





LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

**PROGETTO DEFINITIVO**

RELAZIONE CARATTERIZZAZIONE SISMICA	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	N7D2	01	D 78 RH	GE 00 00 002	A	2 di 26

**INDICE**

1	PREMESSA .....	3
2	NORMATIVE E BIBLIOGRAFIA.....	4
2.1	NORME.....	4
2.2	BIBLIOGRAFIA.....	4
3	PERICOLOSITÀ SISMICA DELL'AREA .....	5
4	PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE.....	7
4.1	PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA.....	8
5	CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SOTTOSUOLO.....	9
6	DEFINIZIONE DELLA CATEGORIA TOPOGRAFICA .....	11
7	AZIONE SISMICA DI PROGETTO.....	12
8	VERIFICA A LIQUEFAZIONE.....	17
8.1	STIMA DELLA SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE DEI TERRENI .....	19
8.2	ANALISI BASATE SU PROVE SPT .....	21



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

**PROGETTO DEFINITIVO**

RELAZIONE CARATTERIZZAZIONE SISMICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 RH	GE 00 00 002	A	3 di 26

## 1 PREMESSA

La presente relazione considera gli aspetti sismici relativi al Progetto Definitivo della viabilità di accesso alla Nuova Stazione AV di Afragola.

Il Progetto della viabilità di accesso alla nuova stazione AV Napoli - Afragola rientra nel complesso degli interventi di organizzazione e riqualificazione dell'area situata a nord-est del territorio comunale. Nell'intorno dell'area di studio sono altresì previsti altri interventi come il progetto della variante alla linea ferroviaria Cancellone - Napoli oggetto di altro appalto e la stazione AV di Afragola in fase di realizzazione. Con la nuova opera si verrà a costituire un nodo che, grazie alla vicinanza dello svincolo Afragola (che connette l'Asse Mediano all'Autostrada A1 Roma-Napoli), renderà facilmente raggiungibile la nuova stazione da ogni direzione.

Il progetto consiste, sostanzialmente, nella realizzazione di uno snodo viario in grado di creare un collegamento diretto tra la nuova stazione ferroviaria e l'Asse Mediano, che costituisce un'arteria fondamentale nel sistema tangenziale della città di Napoli e nel miglioramento dell'accessibilità al Centro Commerciale "Le Porte di Napoli".

Gli interventi consistono essenzialmente in:

- viale principale intermodale (corridoio percorribile sia da auto che da pedoni e ciclisti) detto Ramo 5, parallelo all'asse Mediano lato sud, di connessione tra lo Svincolo di Acerra e il grande anello di circonvoluzione della stazione AV di Afragola;
- due rampe di cucitura tra l'asse mediano e la nuova viabilità; Ramo 12 di entrata e Ramo 13 di uscita, che si innestano su un asse di interconnessione, detto Ramo 14, che sfrutta un sottopasso esistente predisposto a suo tempo sotto l'asse mediano. I nodi sono risolti tramite la rotatoria 2 lato nord e la Rotatoria 3 lato sud, appartenente all'asse del Ramo 5;

Nel seguito si definiranno gli aspetti necessari per la progettazione antisismica delle opere relative alla tratta in esame in accordo con la normativa vigente (Valori della pericolosità sismica di base  $[a_g, F_o, T^*C]$  ed valutazione degli effetti sismici di sito (amplificazione stratigrafica - categorie di sottosuolo e amplificazione topografica).

La relazione è stata redatta basandosi sui risultati delle indagini geognostiche realizzate nelle seguenti campagne di indagini:

- indagini geognostiche eseguite da RFI nel 2004 per la Stazione AV di Afragola;
- indagini eseguite da Italferr nel 2008 per altri tratti di viabilità;
- indagini geognostiche eseguite da Italferr nel 2014 e 2015 per il Progetto definitivo della Variante Cancellone sulla tratta ferroviaria Napoli - Bari;
- indagini geognostiche eseguite da Italferr nel 2015 per il progetto definitivo della viabilità di accesso alla stazione di Afragola (progetto in esame).



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

**PROGETTO DEFINITIVO**

RELAZIONE CARATTERIZZAZIONE SISMICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 RH	GE 00 00 002	A	4 di 28

## 2 NORMATIVE E BIBLIOGRAFIA

La presente relazione è stata redatta in conformità alla seguente norme e riferimenti bibliografici.

### 2.1 Norme

- Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 14-01-08 (NTC-2008);
- Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 - Istruzioni per l'Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008;
- DM 6/5/2008 – Integrazione al D.M. 14-01-2008 di approvazione delle nuove Norme tecniche per le costruzioni;
- Specifica RFI del 21/12/11 per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie;
- D. M. 11/3/1988: Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle opere di fondazione;
- Circolare Min. LL. PP. 24/9/1988 n. 30483: Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione;
- UNI EN 1997-1 - Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali;
- UNI EN 1997-2 - Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica – Parte 2: Indagini e prove nel sottosuolo;
- UNI ENV 1997-3 - Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica – Parte 3: Progettazione assistita con prove in sito;
- UNI EN 1998-5 - Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

### 2.2 Bibliografia

- Associazione Geotecnica Italiana (2005) "Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica", Patron Editore, Bologna;
- Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia INGV (2004): "Gruppo di Lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica (OPCM 3274)", Milano;
- Istituto nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV): "Redazione della Mappa di Pericolosità Sismica- Rapporto Conclusivo", 2004;
- Meletti C., Montaldo V., 2007. Stime di pericolosità sismica per diverse probabilità di superamento in 50 anni: valori di ag. Progetto DPC-INGV S1, Deliverable D2, <http://esse1.mi.ingv.it/d2.html>;
- Cornell, C.A. (1968): "Engineering seismic risk analysis", BSSA, 58:1583- 1606.
- Molin D., Stucchi M., Valensise G., "Massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani", 1996.
- Catalogo parametrico dei terremoti italiani CPTI11 [A. Rovida, R. Camassi, P. Gasperini e M. Stucchi, 2011 ];
- DBMI11 il database macrosismico utilizzato per la compilazione di CPTI11 [Locati, R. Camassi e M. Stucchi, 2011].
- Basili R., G. Valensise, P. Vannoli, P. Burrato, U. Fracassi, S. Mariano, M.M. Tiberti, E. Boschi (2008), The Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), version 3: summarizing 20 years of research on Italy's earthquake geology, Tectonophysics.



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

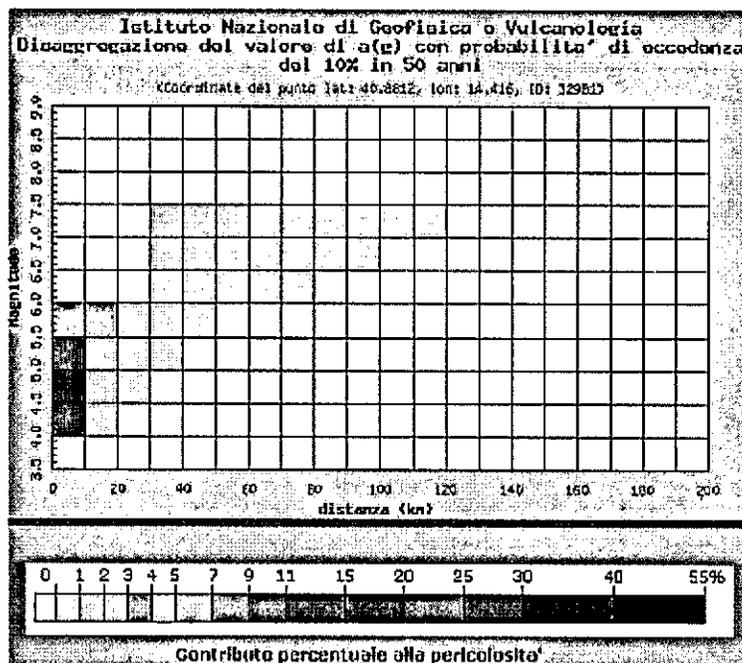
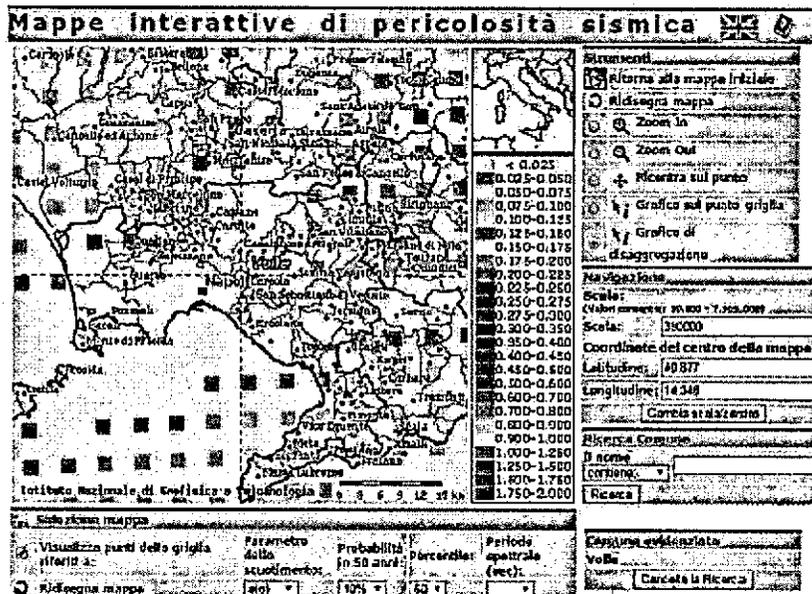
PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE CARATTERIZZAZIONE SISMICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 RH	GE 00 00 002	A	5 di 26

### 3 PERICOLOSITÀ SISMICA DELL'AREA

La magnitudo è stata valutata attraverso il grafico di disaggregazione (del valore di  $a_g$  con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni) dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. In particolare dalle seguenti figure si osserva che la magnitudo a cui è associato un sisma con maggiore percentuale di pericolosità (colore rosso) ha un valore medio di  $M = 5.14$ .





LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE CARATTERIZZAZIONE SISMICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 RH	GE 00 00 002	A	6 di 26

Distanza in km	Disaggregazione del valore di $a(g)$ con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 40.8812, lon: 14.416, ID: 32981)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	15.900	30.600	18.200	7.120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	1.450	5.230	5.850	3.560	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.000	0.053	0.396	0.445	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.000	0.009	0.200	0.544	1.060	1.040	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.050	0.594	1.540	1.730	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.194	0.972	1.310	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.024	0.463	0.758	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.139	0.290	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.036	0.125	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.048	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.014	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.140	11.300	1.000

Con l'entrata in vigore del D.M.14 gennaio 2008, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente". L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi *stati limite* presi in considerazione viene definita partendo dalla "pericolosità di base" del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica.



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE CARATTERIZZAZIONE SISMICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 RH	GE 00 00 002	A	7 di 26

#### 4 PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE

L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite è definita a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di progetto, a sua volta espressa in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su suolo rigido, con superficie topografica orizzontale.

La definizione dell'azione sismica comprende anche la determinazione delle ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione "ancorato" al valore  $S_e(T=0) = a_g$ , per prefissate probabilità di eccedenza della stessa azione sismica nel periodo di riferimento VR per la struttura.

Per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento considerato, la forma dello spettro di risposta dipende dai seguenti parametri definiti per un sito rigido, con superficie topografica orizzontale:

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima al sito;

$F_0$  = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

$T_{c*}$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

In allegato al testo delle Norme Tecniche, i suddetti valori vengono forniti in funzione delle coordinate geografiche, per una griglia di punti prefissati sul territorio. I valori per luoghi geografici situati in punti intermedi della griglia si ottengono per interpolazione sui quattro punti adiacenti. Di seguito si riportano i vertici identificativi del sito in esame:

**FASE 1: INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITA' DEL SITO**

Ricerca per coordinate: LONGITUDINE 14,3117 LATITUDINE 49,927

Ricerca per comune: REGIONE Campania PROVINCIA Napoli COMUNE Afragola

Elaborazioni grafiche: Grafici spettri di risposta, Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche: Tabelle parametri

Nodi del reticolo intorno al sito

Controllo sul reticolo:  Sito esatto al reticolo,  Interpolazione su 3 nodi,  Interpolazione diretta

Interpolazione: superficie rigata

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



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE CARATTERIZZAZIONE SISMICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 RH	GE 00 00 002	A	8 di 26

#### 4.1 Periodo di riferimento per l'azione sismica

Le azioni sismiche sulle opere vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava, per ciascun tipo di opera, moltiplicandone la vita nominale  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $CU$ :

$$V_R = V_N \times CU$$

In accordo con quanto riportato nel piano di progettazione si sono utilizzate le seguenti assunzioni:

$$V_R = V_N \times CU = 75 \times 1.5 = 112.5 \text{ anni}$$

Considerando il periodo di riferimento  $V_R = 112.5$  anni ne consegue la valutazione del Tempo di ritorno  $T_R$  in anni:

$$T_R = \frac{V_R}{\ln(1 - P_{Vr})}$$

Stati Limite	PVR	TR [VR 112.5 anni]
SLO	81%	68
SLD	63%	113
SLV	10%	1068
SLC	5%	2193

Le caratteristiche dell'azione sismica di progetto, definita sulla base della Vita Nominale ( $V_N$ ) della Classe d'uso ( $CU$ ), e del Periodo di Riferimento ( $V_R$ ), sono descritte nella tabella sottostante.

#### Valori dei parametri $a_g$ , $F_o$ , $T_c$ per i periodi di ritorno $T_R$ associati a ciascuno

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_c$ [s]
SLO	68	0.070	2.346	0.324
SLD	113	0.090	2.354	0.335
SLV	1068	0.214	2.471	0.354
SLC	2193	0.265	2.559	0.356





LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE CARATTERIZZAZIONE SISMICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 RH	GE 00 00 002	A	9 di 26

## 5 CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SOTTOSUOLO

La pericolosità sismica di base così individuata deve essere opportunamente modificata per tener conto delle condizioni litostratigrafiche locali del sito di costruzione, nonché della morfologia della superficie topografica; nel merito, è noto che fattori geomorfologici e stratigrafici locali possono modificare le caratteristiche del moto sismico, filtrando le onde nel passaggio dal bedrock alla superficie: l'effetto di filtraggio conduce ad una ridistribuzione dell'energia con l'amplificazione del moto vibratorio associato ad alcune frequenze.

La norma tende alla definizione del valore di una accelerazione massima al termine del tragitto del treno d'onda dalla sorgente sismica alla superficie su di una formazione rigida affiorante, e tiene conto - con l'introduzione di un parametro definito "VS30" e corrispondente alla velocità equivalente delle onde di taglio nei primi 30 m di sottosuolo (average shear wave velocity) - della presenza di terreni "sciolti" a bassa impedenza sismica a ricoprimento della formazione rigida, quindi del così detto "effetto locale", introducendo no 5+2 classi di sottosuolo a rigidezza decrescente.

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 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 fine molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fine).
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu30 < 250 kPa nei terreni a grana fine).
D	D) Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT30 < 15 nei terreni a grana grossa e cu30 < 70 kPa nei terreni a grana fine).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con Vs > 800 m/s).

Nel caso in esame la classificazione sismica del sottosuolo è stata definita sulla base delle risultanze delle campagne di geofisiche di sito effettuate in corrispondenza dell'area di progetto, con particolare riferimento ai dati relativi ai litotipi presenti fino a profondità di 30 metri dal piano campagna.

Per una classificazione del sottosuolo dal punto di vista sismico, in termini di valutazione delle Vs30 secondo il D.M. 14 gennaio 2008, ci si è avvalsi delle risultanze ottenute dalle indagini geofisiche eseguite all'interno del sondaggio S23a e S3.



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE CARATTERIZZAZIONE SISMICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 RH	GE 00 00 002	A	10 di 28

Si è fatto riferimento in particolare a:

- carotaggio sismico Down-hole eseguito nel foro di sondaggio S23a (campagna 2013, 2014 per la variante Cannello)
- carotaggio sismico Down-hole eseguito nel foro di sondaggio S3 (campagna 2015 per il PD della stazione di Afragola)

Tenuto conto della necessità di ottemperare a quanto disposto dalla normativa in vigore è stata fatta un'analisi delle Vs30 ricostruite per ogni indagine sismica in Vs realizzata nell'area di studio.

Le Vs30 sono state calcolate secondo la consueta formula

$$Vs_{30} = 30 / [n(h_i/V_{si})]$$

dove n=numero degli strati sismici considerati,  $h_i$ =spessore dello strato sismico i-esimo e  $V_{si}$ =velocità Vs del medesimo.

I valori di Vs,30 ottenuti sono:

$V_{s,30}$  (S23a)=311m/sec

$V_{s,30}$  (S3)=287m/sec

a cui corrisponde una categoria di sottosuolo di tipo C.



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

**PROGETTO DEFINITIVO**

RELAZIONE CARATTERIZZAZIONE SISMICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 RH	GE 00 00 002	A	11 di 26

## 6 DEFINIZIONE DELLA CATEGORIA TOPOGRAFICA

Per il sito in esame, si assume la categoria topografica T1 a cui corrisponde un valore del coefficiente di amplificazione topografico  $S_T=1.0$ . (Tabb. 3.2.IV e 3.2.VI - NTC 2008).

Tabella 3.2.IV – *Categoria topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tabella 3.2.VI – *Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$*

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	$S_T$
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE CARATTERIZZAZIONE SISMICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 RH	GE 00 00 002	A	12 di 26

## 7 AZIONE SISMICA DI PROGETTO

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali e quelli non strutturali. L'azione sismica di seguito definita è stata effettuata con riferimento allo stato limite ultimo di salvaguardia alla vita (SLV) e allo stato limite di danno (SLD).

Assegnando una vita nominale di  $VN > 75$ anni, ed un coefficiente d'uso è  $C_u=1.5$  si ricava il periodo di riferimento  $VR$ :

$$VR = VN \times CU = 75 \text{ anni} \times 1.5 = 112.5 \text{ anni}$$

Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle N.T.C. 2008, dalle accelerazioni  $a_g$  e dalle relative forme spettrali. A partire dall'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento  $a_g$ , si può ricavare l'accelerazione di picco  $a_{max}$  è valutata sulla base della risposta sismica locale:

$$a_{max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

dove  $S_S$  è il coefficiente che comprende l'effetto della amplificazione stratigrafica,  $S_T$  è il coefficiente che comprende l'effetto della amplificazione topografica.

La classificazione della categoria di sottosuolo viene eseguita sulla base di misure dirette dei valori di velocità di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 m di profondità  $V_{s,30}$ , come descritto nel paragrafo precedente. Si riportano i parametri e gli spettri dell'azione sismica SLD e SLV nella zona di Afragola (NA), per un sottosuolo di categoria C in condizioni topografiche T1.

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE CARATTERIZZAZIONE SISMICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 RH	GE 00 00 002	A	13 di 26

### FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITA' DEL SITO

Ricerca per coordinate: LONGITUDINE: 14,3117 LATITUDINE: 40,927

Ricerca per comune: REGIONE: Campania PROVINCIA: Napoli COMUNE: Afragola

Elaborazioni grafiche

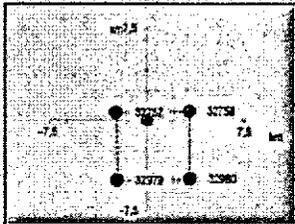
Grafici spettri di risposta

Variabili dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento



Caratteristiche del reticolo:

- Stato esteso al reticolo
- Interpolazione sui 3 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione:

superficie rigata

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

Via nominale della costruzione (in anni) -  $V_n$ :  min

Coefficiente d'uso della costruzione -  $c_u$ :  min

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) -  $V_n$ :  min

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) -  $T_n$ :  min

Stati limite di esercizio - SLE:

- SLD -  $P_{v,n} = 81\%$ :
- SLD -  $P_{v,n} = 63\%$ :

Stati limite ultimi - SLU:

- SLV -  $P_{v,n} = 10\%$ :
- SLC -  $P_{v,n} = 5\%$ :

Elaborazioni

Grafici parametri azione

Grafici spettri di risposta

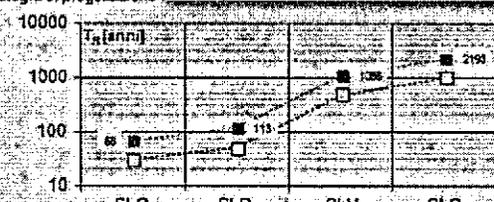
Tabella parametrizzazione

LEGENDA GRAFICO

--- Strategie per costruzioni ordinarie

--- Strategie scelte

Strategia di progettazione



10000

1000

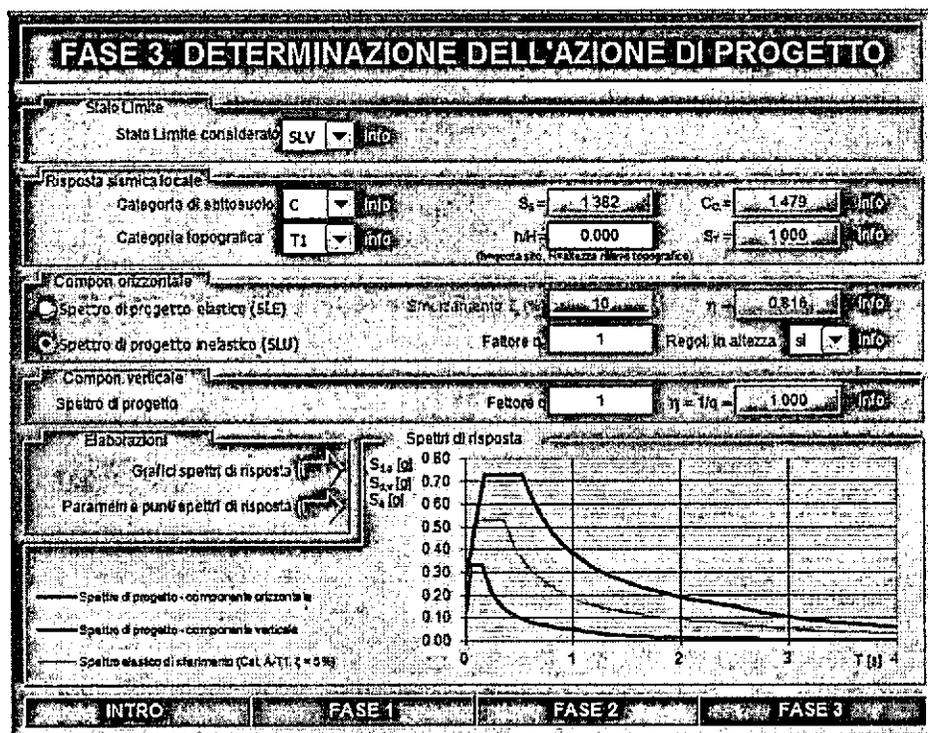
100

10

$T_n$  [anni]

SLO    SLD    SLV    SLC

INTRO    FASE 1    FASE 2    FASE 3



Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c$  per i periodi di ritorno  $T_R$  associati a ciascuno

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_c$ [s]
SLO	68	0.070	2.348	0.324
SLD	113	0.090	2.354	0.335
SLV	1068	0.214	2.471	0.354
SLC	2193	0.265	2.559	0.356



La verifica dell' idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. L'ANIDIS non potrà essere ritenuta responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

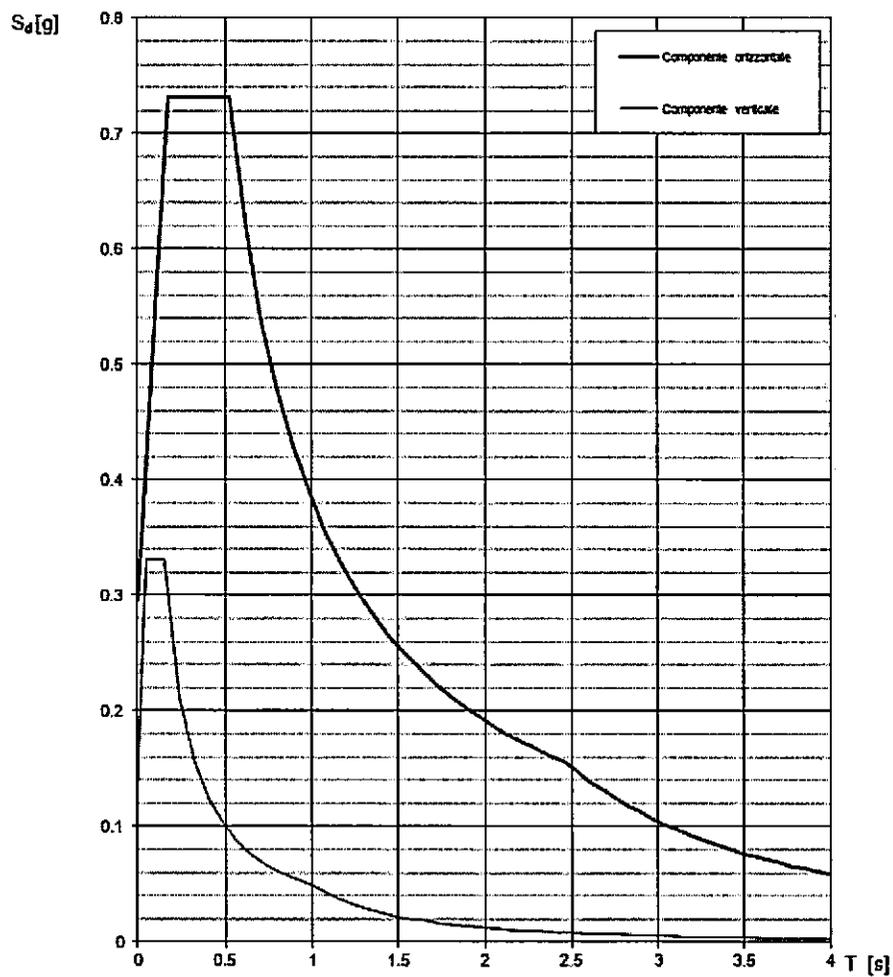
PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE CARATTERIZZAZIONE SISMICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 RH	GE 00 00 002	A	15 di 26

Spettro di progetto SLV:

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





LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

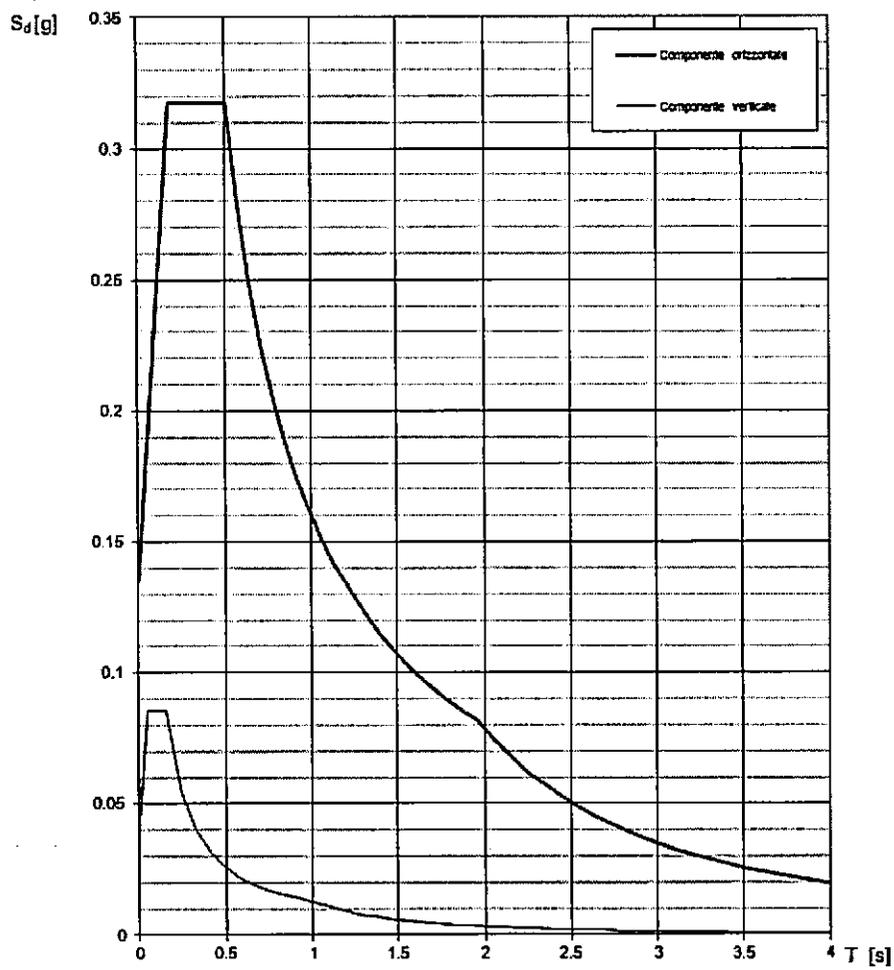
PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE CARATTERIZZAZIONE SISMICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 RH	GE 00 00 002	A	16 di 26

Spettro di progetto SLD:

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



	<b>LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012</b>					
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE CARATTERIZZAZIONE SISMICA</b>	<b>COMMESSA</b> N7D2	<b>LOTTO</b> 01	<b>CODIFICA</b> D 78 RH	<b>DOCUMENTO</b> GE 00 00 002	<b>REV.</b> A	<b>FOGLIO</b> 17 di 26

## 8 VERIFICA A LIQUEFAZIONE

Per verificare la possibilità di fenomeni di liquefazione dei terreni presenti nella zona di interesse, sono state condotte delle analisi di suscettibilità alla liquefazione secondo le NTC 2008.

Relativamente alle verifiche a liquefazione la normativa di riferimento (NTC 2008) permette di escluderle quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- eventi sismici attesi di magnitudo  $M$  inferiore a 5;
- accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
- profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N1)_{60} > 30$  oppure  $qc1N > 180$  dove  $(N1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $qc1N$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura (a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  ed in Figura (b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ .

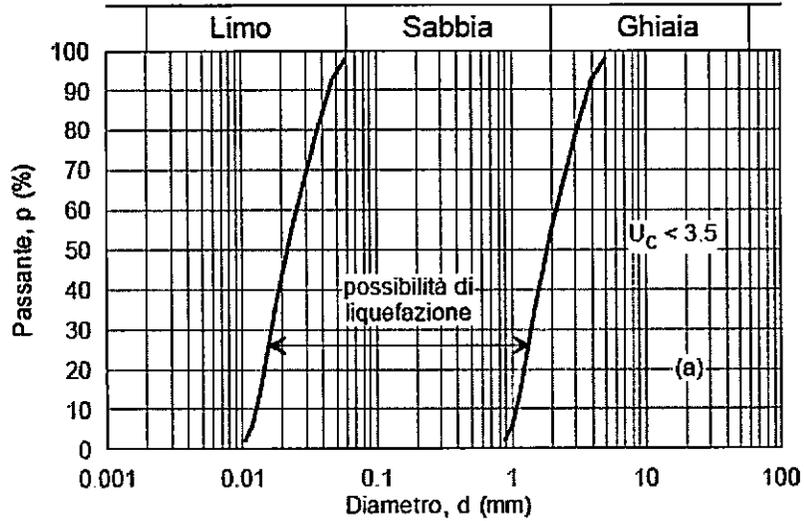
Altri criteri di esclusione possono essere stabiliti sulla base del contenuto di fine FC (frazione passante al setaccio 200ASTM - 0.0074mm) e delle sue caratteristiche. In particolare secondo l'EC8 quando si ha accelerazione massima minore di 0.15g ed è soddisfatta almeno una delle seguenti condizioni:

- Le sabbie hanno un contenuto di argilla maggiore del 20% con un indice di plasticità  $I_p > 10$ ;
- Le sabbie hanno un contenuto di limo maggiore del 35%e, allo stesso tempo, il valore dei colpi SPT normalizzato alla pressione di confinamento e al rapporto di energia  $N1,60 > 20$ ;
- Le sabbie contengono una frazione fine non trascurabile ( $FC > 5\%$ ), con il valore del numero di colpi SPT normalizzato alla pressione di confinamento e al rapporto di energia  $N1,60 > 30$ .

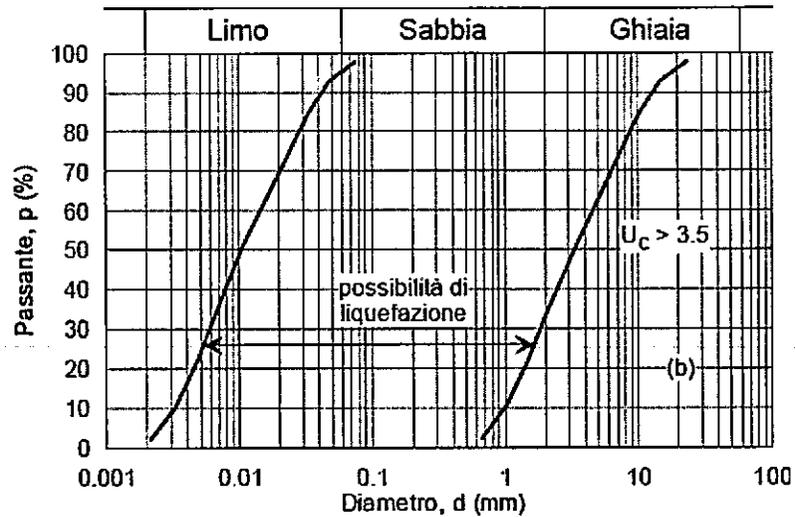
Nel caso in esame risulta che:

- la magnitudo a cui è associato un sisma con maggiore percentuale di pericolosità ha un valore medio  $M=5.14$ ;
- l'accelerazione sismica è maggiore di 0,214g;
- la profondità della falda è inferiore a 15m dal p.c.;
- sono presenti strati sabbiosi e/o limo-sabbiosi con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N1)_{60} < 30$ .

Si è proceduto pertanto a verificare la probabilità di liquefazione.



(a)



(b)

Figura 1 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione

	<b>LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI</b> <b>VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA</b> <b>VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO</b> <b>PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012</b>					
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE CARATTERIZZAZIONE SISMICA</b>	<b>COMMESSA</b> N7D2	<b>LOTTO</b> 01	<b>CODIFICA</b> D 78 RH	<b>DOCUMENTO</b> GE 00 00 002	<b>REV.</b> A	<b>FOGLIO</b> 19 di 28

### 8.1 Stima della suscettibilita' alla liquefazione dei terreni

Per verificare la possibilita' di fenomeni di liquefazione dei terreni presenti nel sito d'interesse e' stato impiegato il metodo semplificato. Tale metodo si basa sulle prove geotecniche svolte in sito (SPT) e sulla valutazione, ad ogni quota z del deposito compresa nei primi 20m, del fattore di sicurezza:

$$F_s = \frac{CRR_{(M=7.5)}}{CSR_{(M=7.5)}}$$

dove CRR (Cyclic Resistance Ratio) indica la resistenza del terreno a sforzi di taglio ciclico e CSR (Cyclic Stress Ratio) la sollecitazione di taglio massima indotta dal sisma.

Secondo l'EC8, se il fattore  $F_s \geq 1.25$  la liquefazione e' da escludere, se  $F_s < 1.25$  e' possibile che avvengano fenomeni di liquefazione.

Si osserva che anche quando  $F_s > 1$  si possono avere, dopo il sisma, cedimenti permanenti del terreno.

Il rapporto CSR (per magnitudo  $M=7.5$ ) e' stimata con la relazione di Seed e Idriss:

$$(CSR)_{M=7.5} = 0.65 \cdot \frac{\sigma_v \cdot a_{\max}}{\sigma'_v} \cdot r_d \cdot \frac{1}{MSF} \cdot \frac{1}{K_\sigma}$$

Dove:

$a_{\max}$  e' l'accelerazione massima al piano campagna, espressa in g;

$\sigma_v$  ed  $\sigma'_v$  sono rispettivamente la tensione totale verticale e la tensione efficace verticale;

$r_d$  e' un coefficiente riduttivo dell'azione sismica che porta in conto la deformabilita' del sottosuolo ( $r_d=1$  corrispondente a comportamento rigido);

$K_\sigma$  e' un coefficiente di correzione della tensione litostatica;

MSF e' il fattore di scala in funzione della magnitudo attesa.

Il coefficiente  $r_d$  e' determinato con la relazione di Idriss (valida per  $z \leq 20m$ ) che tiene conto anche della magnitudo M:

$$\ln(r_d) = \alpha + \beta M$$

$$\alpha = -1,012 - 1,126 \cdot \operatorname{sen}\left(\frac{z}{11,73} + 5,133\right)$$

$$\beta = 0,106 + 0,118 \cdot \operatorname{sen}\left(\frac{z}{11,28} + 5,142\right)$$

Il coefficiente MSF e' determinato con la relazione di Idriss (2004):

$$MSF = 6,9 \exp\left(\frac{-M}{4}\right) - 0,058$$

con MSF minore di 1.8.

Il coefficiente  $K_\sigma$  e' determinato con la relazione

$$K_{\sigma} = 1 - C_{\sigma} \ln \left( \frac{\sigma'_v}{P_a} \right) \leq 1.0$$

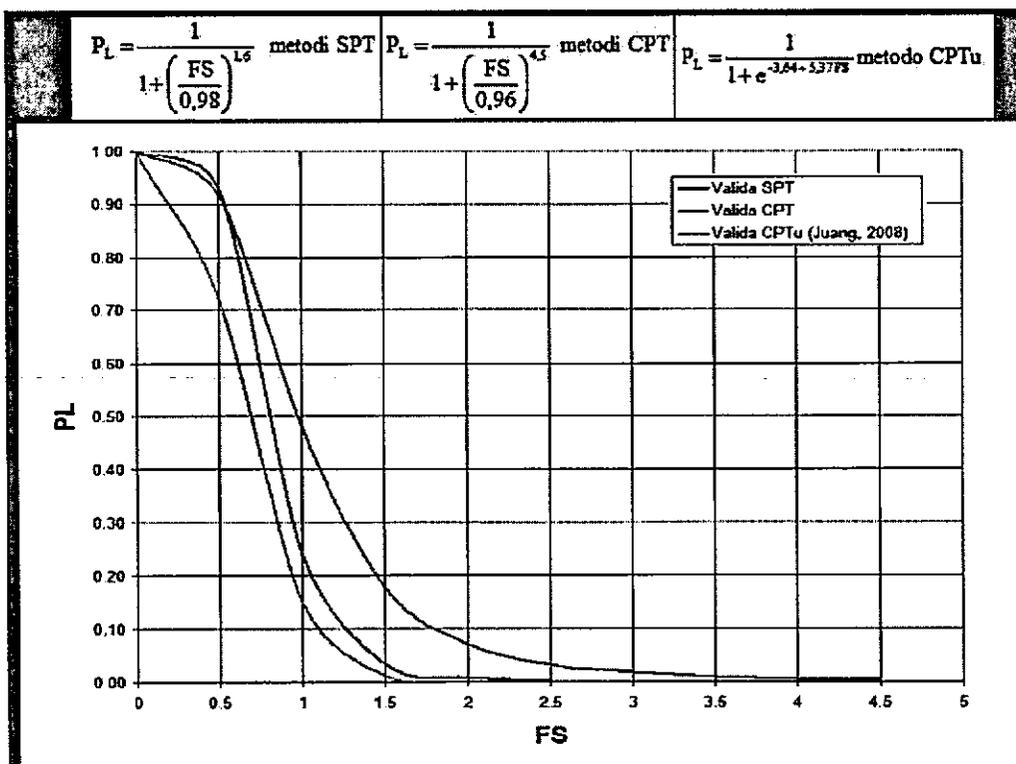
Dove il  $C_{\sigma}$  può essere determinato in funzione di SPT e  $V_s$ :

$$C_{\sigma} = \frac{1}{37,3 - 8,27 (q_{clN,cs})^{0,264}} \leq 0,3$$

$$C_{\sigma} = \frac{1}{18,9 - 3,1 [V_{s1}/100]^{1,976}} \leq 0,3$$

Il concetto della probabilità di liquefazione PL nasce dalla considerazione che nei metodi semplificati il coefficiente di sicurezza teorico ( $FS = CRR/CSR$ ) non implica in pratica che se  $FS \leq 1$  si ha liquefazione e se  $FS > 1$  non si ha liquefazione. Negli anni recenti, da parte di vari autori (in particolare di Juang C.H., oggi professore alla Università di Clemson, Carolina del Sud), anziché definire i valori soglia, è stata introdotta la valutazione del potenziale di liquefazione in termini probabilistici.

Le equazioni più recenti per determinare la probabilità di liquefazione PL sono di seguito riportate.



Sulla base dei valori di PL si hanno le seguenti probabilità di liquefazione.



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE CARATTERIZZAZIONE SISMICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 RH	GE 00 00 002	A	21 di 26

Valori di PL	Classe	Probabilità di liquefazione
$0,85 \leq PL < 1,00$	5	Liquefazione quasi certa
$0,65 \leq PL < 0,85$	4	Liquefazione probabile
$0,35 \leq PL < 0,65$	3	Liquefazione incerta
$0,15 \leq PL < 0,35$	2	Liquefazione improbabile
$0,00 \leq PL < 0,15$	1	Non liquefazione quasi certa

## 8.2 Analisi basate su prove SPT

Il rapporto di resistenza ciclica può essere valutato mediante relazioni empiriche che correlano la resistenza alla sollecitazione sismica ai risultati delle prove in sito SPT.

Il parametro indice  $N_{1,60,cs}$  è determinato a partire dai valori  $N_{30}$  attraverso la relazione:

$$N_{1,60,cs} = N_{1,60} + CF = (N_{60} \cdot CN) + CF = (N_{30} \cdot CE \cdot CR \cdot CB \cdot CS) \cdot CN + CF$$

Dove:

$C_E$  è il coefficiente di correzione per l'energia trasmessa dalle aste;

Attrezzatura	$C_E$
Safety Hammer	0,7 - 1,2
Donut Hammer (USA)	0,5 - 1,0
Donut Hammer (Giappone)	1,1 - 1,4
Automatic-Trip Hammer (Tipo Donut o Safety)	0,8 - 1,4

$C_R$  è il coefficiente di correzione per la lunghezza delle aste;

$C_S$  è il coefficiente di correzione per il metodo di campionamento;

$C_B$  è coefficiente di correzione per il diametro del foro;

$C_N$  è il coefficiente per normalizzare  $N_{60}$  alla pressione litostatica (si usa di seguito la relazione di Liao e Withman)

$C_F$  è il coefficiente di correzione per il contenuto di fini (% passante allo 0.0074mm). Si usa di seguito la relazione di Seed.

Fattore correttivo	Variabile	Valore del fattore correttivo
Diametro del foro di sondaggio, $C_B$	65 ÷ 115 mm <sup>ø</sup>	1.00
	150 mm	1.05
	200 mm	1.15
Lunghezza delle aste, $C_R$	3 ÷ 4 m	0.75
	4 ÷ 6 m	0.85
	6 ÷ 10 m	0.95
	10 ÷ 30 m	1.0
	> 30 m	> 1.0
Tipo di fustella, $C_S$	Campionatore standard	1.0
	Campionatore non apribile	1.1 ÷ 1.3

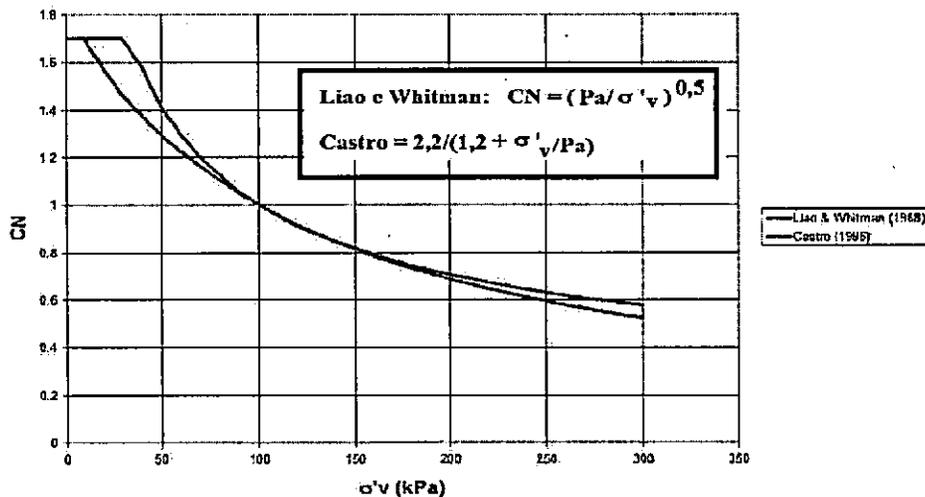


Figura 2 – Variazione del fattore di correzione CN con la tensione verticale efficace proposta da vari autori

Autore	CF
Seed (1997)	$CF = \alpha + \beta (N1,60)$ $\alpha = 0$ per $FC \leq 5\%$ $\alpha = \exp(1,76 - (190/FC^2))$ per $5\% < FC < 35\%$ $\alpha = 5$ per $FC \geq 35\%$ $\beta = 1$ per $FC \leq 5\%$ $\beta = 0,99 + (FC^{1,5}/1000)$ $\beta = 1,2$ per $FC \geq 35\%$
Robertson & Wride (1997)	$CF = 1 + [(0,75/30)(FC - 5)]$
Cetin et al. (2004)	$CF = (1 + 0,004 FC) + 0,05 (FC/N1,80)$
Idriss & Boulanger (2004)	$CF = \exp [1,63 + (9,7/FC) - (15,7/FC)^2]$

FC = contenuto di fine - % passante al setaccio 0,074 mm (n. 200)

Figura 3– Formulazioni del fattore di correzione CF proposte da vari autori



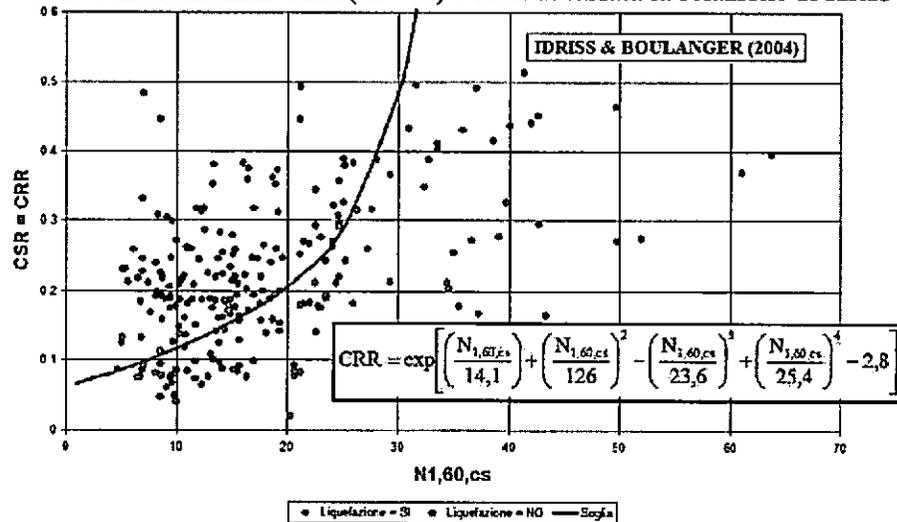
LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE CARATTERIZZAZIONE SISMICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 RH	GE 00 00 002	A	23 di 26

Per la determinazione della resistenza CRR (M=7.5) è stata utilizzata la relazione di Idriss e Boulanger (2004):



Si riportano nella tabella seguente i fattori di sicurezza FS e la probabilità di liquefazione PL.

sondagio	prof. falda	prof.	unità	rd (Idriss & Boulanger)	MSF (Idriss)	CSR	N1,60,cs	Cs	Ks	CRR (Idriss)	FS	NL/L (EC8)	PL	Probabilità di Liquefazione	Pericolosità di liquefazione
	(m)	(m)													
S2	7	8.00	Po	0.808	1.800	0.07	18.37	0.13	0.979	0.187	2.636	NL	0.170	Liquefazione improbabile	NULLA
S2	7	10.25	Po	0.741	1.800	0.08	19.18	0.13	0.965	0.196	2.579	NL	0.175	Liquefazione improbabile	NULLA
S2	7	13.65	Po	0.644	1.800	0.08	15.42	0.11	0.953	0.160	2.069	NL	0.232	Liquefazione improbabile	NULLA
S3	5.4	10.00	Po	0.748	1.800	0.08	14.24	0.11	0.986	0.1	1.8	NL	0.280	Liquefazione improbabile	NULLA
S3	5.4	15.45	Po	0.596	1.800	0.08	14.04	0.11	0.959	0.1	1.8	NL	0.278	Liquefazione improbabile	NULLA
S1	4.5	4.80	DI	0.900	1.800	0.07	1.98	0.07	1.000	0.1	0.9	L	0.517	Liquefazione incerta	BASSA
S1	4.5	8.10	Po	0.805	1.800	0.09	11.78	0.10	1.000	0.1	1.5	NL	0.341	Liquefazione improbabile	NULLA
S1	4.5	11.00	Po	0.719	1.800	0.09	12.34	0.10	0.990	0.1	1.5	NL	0.342	Liquefazione improbabile	NULLA
DPSH2	4.5	4.6	DI	0.906	1.800	0.07	11.97	0.10	1.000	0.1	1.8	NL	0.272	Liquefazione improbabile	NULLA
DPSH2	4.5	4.8	DI	0.900	1.800	0.07	14.84	0.11	1.000	0.2	2.1	NL	0.231	Liquefazione improbabile	NULLA
DPSH2	4.5	5	DI	0.895	1.800	0.08	10.80	0.10	1.000	0.1	1.6	NL	0.307	Liquefazione improbabile	NULLA
DPSH2	4.5	5.2	DI	0.889	1.800	0.08	10.71	0.09	1.000	0.1	1.6	NL	0.314	Liquefazione improbabile	NULLA
DPSH2	4.5	5.4	DI	0.884	1.800	0.08	8.70	0.09	1.000	0.1	1.4	NL	0.363	Liquefazione incerta	NULLA
DPSH2	4.5	5.6	DI	0.878	1.800	0.08	8.63	0.09	1.000	0.1	1.4	NL	0.370	Liquefazione incerta	NULLA
DPSH2	4.5	5.8	DI	0.872	1.800	0.08	5.71	0.08	1.000	0.1	1.1	L	0.447	Liquefazione incerta	BASSA
DPSH2	4.5	6	DI	0.867	1.800	0.08	10.39	0.09	1.000	0.1	1.5	NL	0.341	Liquefazione improbabile	NULLA
DPSH2	4.5	6.2	DI	0.861	1.800	0.08	2.10	0.07	1.000	0.1	0.9	L	0.555	Liquefazione incerta	BASSA



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE CARATTERIZZAZIONE SISMICA

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
 N7D2 01 D 78 RH GE 00 00 002 A 24 di 26

sondag gio	prof. fald a	prof.	un ità	rd (Idriss &Boila nger)	MSF (Idriss)	CS R	N1,60 ,cs	Cs	Ks	CRR (Idriss)	FS	NL/L (EC8)	PL	Probabilità di Liquefazione	Pericolosità di liquefazion e
	(m)	(m)													
DPSH2	4.5	6.4	Di	0.855	1.800	0.08	2.08	0.07	1.000	0.1	0.8	L	0.559	Liquefazione incerta	BASSA
DPSH2	4.5	6.6	Di	0.849	1.800	0.08	3.10	0.07	1.000	0.1	0.9	L	0.535	Liquefazione incerta	BASSA
DPSH2	4.5	6.8	Di	0.844	1.800	0.08	6.15	0.08	1.000	0.1	1.1	L	0.456	Liquefazione incerta	BASSA
DPSH2	4.5	7	Di	0.838	1.800	0.09	8.15	0.09	1.000	0.1	1.2	L	0.409	Liquefazione incerta	NULLA
DPSH2	4.5	7.2	Di	0.832	1.800	0.09	9.10	0.09	1.000	0.1	1.3	NL	0.390	Liquefazione incerta	NULLA
DPSH2	4.5	7.4	Di	0.826	1.800	0.09	8.04	0.09	1.000	0.1	1.2	L	0.418	Liquefazione incerta	NULLA
DPSH2	4.5	7.6	Di	0.820	1.800	0.09	7.98	0.09	1.000	0.1	1.2	L	0.421	Liquefazione incerta	BASSA
DPSH2	4.5	7.8	Di	0.814	1.800	0.09	5.95	0.08	1.000	0.1	1.0	L	0.475	Liquefazione incerta	BASSA
DPSH2	4.5	8	Di	0.808	1.800	0.09	2.96	0.07	1.000	0.1	0.8	L	0.558	Liquefazione incerta	BASSA
DPSH2	4.5	8.2	Di	0.802	1.800	0.09	4.89	0.08	1.000	0.1	1.0	L	0.507	Liquefazione incerta	BASSA
DPSH2	4.5	8.4	Di	0.796	1.800	0.09	10.70	0.09	1.000	0.1	1.4	NL	0.366	Liquefazione incerta	NULLA
DPSH2	4.5	8.6	Di	0.790	1.800	0.09	11.60	0.10	1.000	0.1	1.4	NL	0.349	Liquefazione improbabile	NULLA
DPSH2	4.5	8.8	Di	0.784	1.800	0.09	13.45	0.10	1.000	0.1	1.6	NL	0.313	Liquefazione improbabile	NULLA
DPSH2	4.5	9	Di	0.778	1.800	0.09	14.32	0.11	1.000	0.2	1.7	NL	0.298	Liquefazione improbabile	NULLA
DPSH2	4.5	9.2	Di	0.772	1.800	0.09	7.59	0.08	1.000	0.1	1.1	L	0.443	Liquefazione incerta	BASSA
DPSH2	4.5	9.4	Di	0.766	1.800	0.09	5.66	0.08	0.999	0.1	1.0	L	0.494	Liquefazione incerta	BASSA
DPSH2	4.5	9.6	Di	0.760	1.800	0.09	4.69	0.07	0.998	0.1	0.9	L	0.521	Liquefazione incerta	BASSA
DPSH2	4.5	9.8	Di	0.754	1.800	0.09	7.46	0.08	0.997	0.1	1.1	L	0.449	Liquefazione incerta	BASSA
DPSH2	4.5	10	Di	0.748	1.800	0.09	8.34	0.09	0.996	0.1	1.2	L	0.428	Liquefazione incerta	BASSA
DPSH2	4.5	10.2	Di	0.743	1.800	0.09	8.73	0.09	0.995	0.1	1.2	L	0.419	Liquefazione incerta	NULLA
DPSH2	4.5	10.4	Di	0.737	1.800	0.09	8.68	0.09	0.994	0.1	1.2	L	0.421	Liquefazione incerta	BASSA
DPSH2	4.5	10.6	Di	0.731	1.800	0.09	7.68	0.08	0.993	0.1	1.1	L	0.446	Liquefazione incerta	BASSA
DPSH2	4.5	10.8	Di	0.725	1.800	0.09	5.73	0.08	0.993	0.1	1.0	L	0.496	Liquefazione incerta	BASSA
DPSH2	4.5	11	Di	0.719	1.800	0.09	8.54	0.09	0.991	0.1	1.2	L	0.425	Liquefazione incerta	BASSA
DPSH2	4.5	11.2	Di	0.713	1.800	0.09	10.38	0.09	0.989	0.1	1.3	NL	0.383	Liquefazione incerta	NULLA
DPSH2	4.5	11.4	Di	0.707	1.800	0.09	7.51	0.08	0.989	0.1	1.1	L	0.450	Liquefazione incerta	BASSA
DPSH2	4.5	11.6	Di	0.701	1.800	0.09	8.41	0.09	0.988	0.1	1.2	L	0.428	Liquefazione incerta	BASSA
DPSH2	4.5	11.8	Di	0.696	1.800	0.09	8.36	0.09	0.987	0.1	1.2	L	0.429	Liquefazione incerta	BASSA
DPSH2	4.5	12	Di	0.690	1.800	0.09	10.17	0.09	0.985	0.1	1.3	NL	0.387	Liquefazione incerta	NULLA
DPSH2	4.5	12.2	Di	0.684	1.800	0.09	10.12	0.09	0.985	0.1	1.3	NL	0.388	Liquefazione incerta	NULLA
DPSH3	7	7.2	Di	0.832	1.800	0.07	1.79	0.06	0.992	0.1	1.0	L	0.485	Liquefazione	BASSA

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE CARATTERIZZAZIONE SISMICA

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
N7D2 01 D 78 RH GE 00 00 002 A 25 di 26

sondag gio	prof. fald a	prof.	un ità	rd (Idriss &Boila nger)	MSF (Idriss)	CS R	N1,60 ,cs	Cs	Ks	CRR (Idriss)	FS	NL/L (EC8)	PL	Probabilità di Liquefazione	Pericolosità di liquefazio ne
	(m)	(m)												incerta	
DPSH3	7	7.4	Di	0.826	1.800	0.07	1.78	0.06	0.991	0.1	1.0	L	0.489	Liquefazione incerta	BASSA
DPSH3	7	7.6	Di	0.820	1.800	0.07	2.65	0.07	0.990	0.1	1.1	L	0.469	Liquefazione incerta	BASSA
DPSH3	7	7.8	Di	0.814	1.800	0.07	4.40	0.07	0.989	0.1	1.2	L	0.425	Liquefazione incerta	BASSA
DPSH3	7	8	Di	0.808	1.800	0.07	2.62	0.07	0.989	0.1	1.0	L	0.477	Liquefazione incerta	BASSA
DPSH3	7	8.2	Di	0.802	1.800	0.07	4.35	0.07	0.987	0.1	1.2	L	0.433	Liquefazione incerta	BASSA
DPSH3	7	8.4	Di	0.796	1.800	0.07	5.19	0.08	0.986	0.1	1.2	L	0.414	Liquefazione incerta	NULLA
DPSH3	7	8.6	Di	0.790	1.800	0.07	5.17	0.08	0.985	0.1	1.2	L	0.417	Liquefazione incerta	NULLA
DPSH3	7	8.8	Di	0.784	1.800	0.07	1.71	0.06	0.987	0.1	0.9	L	0.513	Liquefazione incerta	BASSA
DPSH3	7	9	Di	0.778	1.800	0.07	2.56	0.07	0.985	0.1	1.0	L	0.492	Liquefazione incerta	BASSA
DPSH3	7	9.2	Di	0.772	1.800	0.07	1.70	0.06	0.986	0.1	0.9	L	0.518	Liquefazione incerta	BASSA
DPSH3	7	9.4	Di	0.766	1.800	0.07	5.07	0.08	0.982	0.1	1.2	L	0.428	Liquefazione incerta	BASSA
DPSH3	7	9.6	Po	0.760	1.800	0.07	7.57	0.08	0.979	0.1	1.4	NL	0.369	Liquefazione incerta	NULLA
DPSH3	7	9.8	Po	0.754	1.800	0.07	10.04	0.09	0.977	0.1	1.6	NL	0.317	Liquefazione improbabile	NULLA
DPSH3	7	10	Po	0.748	1.800	0.08	11.66	0.10	0.974	0.1	1.7	NL	0.287	Liquefazione improbabile	NULLA
DPSH3	7	10.2	Po	0.743	1.800	0.08	7.86	0.09	0.977	0.1	1.4	NL	0.366	Liquefazione incerta	NULLA
DPSH3	7	10.4	Po	0.737	1.800	0.08	9.56	0.09	0.975	0.1	1.5	NL	0.330	Liquefazione improbabile	NULLA
DPSH3	7	10.6	Po	0.731	1.800	0.08	12.98	0.10	0.970	0.1	1.8	NL	0.267	Liquefazione improbabile	NULLA
DPSH3	7	10.8	Po	0.725	1.800	0.08	12.92	0.10	0.969	0.1	1.8	NL	0.269	Liquefazione improbabile	NULLA
DPSH3	7	11	Po	0.719	1.800	0.08	6.86	0.08	0.975	0.1	1.3	NL	0.394	Liquefazione incerta	NULLA
DPSH3	7	11.2	Po	0.713	1.800	0.08	6.83	0.08	0.974	0.1	1.3	NL	0.395	Liquefazione incerta	NULLA
DPSH3	7	11.4	Po	0.707	1.800	0.08	10.20	0.09	0.970	0.1	1.6	NL	0.321	Liquefazione improbabile	NULLA
DPSH3	7	11.6	Po	0.701	1.800	0.08	10.16	0.09	0.969	0.1	1.6	NL	0.323	Liquefazione improbabile	NULLA
DPSH3	7	11.8	Po	0.696	1.800	0.08	6.74	0.08	0.972	0.1	1.3	NL	0.399	Liquefazione incerta	NULLA
DPSH3	7	12	Po	0.690	1.800	0.08	7.55	0.08	0.971	0.1	1.3	NL	0.380	Liquefazione incerta	NULLA
DPSH3	7	12.2	Po	0.684	1.800	0.08	7.52	0.08	0.970	0.1	1.3	NL	0.381	Liquefazione incerta	NULLA
DPSH3	7	12.4	Po	0.678	1.800	0.08	9.99	0.09	0.966	0.1	1.5	NL	0.327	Liquefazione improbabile	NULLA
DPSH3	7	12.6	Po	0.673	1.800	0.08	9.94	0.09	0.965	0.1	1.5	NL	0.328	Liquefazione improbabile	NULLA
DPSH3	7	12.8	Po	0.667	1.800	0.08	17.33	0.12	0.954	0.2	2.3	NL	0.205	Liquefazione improbabile	NULLA
DPSH3	7	13	Po	0.662	1.800	0.08	19.73	0.13	0.948	0.2	2.6	NL	0.173	Liquefazione improbabile	NULLA
DPSH3	7	13.2	Po	0.656	1.800	0.08	13.92	0.11	0.957	0.1	1.9	NL	0.256	Liquefazione improbabile	NULLA



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE CARATTERIZZAZIONE SISMICA

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
 N7D2 01 D 78 RH GE 00 00 002 A 26 di 26

sondag gio	prof. fald a	prof.	un ità	rd (Idriss &Boila nger)	MSF (Idriss)	CS R	N1,60 ,cs	Cs	Ks	CRR (Idriss)	FS	NL/L (EC8)	PL	Probabilità di Liquefazione	Pericolosità di liquefazio ne
	(m)	(m)													
DPSH3	7	13.4	Po	0.651	1.800	0.08	9.78	0.09	0.963	0.1	1.5	NL	0.331	Liquefazione improbabile	NULLA
DPSH3	7	13.6	Po	0.645	1.800	0.08	9.75	0.09	0.962	0.1	1.5	NL	0.331	Liquefazione improbabile	NULLA
DPSH3	7	13.8	Po	0.640	1.800	0.08	8.90	0.09	0.962	0.1	1.4	NL	0.349	Liquefazione improbabile	NULLA
DPSH3	7	14	Ts	0.634	1.800	0.08	7.25	0.08	0.964	0.1	1.3	NL	0.385	Liquefazione incerta	NULLA
DPSH3	7	14.2	Ts	0.629	1.800	0.08	18.46	0.13	0.945	0.2	2.4	NL	0.189	Liquefazione improbabile	NULLA
DPSH3	7	14.4	Ts	0.624	1.800	0.08	16.79	0.12	0.947	0.2	2.2	NL	0.211	Liquefazione improbabile	NULLA
DPSH3	7	14.6	Ts	0.618	1.800	0.08	19.12	0.13	0.941	0.2	2.5	NL	0.180	Liquefazione improbabile	NULLA
DPSH3	7	14.8	Ts	0.613	1.800	0.08	11.90	0.10	0.954	0.1	1.7	NL	0.287	Liquefazione improbabile	NULLA
DPSH3	7	15	Ts	0.608	1.800	0.08	14.23	0.11	0.949	0.1	2.0	NL	0.248	Liquefazione improbabile	NULLA
DPSH3	7	15.2	Ts	0.603	1.800	0.08	18.90	0.13	0.939	0.2	2.5	NL	0.182	Liquefazione improbabile	NULLA
DPSH3	7	15.4	Ts	0.598	1.800	0.08	18.83	0.13	0.938	0.2	2.5	NL	0.182	Liquefazione improbabile	NULLA
DPSH3	7	15.6	Ts	0.593	1.800	0.08	41.44	0.30	0.852	6.8	80.7	NL	0.001	Non liquefazione quasi certa	NULLA

Quindi, a seguito delle verifiche effettuate, nella zone della viabilità in oggetto la pericolosità di liquefazione risulta bassa/nulla.