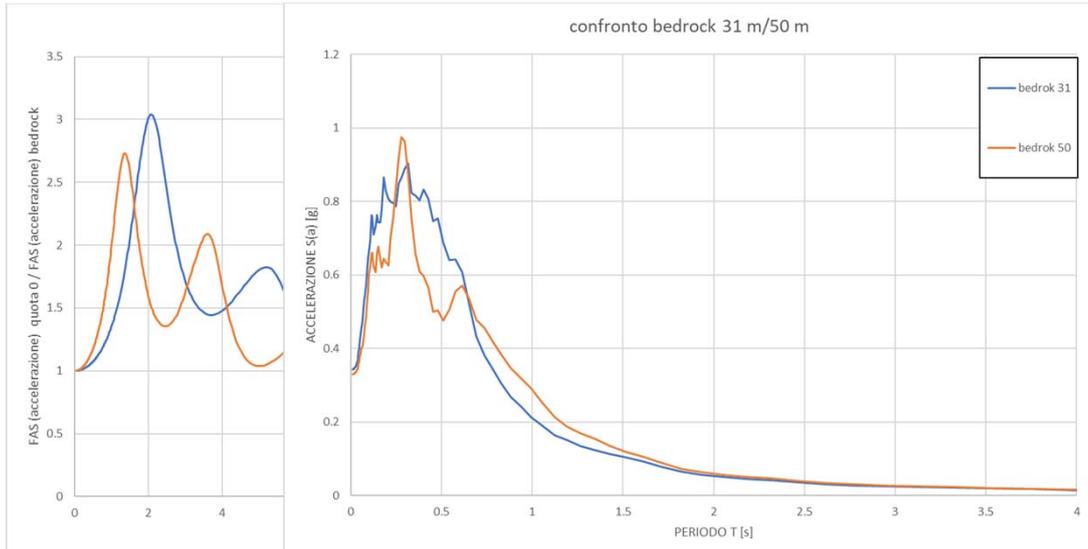
14

Ing. Roberto Di Girolamo - Via G. di Giovanni 10B - 62032 Camerino (MC)
 http://www.robertodigirolamo.engineer - info@robertodigirolamo.engineer
 +393356394081 - rdigirolamo66@gmail.com



NTC 2018 - Criticità

> Contrasti di impedenza



Ing. Roberto Di Girolamo - Via G. di Giovanni 10B - 62032 Camerino (MC)
 http://www.robertodigirolamo.engineer - info@robertodigirolamo.engineer
 +393356394081 - rdigirolamo66@gmail.com



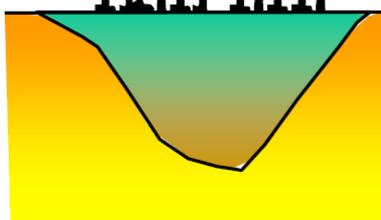
NTC 2018 - Criticità

> Problemi 2D

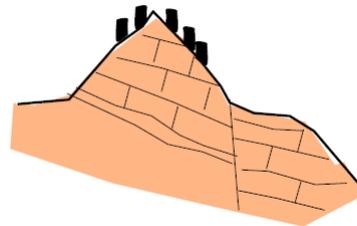
Valli Superficiali



Valli Profonde



Creste e Pendii



Piastroni e banchi



Lanzo, Rielaborazione slide corso

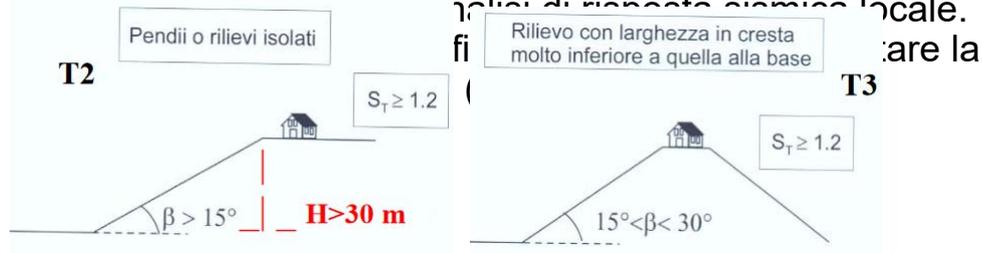
Ing. Roberto Di Girolamo - Via G. di Giovanni 10B - 62032 Camerino (MC)
 http://www.robertodigirolamo.engineer - info@robertodigirolamo.engineer
 +393356394081 - rdigirolamo66@gmail.com



NTC 2018 - criticità

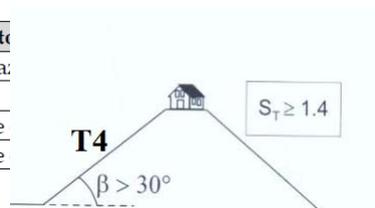
Condizione Topografiche

› Per condizioni topografiche complesse è necessario



Tab. 3.2.III - *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i < 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base

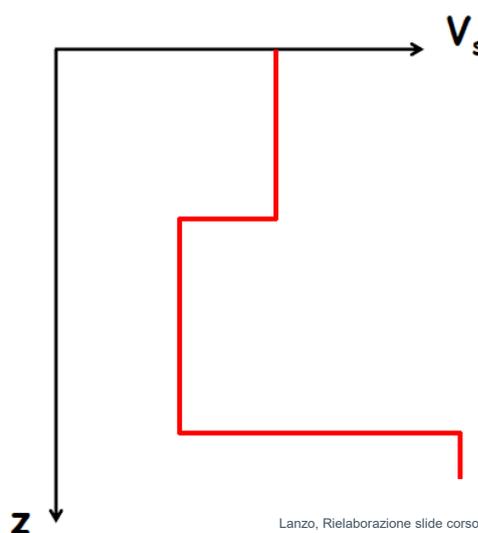


Ing. Roberto Di Girolamo - Via G. di Giovanni 10B - 62032 Camerino (MC)
 http://www.robertodigirolamo.engineer - info@robertodigirolamo.engineer
 +393356394081 - rdigirolamo66@gmail.com



NTC 2018 - criticità

› Inversione delle velocità



Lanzo, Rielaborazione slide corso

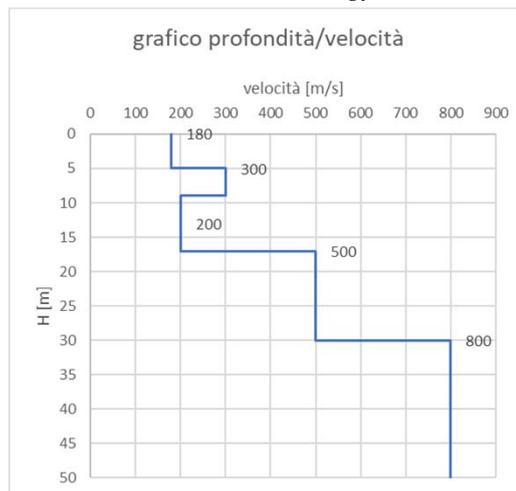
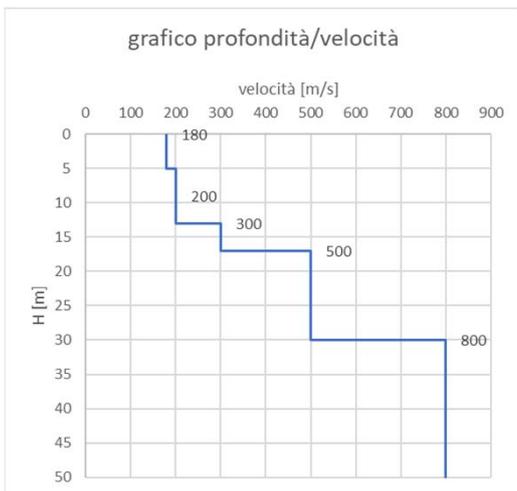
Ing. Roberto Di Girolamo - Via G. di Giovanni 10B - 62032 Camerino (MC)
 http://www.robortodigirolamo.engineer - info@robortodigirolamo.engineer
 +393356394081 - rdigirolamo66@gmail.com



NTC 2018 - criticità

> Inversione delle velocità

$$V_{S,eq} [m/s] = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{Si}}} = 280$$



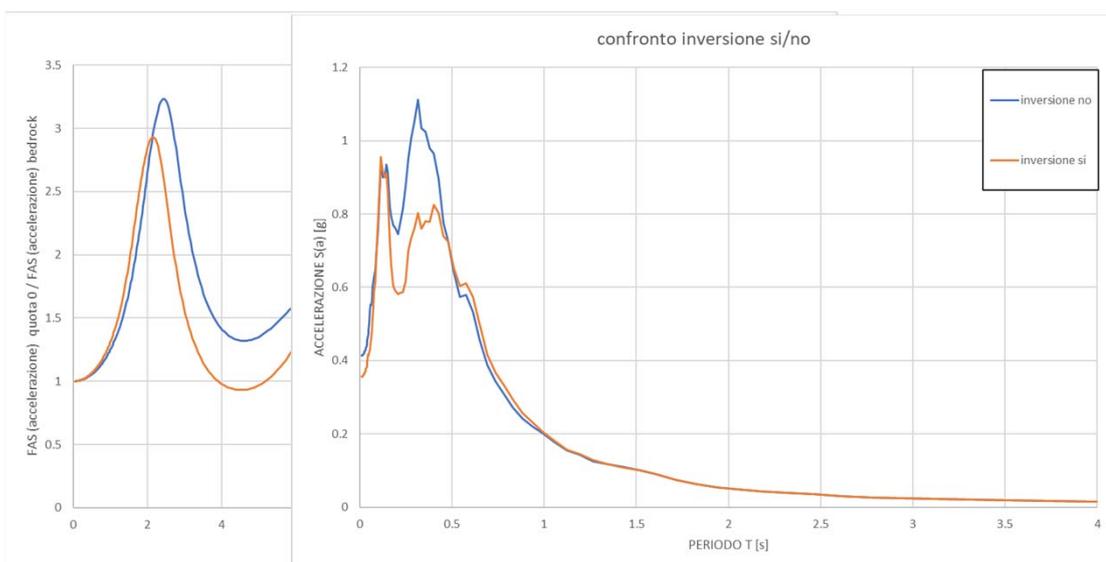
19

Ing. Roberto Di Girolamo - Via G. di Giovanni 10B - 62032 Camerino (MC)
 http://www.robortodigirolamo.engineer - info@robortodigirolamo.engineer
 +393356394081 - rdigirolamo66@gmail.com



NTC 2018 - criticità

> Inversione delle velocità



Ing. Roberto Di Girolamo - Via G. di Giovanni 10B – 62032 Camerino (MC)
 http://www.robortodigirolamo.engineer - info@robortodigirolamo.engineer
 +393356394081 - rdigirolamo66@gmail.com

NTC 2018 - criticità

› Deposito di terreno con H=100-200 m sovrastante al bedrock

$$T_0 = \frac{4H}{V_s}$$

Lanzo, Rielaborazione slide corso
21

Ing. Roberto Di Girolamo - Via G. di Giovanni 10B – 62032 Camerino (MC)
 http://www.robortodigirolamo.engineer - info@robortodigirolamo.engineer
 +393356394081 - rdigirolamo66@gmail.com

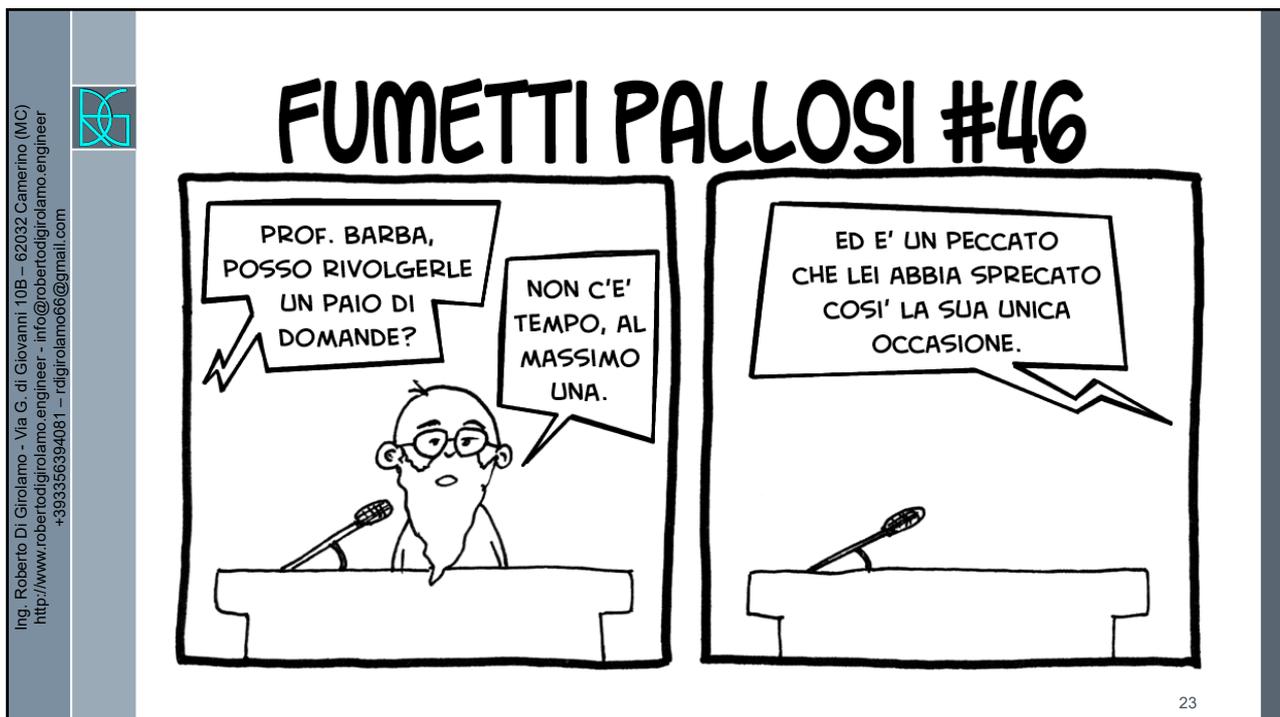
NTC 2018 - criticità

› Tutto insieme – Centro Storico L’Aquila

$$f_0 = 0.5 - 0.6 \text{ Hz}$$

$$T_0 = 1.67 - 2 \text{ s}$$

Lanzo, Rielaborazione slide corso
22



Ing. Roberto Di Girolamo - Via G. di Giovanni 10B - 62032 Camerino (MC)
<http://www.robertodigirolamo.engineer> - [+393356394081](mailto:info@robertodigirolamo.engineer) - rdigirolamo66@gmail.com

- > È il caso di inserire critiche che il cambio della definizione è avvenuto senza cambiare lo spettro?
- > È il caso di inserire critiche su come si calcola la parcella?
- > Posso dire la mia?

24