

# ORDINE DEI GEOLOGI DEL LAZIO

CORSO DI AGGIORNAMENTO PROFESSIONALE

Roma, 7 dicembre 2012

## **Microzonazione Sismica: La nuova DGR Lazio n. 535 del 2 novembre 2012 (BUR Lazio n. 64 del 15 novembre 2012)**

Antonio Colombi

Ufficio di Staff della Direzione Regionale Ambiente

Regione Lazio

[acolombi@regione.lazio.it](mailto:acolombi@regione.lazio.it)

## PERCHÈ UNA NUOVA DGR?

Alla luce del primo periodo di sperimentazione delle DGR di Microzonazione Sismica emanate dalla Regione Lazio come recepimento di ICMS (*DGR n. 545/2010 – Linee Guida; DGR n. 490/2011 – Abachi Regionali*), si è notata una generale confusione nell'esecuzione delle indagini minime da eseguire.

Pertanto, al fine di dover indicare con maggior dettaglio le indagini geologiche e geofisiche da eseguire da parte dei Professionisti incaricati di redigere i diversi livelli di MS, si è ritenuto necessario modificare:

- le Tabelle 1, 2 e 3 dell'Allegato A della DGR Lazio n. 545/2010
- la Tabella 1 dell'Allegato A della DGR Lazio n. 490/2011.

In tal senso le indagini minime richieste per ciascun Livello di MS diventano:

## LIVELLO 1

<p><b>INDAGINI MINIME tutte da eseguire</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Raccolta di tutti i dati pregressi: rilievi geologici, geomorfologici e geologico-tecnici, sondaggi, indagini geofisiche.</li> <li>• Rilevamenti geologici di controllo sul terreno con sezioni stratigrafiche tipo</li> <li>• Misure della frequenza naturale del sito con tecniche passive o attive a stazione singola (<i>almeno due per ciascuna zona suscettibile di amplificazione sismica o zone stabili</i>)</li> <li>• In caso di situazioni geologiche complesse o di incertezza sul modello geologico del sottosuolo dovrà essere identificato il profilo di velocità delle onde S con indagini di tipo MASW, SASW, REMI etc (almeno una prova per ciascuna zona Suscettibile di Amplificazione Sismica)</li> </ul>
<p><b>ALTRE INDAGINI da eseguire se necessarie</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Altre indagini geofisiche (<i>tipo MASW, SASW, REMI</i>), per identificare il substrato rigido con <math>V_s &gt; 700</math> m/s</li> </ul>
<p><b>METODO DI PROCESSO</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nuovi Rilievi, Rilettura, Analisi e Sintesi dei dati e delle cartografie disponibili.</li> </ul>
<p><b>PRODOTTI FINALI OBBLIGATORI</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carta delle Indagini (pdf e shapefile);</li> <li>• Carta Geologico Tecnica (pdf o shapefile a secondo del tipo di finanziamento);</li> <li>• Carta delle misure delle Frequenze fondamentali (pdf e shapefile)</li> <li>• Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (pdf e shapefile);</li> <li>• Relazione Geologica di Microzonazione Sismica (pdf)</li> </ul>

## LIVELLO 2

<p><b>INDAGINI MINIME da eseguire</b> per la determinazione di <b>almeno 3 valori di FH</b> su differenti verticali da aumentare in riferimento alle problematiche geologiche e/o all'estensione dell'area</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Minimo un Sondaggio geognostico a carotaggio continuo almeno fino a 30mt di profondità nel caso di terreni o almeno 3 mt entro il comprovato raggiungimento del substrato rigido (<i>no trovanti o bancate isolate</i>), prove geognostiche in situ o in laboratorio o pozzetti geognostici in caso di presenza di substrato rigido a profondità minori di 5mt dal p.c.; Prove penetrometriche DPH o DPSH o CPT;</li> <li>• Indagini geofisiche per determinare il valore delle <math>V_{s_H}</math> (<i>tipo MASW, REMI, SASW</i>);</li> <li>• Con indagini geognostiche e geofisiche pregresse già effettuate nell'area da esaminare e/o nell'intorno significativo della stessa, il Geologo Realizzatore se ne assume la piena responsabilità. Nelle indagini pregresse deve essere presente almeno un sondaggio geognostico oltre a quelle già indicate precedentemente</li> <li>• Per le zone con condizioni di possibile suscettibilità alla liquefazione dovranno essere eseguite indagini e analisi per valutare, la distribuzione granulometrica, il coefficiente di Uniformità <math>U_c</math> e la Resistenza penetrometrica normalizzata.</li> </ul>
<p><b>ALTRE INDAGINI da eseguire se necessarie</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indagini geofisiche di tipo DH o CH</li> </ul>
<p><b>METODO DI PROCESSO</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Correlazioni e confronto con i risultati del Livello 1, se già validato</li> <li>• Abachi Regionali per il fattore di amplificazione FH</li> <li>• Confronto con le Ss di normativa per indicazioni su ulteriori approfondimenti</li> <li>• Abachi ICMS08 per amplificazione topografica per le zone suscettibili di amplificazione sismica con acclività <math>&gt; 30^\circ</math></li> </ul>
<p><b>PRODOTTI FINALI OBBLIGATORI</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carta delle Indagini (pdf e shapefile);</li> <li>• Carta di Microzonazione Sismica di Livello 2 con indicazione dei <math>F_H</math> (pdf e shapefile)</li> <li>• Relazione Geologica di Microzonazione Sismica (pdf);</li> </ul>
<p><b>PRODOTTI FINALI FACOLTATIVI</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carta delle Vs della Copertura (pdf e shapefile);</li> <li>• Carta delle Isobate del Bedrock (pdf e shapefile)</li> </ul>

## LIVELLO 3

<p><b>INDAGINI MINIME tutte da eseguire</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sondaggi geognostici, prove geotecniche in situ e di laboratorio</li> <li>• Almeno una indagine geofisica in foro del tipo DH o CH nell'area (anche già eseguite)</li> <li>• Almeno 2 prove geofisiche per la ricostruzione del profilo di velocità di tipo MASW, SASW, REMI etc possibilmente ortogonali fra loro</li> </ul>
<p><b>ALTRE INDAGINI consigliate per poter ricostruire la profondità del Bedrock sismico</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Misure HVSR</li> <li>• Sismica a rifrazione</li> <li>• Acquisizione dati sismometrici (<i>velocimetrici e accelerometrici</i>)</li> <li>• Per le zone in presenza delle condizioni di possibile suscettibilità alla liquefazione (<i>cf. cap. 4 DGR Lazio n. 545/10</i>) dovranno essere eseguite indagini e analisi di laboratorio per valutare, la distribuzione granulometrica, il coefficiente di Uniformità <math>U_c</math> e la Resistenza penetrometrica normalizzata.</li> </ul>
<p><b>METODO DI PROCESSO</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizzo degli Accelerogrammi regionali (<i>DGR Lazio 545/10</i>) per l'input sismico</li> <li>• Simulazione numerica a elementi finiti 1D e 2D con software specifici</li> <li>• Definizione dei fattori di amplificazione e loro distribuzione;</li> </ul>
<p><b>PRODOTTI FINALI OBBLIGATORI</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carta delle Indagini (pdf e shapefile)</li> <li>• Carta di Microzonazione Sismica di Livello 3 (pdf e shapefile);</li> <li>• Relazione Geologica di Microzonazione Sismica, contenente gli accelerogrammi di input utilizzati, spettri di risposta e conclusioni (pdf)</li> </ul>

## QUANDO NON SI USA IL LIVELLO 2

La stima dell'amplificazione sismica tramite l'utilizzo degli Abachi Regionali è possibile soltanto dove l'assetto geologico è assimilabile a un **modello fisico monodimensionale piano-parallelo**.

Non è possibile, invece, l'applicazione degli Abachi Regionali dove sono riscontrate le seguenti **5** situazioni geologico-morfostrutturali:

1. *Forme molto acclivi di superficie (possibili effetti di amplificazione topografica);*
2. *Aree soggette a instabilità (possibili aggravamenti delle amplificazioni);*
3. *Bacini sepolti, ovvero forme concave o articolate del substrato rigido sismico con riempimenti di sedimenti soffici, i cui effetti bidimensionali rendono non realistici il calcolo con Abachi, nel caso in cui non sia verificata la seguente condizione:*

$$\frac{h}{l} \leq 0.65 / \sqrt{C_v - 1}$$

*dove  $h$  è la profondità della valle,  $l$  la sua semiampiezza,  $C_v$  il rapporto fra la velocità  $V_s$  nel basamento sismico e quella media nei terreni di riempimento della valle;*

4. *Situazioni litostratigrafiche con inversione di velocità nel profilo delle  $V_s$  in profondità, quando sono verificate contemporaneamente **4** condizioni;*
5. *Aree con deformazioni permanenti (subsidenza, liquefazione e fagliazione attiva e capace).*

## QUANDO SI VA AL LIVELLO 3

Laddove ci si venga a trovare in uno dei cinque casi sopra citati sarà obbligatorio eseguire uno studio di **Livello 3 di MS (non RSL)** per qualunque zona o sottozona sismica, a esclusione della sottozona **3B** per la quale, al momento, non sono previsti studi superiori al Livello 1 di MS.

Per quanto concerne la presenza di materiali più rigidi in superficie e terreni con velocità delle onde  $V_s$  più basse a seguire, queste situazioni rientrano nelle **“Condizioni geologiche particolari”** e si rimanda a quanto indicato nel Capitolo 7 dell’Allegato A della DGR Lazio n. 490/2011 per l’applicazione degli Abachi Regionali.

## INVERSIONE DI VELOCITÀ?

Tenuto conto delle difficoltà incontrate dai Professionisti nell'indicare le inversioni di velocità in profondità, che si ricorda non permettono in alcun caso di utilizzare il metodo degli Abachi di Livello 2, si è reso necessario indicare con maggiore precisione la definizione di inversione del profilo di velocità con la profondità.

Pertanto si definisce con **Inversione di Velocità** del profilo delle  $V_s$  in profondità, una situazione litostratigrafica dove siano verificate contemporaneamente le seguenti **4** condizioni:

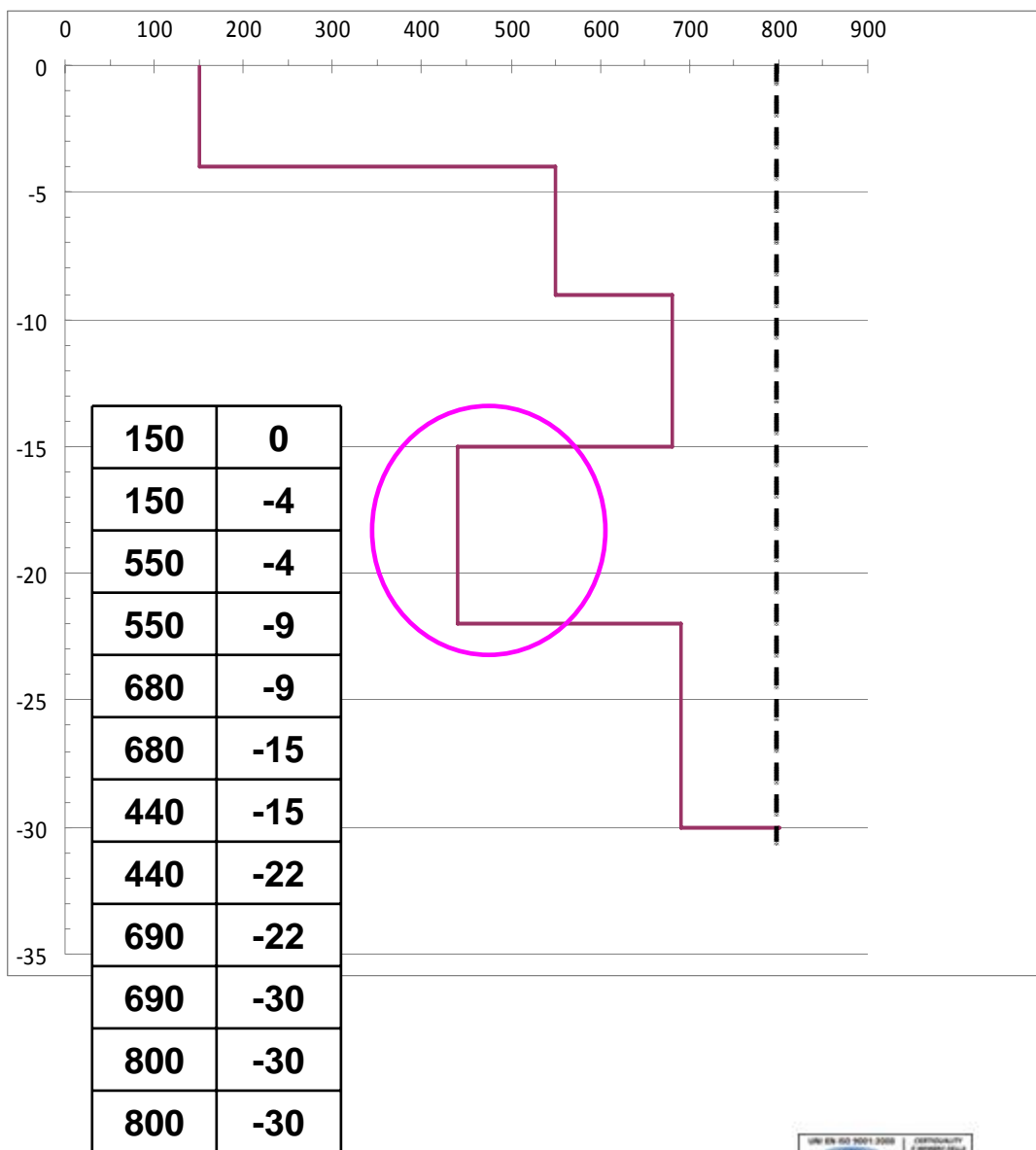
- *un terreno rigido che in profondità sovrasta un terreno soffice con un rapporto  $V_{s\text{ rig}}/V_{s\text{ sof}} > 1.5$ ;*
- *la differenza fra le  $V_s$  dei due terreni deve essere  $> 200$  m/s;*
- *lo spessore dello strato a minore velocità deve essere  $> 5$  mt*
- *la  $V_s$  dello strato più rigido deve essere  $\geq 500$  m/s.*



Vs strato Rigido	Vs strato Soffice	Rapporto Vs
500	299	1,672
550	349	1,576
600	399	1,504
650	449	1,448
650	433	1,501
700	499	1,403
700	466	1,502
750	549	1,366
750	499	1,503
800	599	1,336
800	533	1,501
850	649	1,310
850	566	1,502
900	699	1,288
900	599	1,503
950	749	1,268
950	633	1,501
1000	799	1,252
1000	666	1,502
1050	849	1,237
1050	700	1,501

- Spessore dello strato soffice > 5 m
- la  $V_s$  dello strato più rigido  $\geq 500$  m/s
- la differenza  $Vs_{rig}/Vs_{sof} > 200$  m/s
- Il rapporto  $Vs_{rig}/Vs_{sof} > 1.5$

Inversione	1,501
Non Inversione	1,499



Spessore strato soffice 7mt

$V_{sR} - V_{sS} = 240 \text{ m/s}$

$V_{sR} = 680 \text{ m/s}$

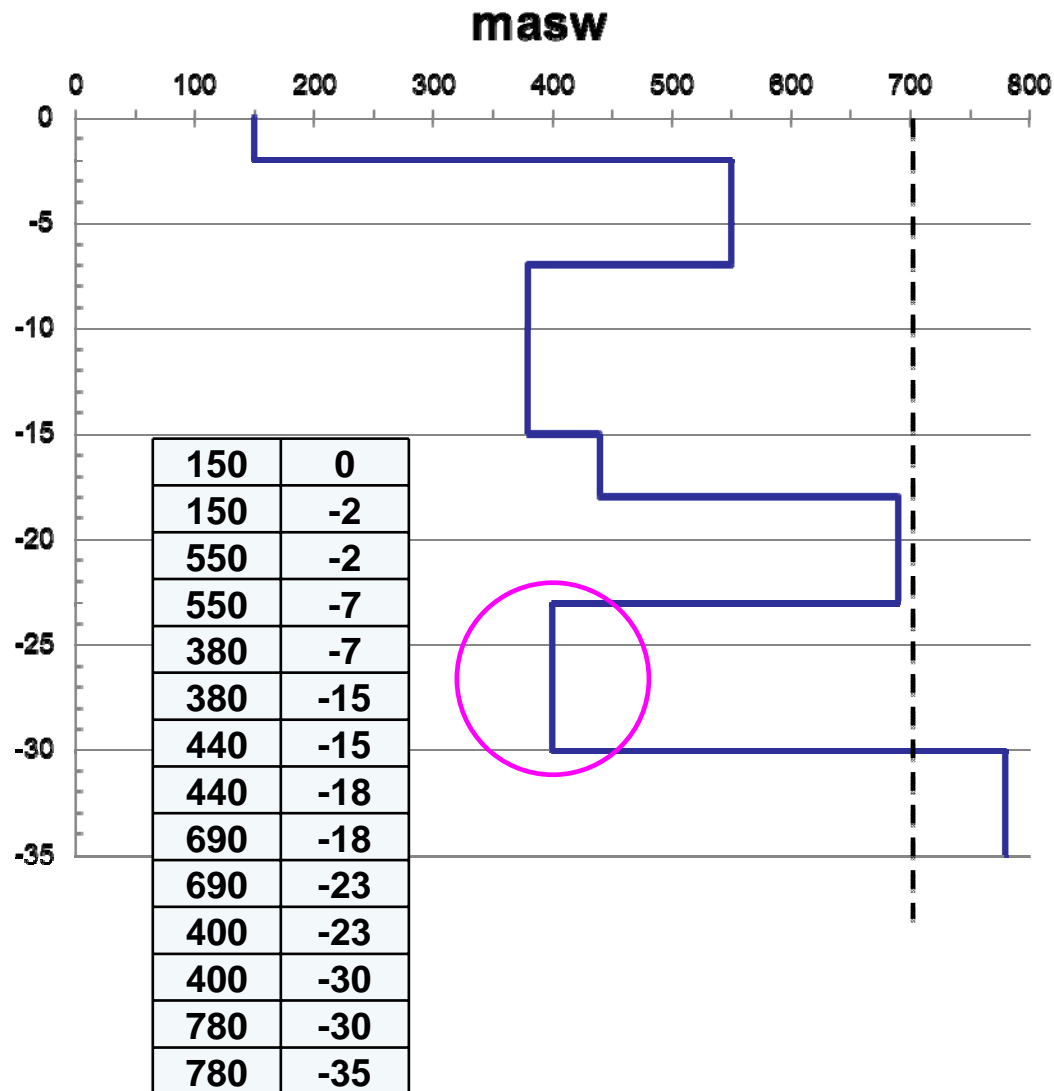
$V_{sR}/V_{sS} = 1.54$

INVERSIONE?

**SI**

**CATEGORIA**

**S2**



Spessore 1° strato soffice 8mt  
 $V_{sR}-V_{sS} = 170\text{m/s}$   
 $V_{sR} = 550\text{m/s}$   
 $V_{sR}/V_{sS} = 1.45$

INVERSIONE?

**NO**

Spessore 2° strato soffice 7mt  
 $V_{sR}-V_{sS} = 290\text{m/s}$   
 $V_{sR} = 690\text{m/s}$   
 $V_{sR}/V_{sS} = 1.57$

INVERSIONE?

**SI**

**CATEGORIA**

**S2**

## NUOVA PROCEDURA ART. 89 DPR 380/01 DOPO IL LIVELLO 2

Gli studi di MS **non possono** impedire l'attività edificatoria e costruttiva, **a parte i casi particolari di deformazioni permanenti riconosciute**, ma servono ad indicare quali siano i contributi amplificativi del moto sismico da valutare in fase progettuale.

Con la nuova DGR si ordina in modo corretto il rapporto fra Livelli di MS 2/3 e la Progettazione, ma soprattutto con i pareri di compatibilità geomorfologica ai sensi dell'art.89 del DPR n. 380/2001 rilasciato dall'Autorità Regionale competente.

Con l'introduzione degli Abachi Regionali, il Livello 2 di MS provvede a:

- *Indicare le aree per le quali, a seguito dell'applicazione del metodo degli Abachi Regionali, i valori del Fattore di Amplificazione rientrano nella norma;*
- *Fornire indicazioni sulle zone o parti di esse per le quali, a seguito del Livello 2, i fattori di Amplificazione sismica non rientrano nella norma e quindi sarà necessario un approfondimento di analisi di risposta sismica locale in sede di progettazione esecutiva.*
- *Contribuire alla definizione della idoneità territoriale delle aree investigate utilizzabile ai fini urbanistici e territoriali (Carta di Idoneità Territoriale ai sensi DGR 2649/99);*

Nel caso di una pianificazione di un'area, è necessario assicurare che i risultati delle modellazioni operate nel Livello 2 di MS siano rappresentativi di tutte le situazioni sismiche omogenee presenti nell'area, al fine di poter suddividere l'area in microzone omogenee per valori di  $F_H$  (*Carta di MS di Livello 2*) e quindi caratterizzarla sismicamente nel modo più idoneo. Quindi....

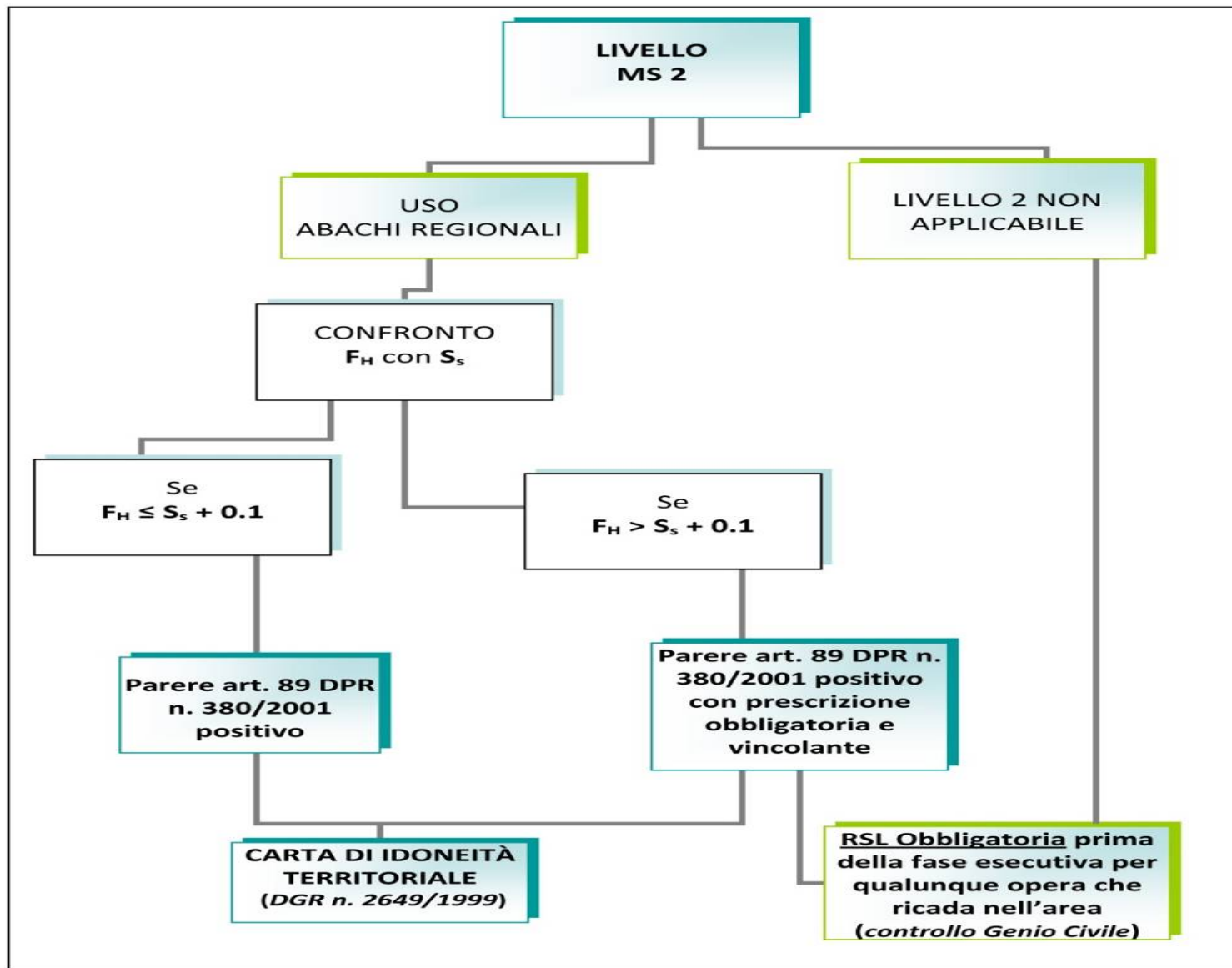
**E' obbligatorio eseguire almeno 3 analisi di  $F_H$  per l'area investigata aumentando il numero in riferimento alle problematiche geologiche e/o all'estensione dell'area.**

Si ricorda che con l'introduzione degli Abachi Regionali le procedure per il Livello 2 sono:

- *Esecuzione di indagini geofisiche e geognostiche al fine di determinare la coppia di valori di Input;*
- *Utilizzo degli Abachi Regionali per il calcolo del valore di  $F_H$ ;*
- *Confronto fra il valore di  $F_H$  ottenuto e il valore di Soglia  $S_s$  dell'UAS per il tipo di sottosuolo di fondazione NTC08 ottenuto con il calcolo delle  $Vs_{30}$ ;*

Con la nuova DGR è più fluido il percorso del processo autorizzativo in sede di pianificazione urbanistica. Pertanto una volta in possesso del dato di confronto fra i parametri  $F_H$  e  $S_s$ , si potranno avere due opzioni:

- 1. Per le aree in cui il valore di  $F_H \leq S_s + 0,1$ , il Livello 2 di MS si conclude e verrà predisposta la Carta di MS di Livello 2 che sarà uno dei contributi tecnici per la redazione della Carta di Idoneità Territoriale ai sensi della DGR Lazio n. 2649/99;*
- 2. Per le sole aree in cui il valore di  $F_H > S_s + 0,1$ , il Funzionario Regionale Responsabile del Procedimento emetterà, nel Parere ai sensi del DPR 380/01 e della DGR 2649/99, una specifica prescrizione, obbligatoria e vincolante per l'istante, il Comune di riferimento e il Genio Civile di competenza, in cui si indicherà che per queste aree è obbligatorio, per qualunque opera edificatoria con presenza di afflusso o residenza di persone (eccetto tracciati stradali senza opere rilevanti, parcheggi a raso, rotatorie), uno studio di RSL preventivamente alla progettazione esecutiva, con esecuzione obbligatoria del DH.*



## STANDARD INFORMATICI DI RESTITUZIONE LIVELLI MS

La base cartografica dovrà essere la CTR 1:10.000 o dove disponibile la CTR 1:5.000, comunque entrambe georiferite secondo il *datum* WGS 84 con proiezione UTM fuso 33N.

**FINANZIAMENTO REGIONALE + OPCM 3907/10** = è obbligatorio restituire gli studi di MS in ambiente GIS secondo gli “***Standard Versione 1.5***”, predisposti dal DPC.

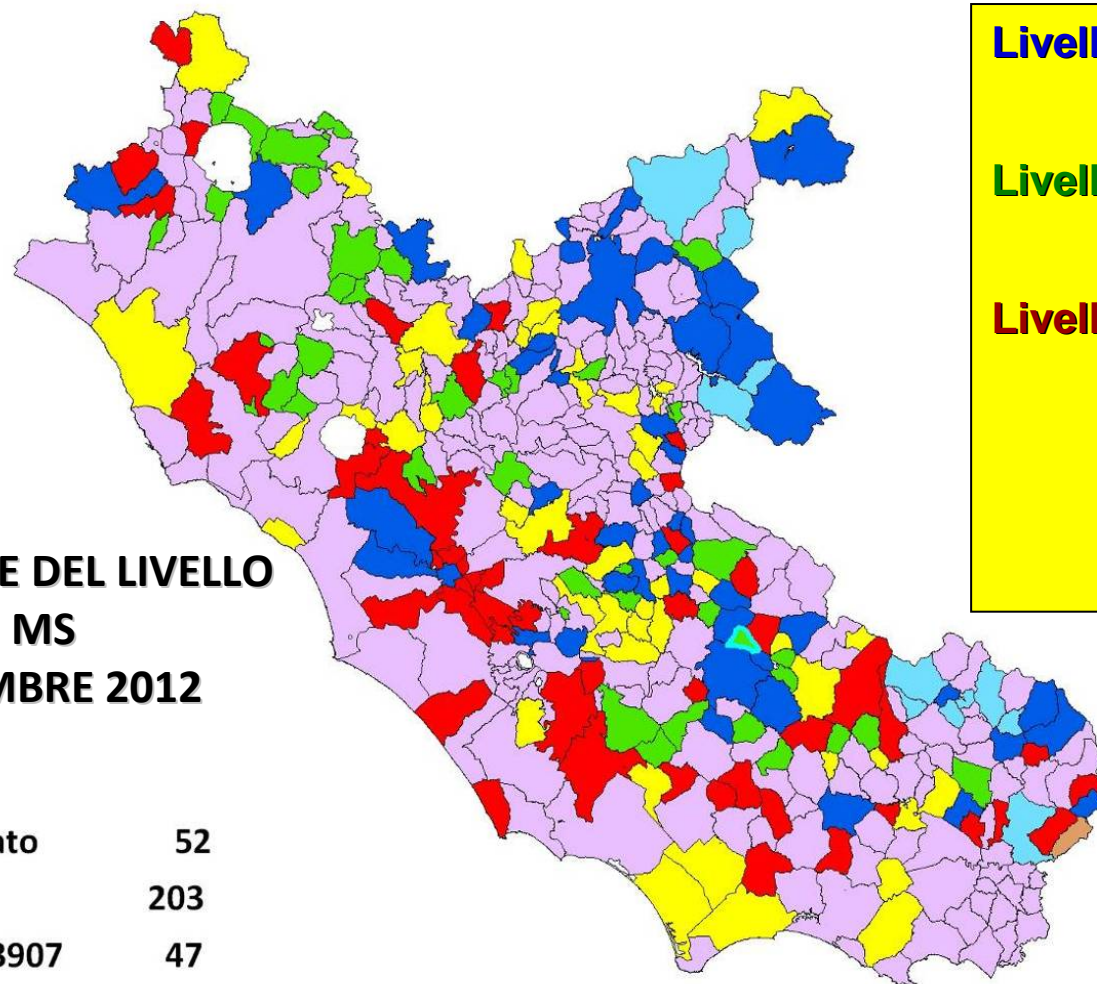
**FINANZIAMENTO REGIONALE + OPCM 4007/12** = è obbligatorio restituire in ambiente GIS gli studi di MS secondo gli “***Standard Versione 2.0***” predisposti dal DPC.

**FINANZIAMENTO REGIONALE** = è possibile continuare a predisporre gli elaborati degli studi di MS in ambiente GIS a scelta secondo quanto prescritto dall’Appendice 2 dell’Allegato A della DGR Lazio n. 545/2010 o secondo gli standard predisposti dal DPC (**preferibile almeno Versione 1.5**).

Per quanto concerne la **campitura** delle Microzone Omogenee dei tre Livelli di MS e della Carta Geologico Tecnica si devono obbligatoriamente utilizzare i “*Pantoni*” indicati dagli “***Standard Versione 2.0***”, predisposti dal DPC.

Per le simbologie della Carta delle Indagini si devono utilizzare obbligatoriamente quelle previste negli “*Standard di rappresentazione e archiviazione informatica*”.





**Livello 1:** PRG e Varianti Generali

**Livello 2:** Piani Urbanistici Attuativi

**Livello 3:** Aree con valore di  $F_H > S_S$ , Aree con deformazioni permanenti, Edifici Strategici o Rilevanti

**STATO DELL'ARTE DEL LIVELLO 1 DI MS AL 20 NOVEMBRE 2012**

**LIVELLO 1 MS**

	non attivato	52
	attivato	203
	si OPCM 3907	47
	in validaz.	46
	in valid. OPCM	11
	in valid. no fin	1
	validato	42

# ORDINE DEI GEOLOGI DEL LAZIO

CORSO DI AGGIORNAMENTO PROFESSIONALE

Roma, 7 dicembre 2012

## CORRETTO USO DELLE $V_{S30}$ E DELLE CATEGORIE DI SOTTOSUOLO IN FASE DI PIANIFICAZIONE E/O PROGETTAZIONE NE DISCUTIAMO?

Antonio Colombi

Ufficio di Staff della Direzione Regionale Ambiente

Regione Lazio

*acolombi@regione.lazio.it*

NTC08 dicono:

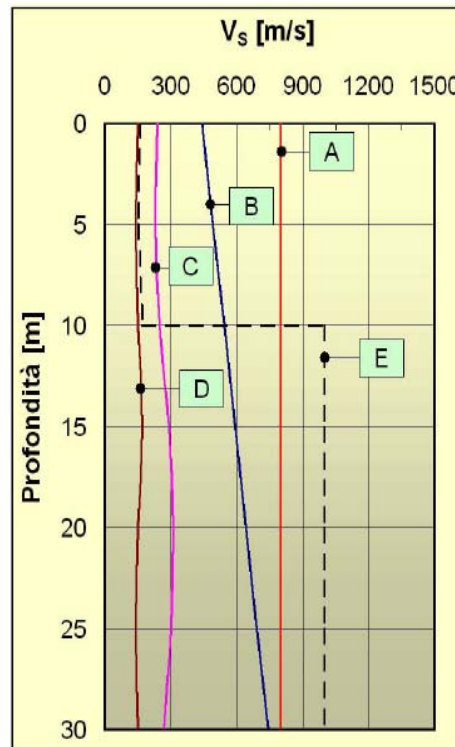
Al fini della definizione dell'azione sismica di progetto, **si rende necessario** valutare l'effetto della RSL mediante specifiche analisi.

Analisi di RSL

...poi, NTC08 dicono:

In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica **si può fare riferimento** a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento

### Effetti di sito: amplificazione stratigrafica



$$V_{S,30} = \frac{30}{\sum_{i=1, N} \frac{h_i}{V_{S_i}}} \rightarrow V_s \text{ media}$$

Below the equation, a diagram shows a soil column with layers of thickness  $h_i$  and shear wave velocity  $V_{S_i}$ . The total thickness is 30m, and the total time for a wave to travel through it is  $\sum_{i=1, N} t_i$ .

Parametri di Ss da NTC08 per SLO, SLD, SLV, SLC

**Casi particolari:**

Categorie S1, S2

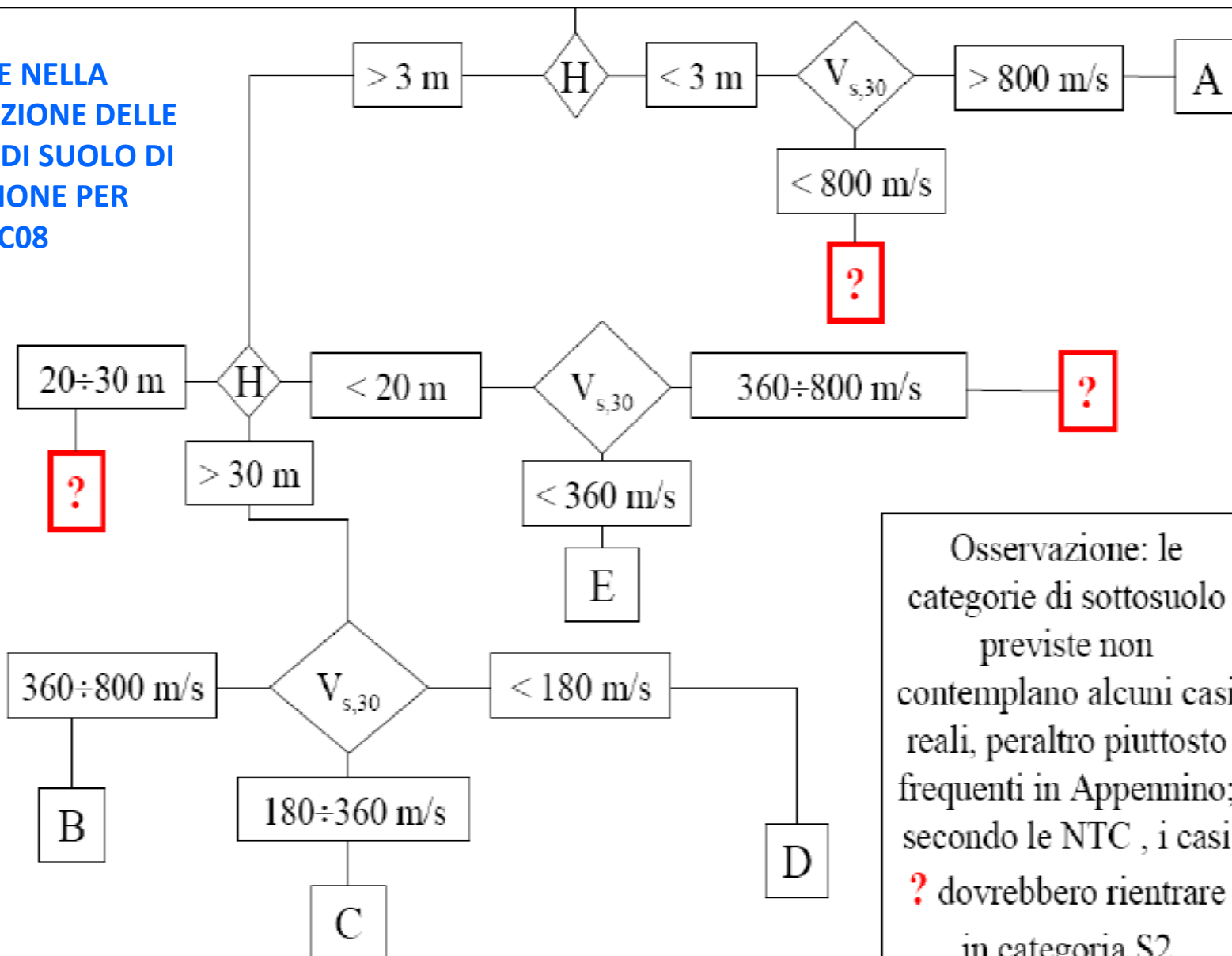
Analisi di risposta sismica locale

studi speciali

## Categorie di suolo per NTC08

- A** **Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi** caratterizzati da valori di  **$V_{s_{30}} > 800$  m/s**, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, 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** con **spessori > 30 m**, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  **$V_{s_{30}}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s** (ovvero  $NSPT_{30} > 50$  nei terreni a grana grossa e  $c_{u_{30}} > 250$  kPa nei terreni a grana fina).
- C** **Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti** con **spessori > 30 m**, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  **$V_{s_{30}}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s** (ovvero  $15 < NSPT_{30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < c_{u_{30}} < 250$  kPa nei terreni a grana fina).
- D** **Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti**, con **spessori > 30 m**, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  **$V_{s_{30}} < 180$  m/s** (ovvero  $NSPT_{30} < 15$  nei terreni a grana grossa e  $c_{u_{30}} < 70$  kPa nei terreni a grana fina).
- E** **Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore  $\leq 20$  m**, posti sul substrato di riferimento con  **$V_s > 800$  m/s**.
- S1** **Depositi di terreni caratterizzati da valori di  $V_{s_{30}} < 100$  m/s** (ovvero  $10 < c_{u_{30}} < 20$  kPa), che includono uno strato di **almeno 8 m** di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono **almeno 3 m** di torba o di argille altamente organiche.
- S2** **Depositi di terreni suscettibili di** liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

LACUNE NELLA DETERMINAZIONE DELLE CATEGORIE DI SUOLO DI FONDAZIONE PER NTC08

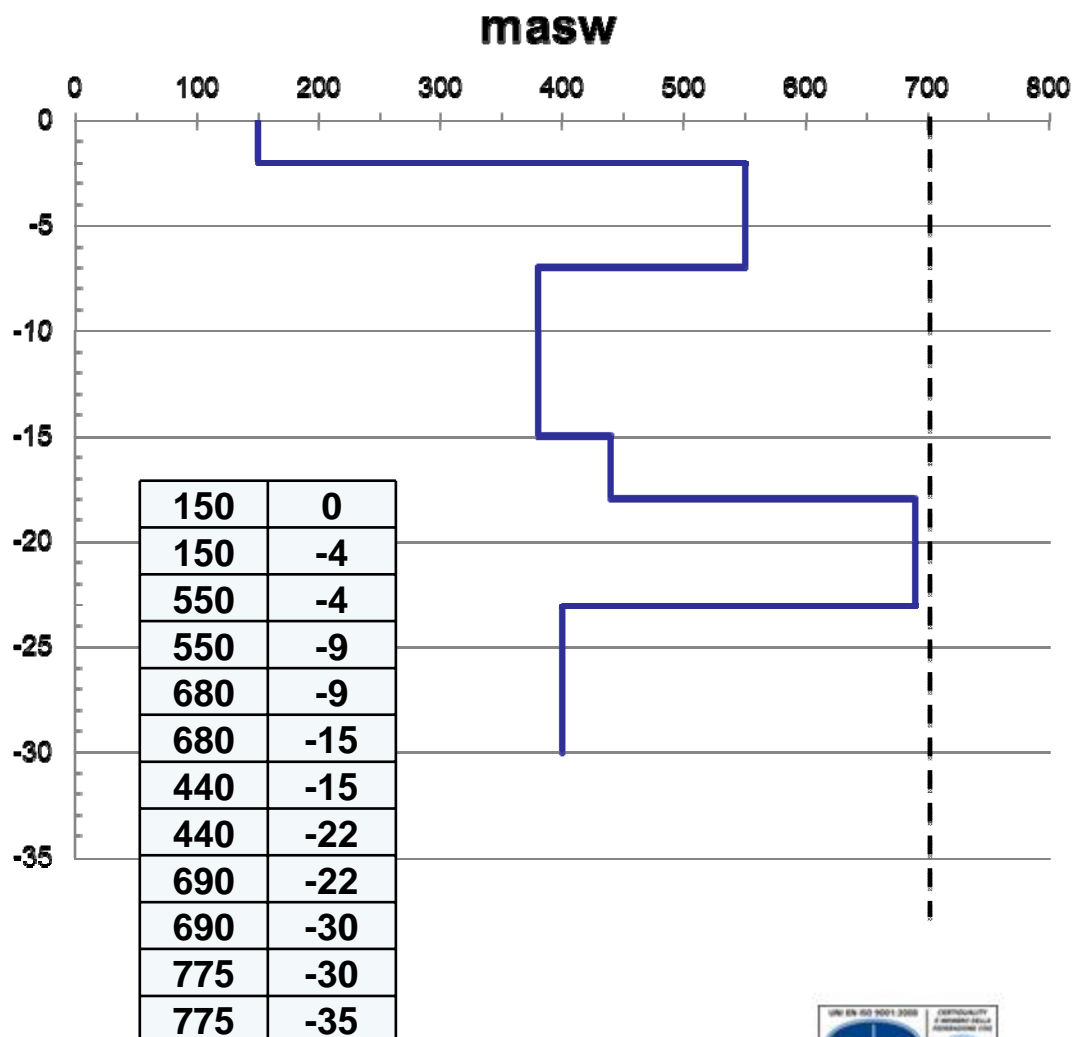


Osservazione: le categorie di sottosuolo previste non contemplano alcuni casi reali, peraltro piuttosto frequenti in Appennino; secondo le NTC, i casi ? dovrebbero rientrare in categoria S2

## LACUNE NELLA DETERMINAZIONE DELLE CATEGORIE DI SUOLO DI FONDAZIONE PER NTC08

$V_{s30}$ (m/s)	<b>casistica</b> <i>con SS si intende substrato sismico (<math>V_{s30} &gt; 800</math> m/s)</i>	<b>Categoria di sottosuolo</b>
<b>&gt; 800</b>	<i>se SS <math>\leq 3</math> m di profondità</i>	<b>A</b>
	<i>se SS <math>&gt; 3</math> m di profondità</i>	<b>S2</b>
<b>360 - 800</b>	<i>se SS <math>\geq 30</math> m di profondità</i>	<b>B</b>
	<i>se SS <math>&lt; 30</math> m di profondità</i>	<b>S2</b>
<b>180 - 360</b>	<i>se SS <math>\leq 20</math> m di profondità</i>	<b>E</b>
	<i>se <math>20 \text{ m} &lt; \text{SS} &lt; 30 \text{ m}</math> di profondità</i>	<b>S2</b>
	<i>se SS <math>\geq 30</math> m di profondità</i>	<b>C</b>
<b>&lt; 180</b>	<i>se SS <math>\leq 20</math> m di profondità</i>	<b>E</b>
	<i>se <math>20 \text{ m} &lt; \text{SS} &lt; 30 \text{ m}</math> di profondità</i>	<b>S2</b>
	<i>se SS <math>\geq 30</math> m di profondità</i>	<b>D</b>
<b>&lt; 100</b>	<i>con strato di almeno 8 m di argilla a bassa consistenza o con strato di almeno 3 m di torba o argilla organica</i>	<b>S1</b>

$$V_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{s,i}}} \text{ [m/s].}$$



Spessore strato soffice 7mt

$V_{sR}-V_{sS} = 240 \text{ m/s}$

$V_{sR} = 680 \text{ m/s}$

$V_{sR}/V_{sS} = 1.54$

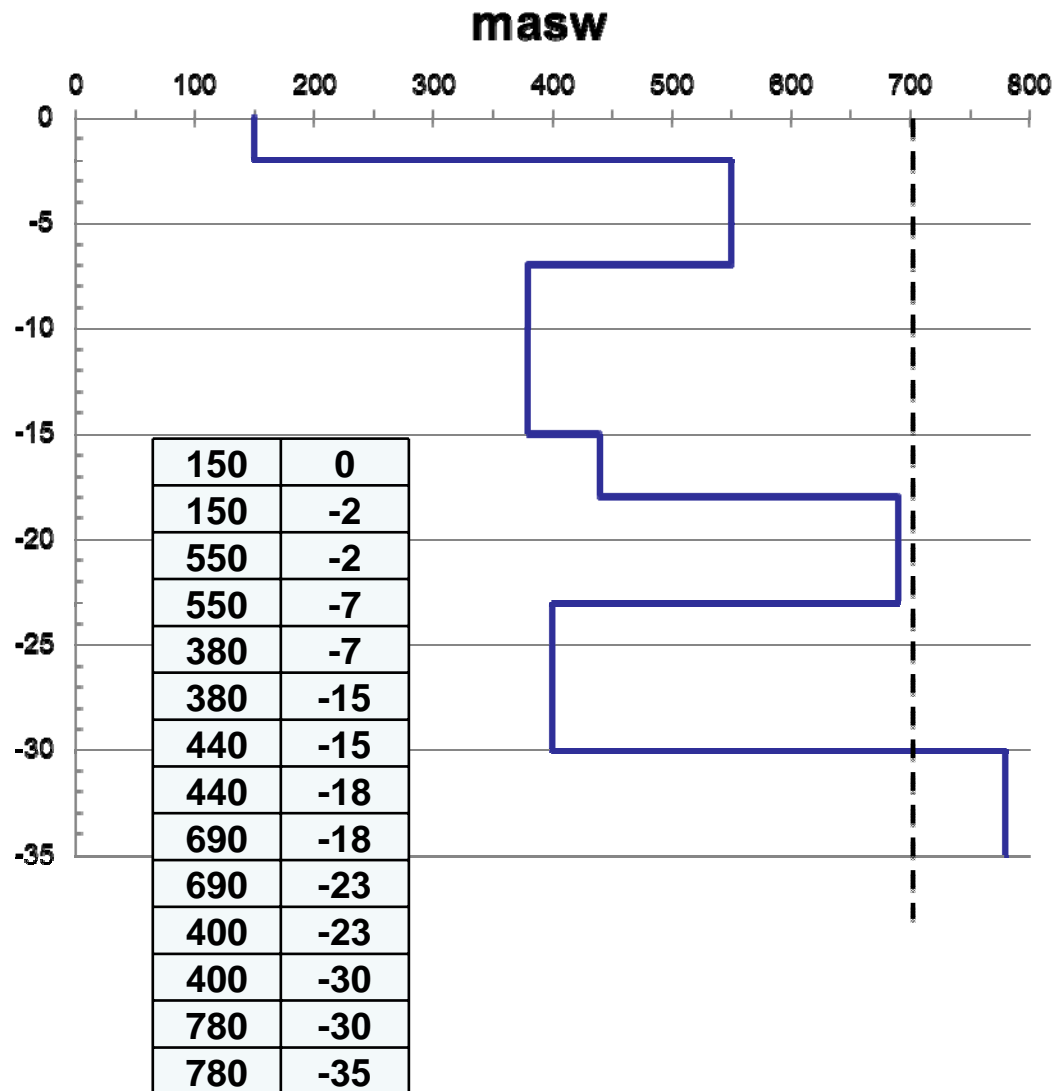
INVERSIONE?

**SI**

**CATEGORIA**

**S2**





Spessore 1mo strato soffice 8mt

$$VsR-VsS = 170m/s$$

$$VsR = 550m/s$$

$$VsR/VsS = 1.45$$

INVERSIONE?

**NO**

Spessore 2do strato soffice 7mt

$$VsR-VsS = 290m/s$$

$$VsR = 690m/s$$

$$VsR/VsS = 1.57$$

INVERSIONE?

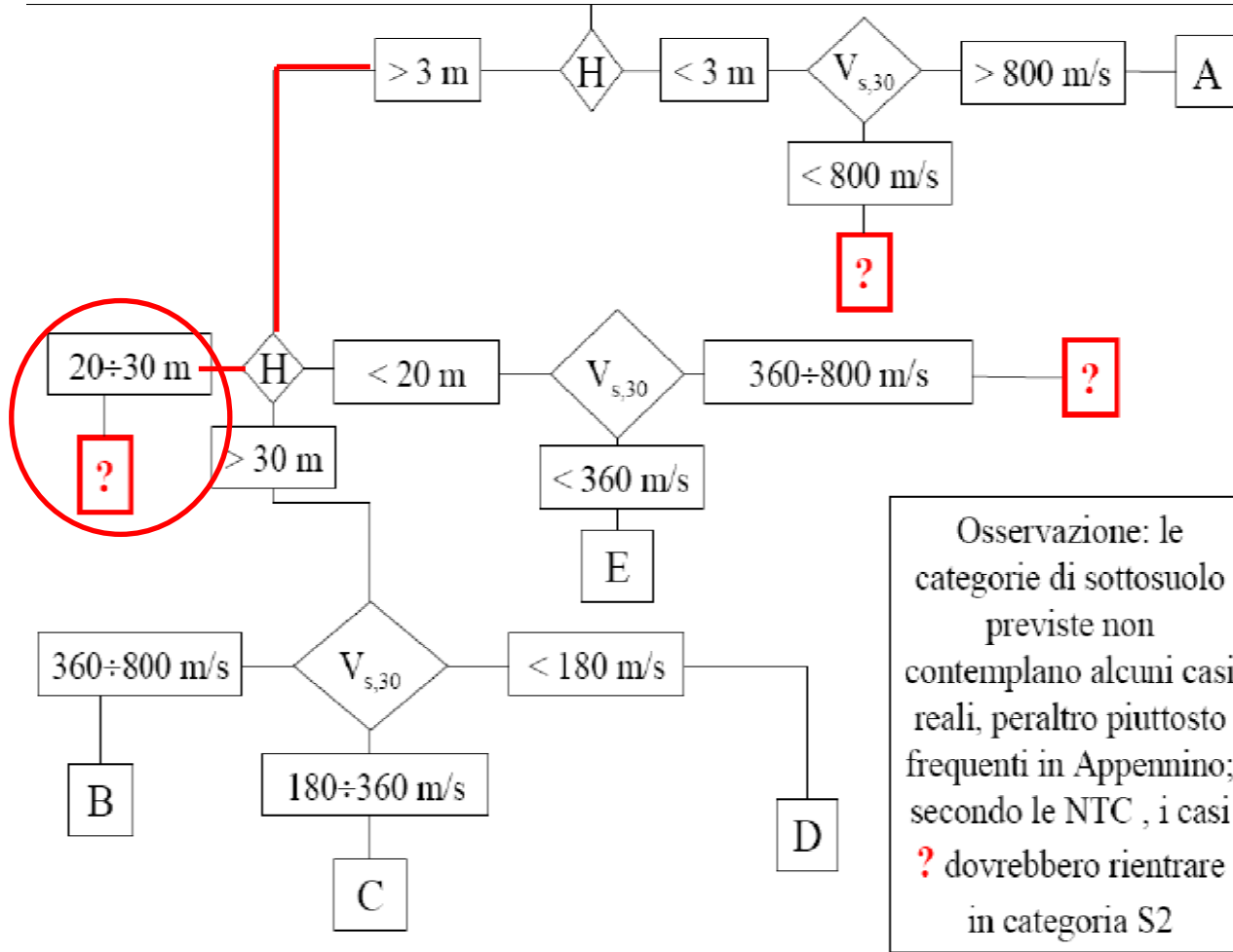
**SI**

**CATEGORIA**

**S2**



**masw**



Spessore strato soffice 3mt

$V_{sR} - V_{sS} = 110 \text{ m/s}$

$V_{sR} = 550 \text{ m/s}$

$V_{sR}/V_{sS} = 1.45$

INVERSIONE?

**NO**

$H = 19 \text{ m}$

$V_{s19} = 396 \text{ m/s}$

$H_{800 \text{ m/s}} = 27 \text{ m}$

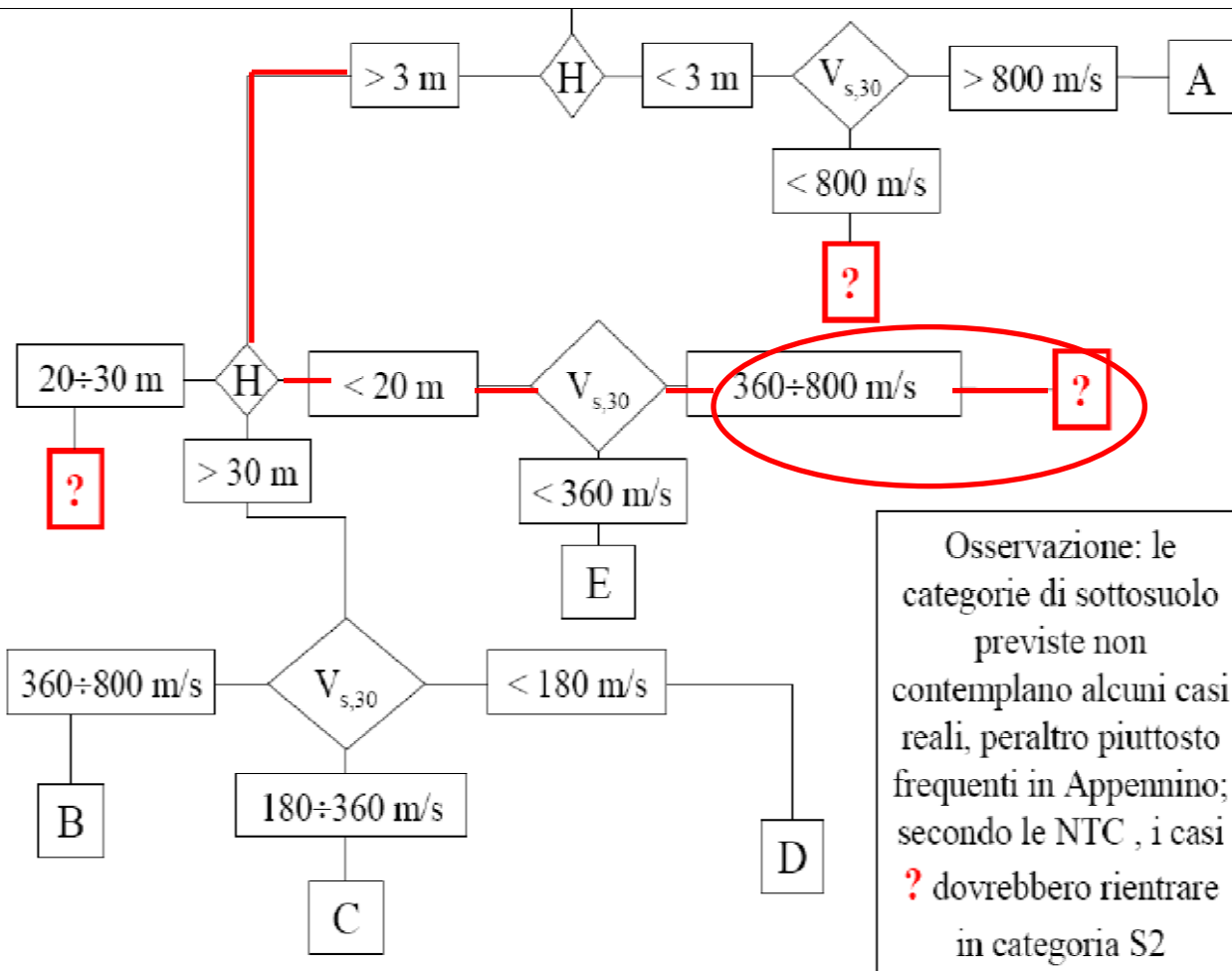
$V_{s30} = 476 \text{ m/s}$

Categoria

**? → S2**

Osservazione: le categorie di sottosuolo previste non contemplano alcuni casi reali, peraltro piuttosto frequenti in Appennino; secondo le NTC, i casi ? dovrebbero rientrare in categoria S2

770	-30
820	-30
820	-35

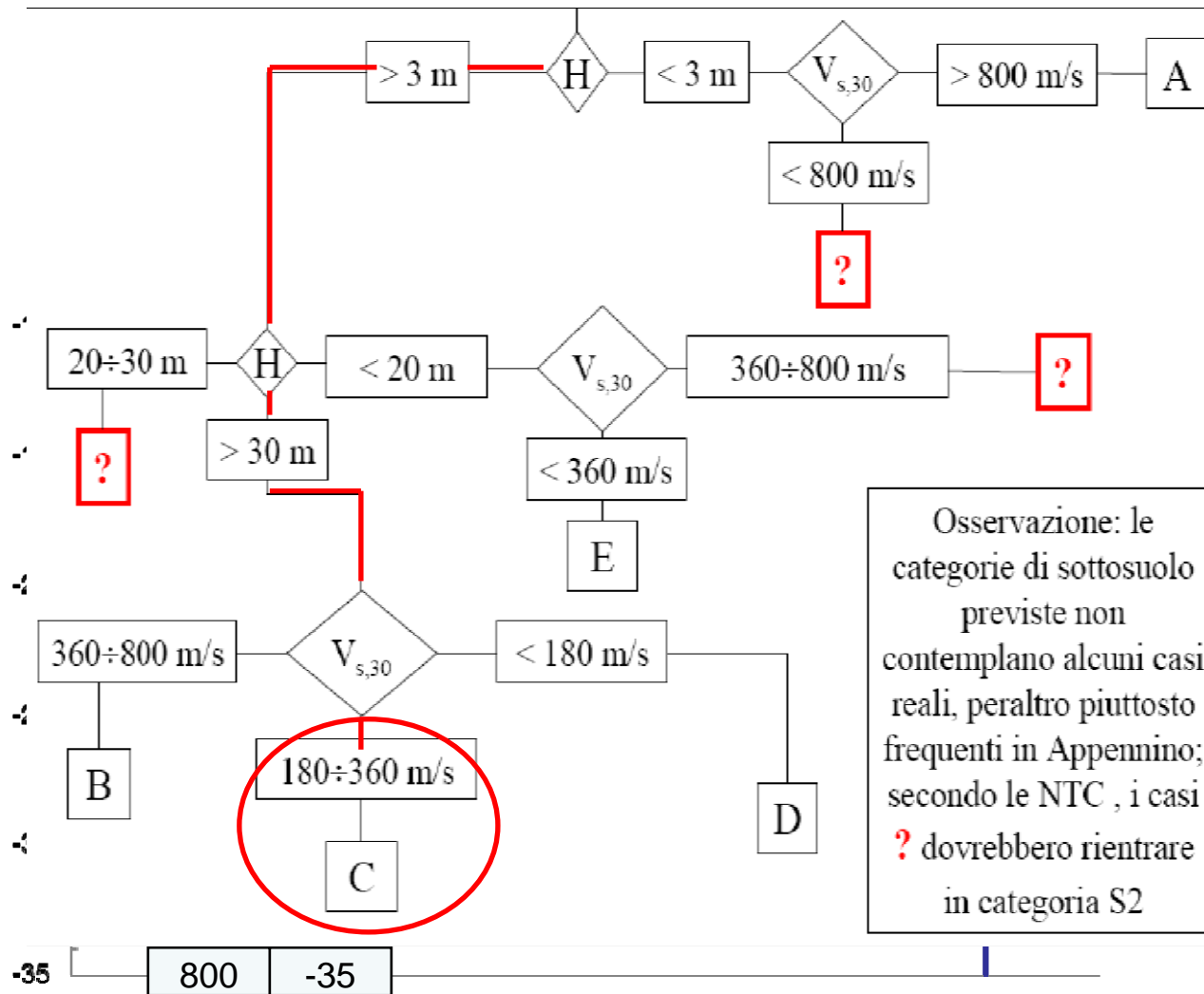


$H_{800\text{m/s}} = 15\text{ m}$   
 $V_{s_{30}} = 517\text{ m/s}$   
 $V_{s_{15}} = 375\text{ m/s}$

Categoria  
**? → S2**

Osservazione: le categorie di sottosuolo previste non contemplano alcuni casi reali, peraltro piuttosto frequenti in Appennino; secondo le NTC, i casi **?** dovrebbero rientrare in categoria S2

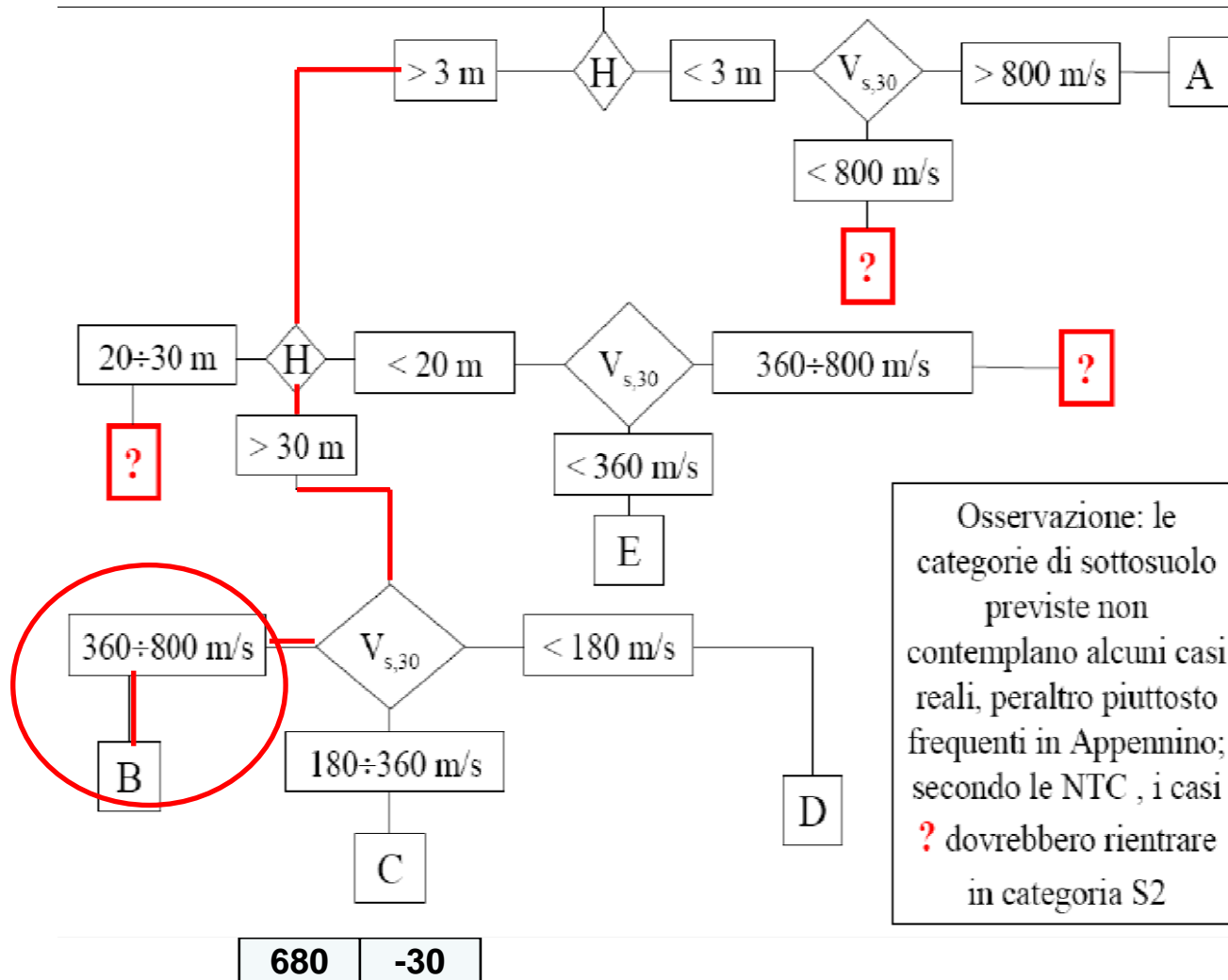
900	-23
900	-30



$H_{800\text{m/s}} = 30\text{ m}$   
 $V_{s,30} = 346\text{ m/s}$

Categoria  
**C**

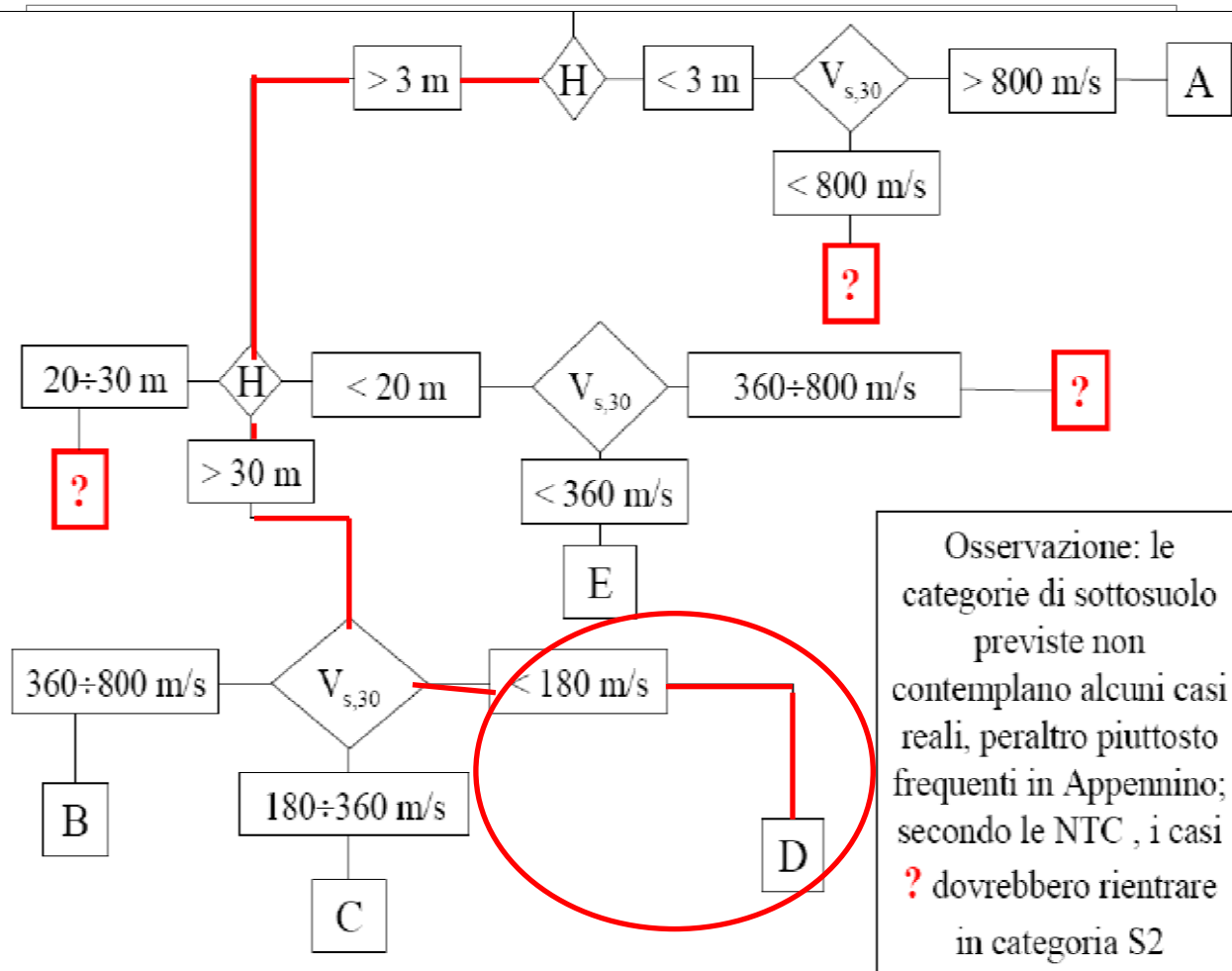
Osservazione: le categorie di sottosuolo previste non contemplano alcuni casi reali, peraltro piuttosto frequenti in Appennino; secondo le NTC, i casi ? dovrebbero rientrare in categoria S2



$H = 800 \text{ m/s} > 30 \text{ m}$   
 $V_{s,30} = 441 \text{ m/s}$

Categoria **B**

Osservazione: le categorie di sottosuolo previste non contemplano alcuni casi reali, peraltro piuttosto frequenti in Appennino; secondo le NTC, i casi ? dovrebbero rientrare in categoria S2



H > 800 m/s > 30 m  
 Vs<sub>30</sub> = 161 m/s

Categoria  
**D**

Osservazione: le categorie di sottosuolo previste non contemplano alcuni casi reali, peraltro piuttosto frequenti in Appennino; secondo le NTC, i casi ? dovrebbero rientrare in categoria S2