

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

MANDATARIA:

MANDANTE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:



PROGETTO ESECUTIVO

**LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI, TRATTA NAPOLI-CANCELLO,
IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE,
NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014**
RELAZIONE

GEOLOGIA

GEOTECNICA

Relazione sismica generale

APPALTATORE	PROGETTAZIONE	
DIRETTORE TECNICO Ing. M. PANISI	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE Ing. A. CHECCHI	

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV SCALA:

I	F	1	M	0	0	E	Z	Z	R	G	G	E	0	0	0	5	0	0	1	C	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	EMISSIONE SECUTIVA	M. Chiarini	14/06/18	M. Frandino	15/06/18	A. Bellocchio	15/06/18	G. Cassani	
B	EMISSIONE PER RdV	M. Chiarini	10/09/18	M. Frandino	11/09/18	A. Bellocchio	11/09/18	G. Cassani	
C	EMISSIONE PER RdV	M. Chiarini	03/10/18	M. Frandino	04/10/18	A. Bellocchio	04/10/18	G. Cassani	
									05/10/18

File: IF1M-0-0-E-ZZ-RG-GE0005-001-C

n. Elab.: X

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.			IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 2 di 141

1	INTRODUZIONE.....	7
2	RIFERIMENTI: NORMATIVE, DOCUMENTI E BIBLIOGRAFIA.....	8
2.1	DOCUMENTI	8
2.2	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	8
2.3	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	9
3	ELEMENTI DI SISMICITÀ	11
4	CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELLE UNITÀ GEOTECNICHE.....	13
4.1	INQUADRAMENTO STRATIGRAFICO E DESCRIZIONE DELLE UNITÀ GEOTECNICHE.....	15
4.2	CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA.....	15
4.3	CATEGORIA TOPOGRAFICA.....	18
5	AZIONI SISMICHE DI PROGETTO.....	19
5.1	VITA NOMINALE, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO	20
5.2	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE	21
5.3	AZIONI DI PROGETTO	22
6	ANALISI DI LIQUEFAZIONE	26
6.1	ESCLUSIONE DELLA VERIFICA A LIQUEFAZIONE	26
6.2	RICERCA DELLE ZONE DI POTENZIALE LIQUEFAZIONE.....	27
6.3	METODOLOGIA DI ANALISI	29
6.3.1	<i>Procedura di Idriss e Boulanger, 2004.....</i>	<i>30</i>
6.3.2	<i>Calcolo del potenziale di liquefazione.....</i>	<i>36</i>
6.4	VERIFICHE DI LIQUEFAZIONE.....	37

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.			IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 3 di 141

7	POSSIBILI CONSEGUENZE DELLA LIQUEFAZIONE E INTERVENTI DI MITIGAZIONE.....	40
7.1	VERIFICHE DI STABILITÀ	42
7.2	STIMA DEI CEDIMENTI POST-LIQUEFAZIONE	42
7.3	EFFETTI DELLA LIQUEFAZIONE SUI RILEVATI: CEDIMENTI E VERIFICHE DI STABILITÀ....	44
7.3.1	<i>Analisi di cedimenti</i>	44
7.3.2	<i>Analisi di stabilità</i>	49
7.4	EFFETTI DELLA LIQUEFAZIONE SUI PALI DI FONDAZIONE	77
7.4.1	<i>Carico limite</i>	77
7.4.2	<i>Sollecitazioni sul palo</i>	78
7.4.3	<i>Cedimenti post-liquefazione</i>	79
7.4.4	<i>Analisi dei cedimento post-liquefazione sui viadotti</i>	80
8	CONCLUSIONI.....	92
9	ALLEGATI.....	93
9.1	ANALISI DI DISAGGREGAZIONE	93
9.1.1	<i>Zona Blu</i>	94
9.1.2	<i>Zona Verde</i>	94
9.1.3	<i>Zona Rossa</i>	95
9.2	ANALISI DI ESCLUSIONE DELLA VERIFICA A LIQUEFAZIONE	96
9.3	VERIFICHE DI LIQUEFAZIONE.....	103
9.3.1	<i>Tratta 1 - pk 0+000,000 – 6+653,035</i>	103
9.3.2	<i>Tratta 2 – pk 6+653,035 – 9+503,600</i>	106

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 4 di 141

9.3.3	<i>Tratta 3 – pk 9+503,600 – 10+533,435.....</i>	111
9.3.4	<i>Tratta 4- pk 10+533,435 – 13+205,542.....</i>	114
9.3.5	<i>Tratta 5 – pk 13+205,542-15+819,914.....</i>	117
9.3.6	<i>Altre Aree</i>	120
9.4	ANALISI DI STABILITÀ IN CONDIZIONE DI LIQUEFAZIONE (SENSIBILITÀ)	122
9.4.1	<i>ANALISI 1 (H=5m, qf=2.5m; rilevato A)</i>	122
9.4.2	<i>ANALISI 2 (H=5m, qf=2.5m; rilevato B)</i>	123
9.4.3	<i>ANALISI 3 (H=5m, qf=2.5m; rilevato C)</i>	124
9.4.4	<i>ANALISI 4 (H=5m, qf=3.0m; rilevato A)</i>	125
9.4.5	<i>ANALISI 5 (H=5m, qf=3.0m; rilevato B)</i>	126
9.4.6	<i>ANALISI 6 (H=5m, qf=3.5m; rilevato A)</i>	127
9.4.7	<i>ANALISI 7 (H=6m, qf=2.5m; rilevato A)</i>	128
9.4.8	<i>ANALISI 8 (H=6m, qf=2.5m; rilevato B)</i>	129
9.4.9	<i>ANALISI 9 (H=6m, qf=2.5m; rilevato C)</i>	130
9.4.10	<i>ANALISI 10 (H=6m, qf=3.0m; rilevato B)</i>	131
9.4.11	<i>ANALISI 11 (H=6m, qf=3.5m; rilevato A)</i>	132
9.4.12	<i>ANALISI 12 (H=6m, qf=4.0m; rilevato A)</i>	133
9.4.13	<i>ANALISI 13 (H=8m, qf=2.5m; rilevato C)</i>	134
9.4.14	<i>ANALISI 14 (H=8m, qf=3.0 m; rilevato A)</i>	135
9.4.15	<i>ANALISI 15 (H=8m, qf=3.0 m; rilevato B)</i>	136
9.4.16	<i>ANALISI 16 (H=8m, qf=3.0 m; rilevato C)</i>	137
9.4.17	<i>ANALISI 17 (H=8m, qf=3.5 m; rilevato A)</i>	138

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 5 di 141
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale								

9.4.18	ANALISI 18 (H=8m, qf=3.5 m; rilevato B)	139
9.4.19	ANALISI 19 (H=8m, qf=3.5 m; rilevato C)	140
9.4.20	ANALISI 20 (H=8m, qf=4.0 m; rilevato A)	141

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 6 di 141

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 7 di 141

1 INTRODUZIONE

La presente relazione tratta gli aspetti sismici relativi al progetto esecutivo della tratta Napoli-Cancello, primo lotto della linea ferroviaria AV/AC Napoli-Bari.

L'opera in oggetto è un tratto ferroviario tra le pk 0+000 e 15+585, che attraversa i comuni di Casoria, Casalnuovo, Afragola, Caivano e Acerra (Città Metropolitana di Napoli).

L'opera si sviluppa in un territorio pianeggiante, ma a causa delle numerose interferenze sono necessari viadotti, gallerie, cavalcavia e sottopassi. Verranno inoltre adeguate alcune viabilità circostanti.

La relazione si articola come segue:

- il capitolo 2 elenca i documenti, le normative e la bibliografia di riferimento;
- il capitolo 3 propone un inquadramento generale sugli elementi di sismicità dell'area interessata dal trac-ciato, in accordo con quanto riportato nella relazione geologica;
- il capitolo 4 illustra le caratteristiche sismiche delle diverse unità geotecniche;
- il capitolo 5 definisce le azioni sismiche di progetto, le categorie di sottosuolo dei terreni interessati dalle opere e delle condizioni topografiche del tracciato; vengono inoltre riportate le metodologie di analisi da adottare in accordo con le normative vigenti;
- il capitolo 6 riporta la valutazione delle caratteristiche dei terreni con riferimento alla liquefacibilità e definizione dei coefficienti di sicurezza;
- nel capitolo 7 verranno definite le analisi delle opere in zone suscettibili alla liquefazione e le metodologie di mitigazione del fenomeno.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 8 di 141

2 RIFERIMENTI: NORMATIVE, DOCUMENTI E BIBLIOGRAFIA

2.1 DOCUMENTI

- [Rif. 1] IF1M00EZZRGGE0001001_Relazione geologica e geomorfologica generale
- [Rif. 2] IF1M00EZZRGGE0002001_Relazione idrogeologica generale
- [Rif. 3] IF1M00EZZG6GE0001001÷10_Carta geologica-geomorfologica generale
- [Rif. 4] IF1M00EZZF6GE000X001÷10_Profilo geologico ed idrogeologico
- [Rif. 5] IF1M00EZZRHGE0001001_Relazione tecnico illustrativa indagini geognostiche integrative
- [Rif. 6] IF1M00EZZRHGE0001002_Indagini geognostiche e prove in situ integrative
- [Rif. 7] IF1M00EZZIGGE0001001_Indagini geofisiche integrative
- [Rif. 8] IF1M00EZZPRGE0001001_Certificati prove di laboratorio integrative
- [Rif. 9] IF1M00EZZP6GE0001001÷10_Planimetria indagini geognostiche integrative
- [Rif. 10] IF1M00EZZF6GE0005001÷10_Profilo geotecnico
- [Rif. 11] IF1M00EZZRHGE0005001_Relazione geotecnica generale
- [Rif. 12] IF1M00EZZCLGE0005002_Relazione geotecnica rilevati ferroviari
- [Rif. 13] IF1M00EZZCLGE0005001_Relazione geotecnica rilevati stradali

2.2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

- [Rif. 14] DM 14.01.2008, "Norme tecniche per le Costruzioni"
- [Rif. 15] Circ. Min. II. TT. 02.02.2009, n. 617, "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14.01.2008"
- [Rif. 16] Raccomandazioni AGI Giugno 1977, "Programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche"
- [Rif. 17] Raccomandazioni AGI maggio 1994 "Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio"

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.			
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 9 di 141
		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					

- [Rif. 18] Linee guida AGI 2005 “Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica”
- [Rif. 19] UNI EN 1997-1:2005 “Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali”
- [Rif. 20] UNI EN 1998-5:2005 “Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”
- [Rif. 21] RFIDTCINCCSSPIFS001A 29/12/2011 Specifica per la progettazione delle opere civili ferroviarie
- [Rif. 22] Regolamento (UE) N1299/14 del 18/11/2014
- [Rif. 23] RFIDTCINCSPIFS008 – Specifica Tecnica Italferr “Trattamento delle terre a calce”.

2.3 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [Rif. 24] Gruppo di Lavoro MPS (2004) “Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall’Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003. Rapporto Conclusivo per il Dipartimento di Protezione Civile”.INGV, Milano-Roma (<http://zonesismiche.mi.ingv.it>)
- [Rif. 25] Gruppo di Lavoro CPTI (2004). “Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani”. INGV, Bologna. (<http://emidius.mi.ingv.it/CPTI04>)
- [Rif. 26] Molin D., Stucchi M. e Valenise G. (1996). “Massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani”. (<http://emidius.mi.ingv.it/GNDT/IMAX/imax.html>)
- [Rif. 27] Mancuso C, “Misure dinamiche in sito” – Hevelius Edizioni
- [Rif. 28] Lanzo G., Silvestri F. “Risposta sismica locale” – Hevelius Edizioni
- [Rif. 29] Boulanger R. W., Idriss I. M. (2010) “SPT-based liquefaction triggering procedures”
- [Rif. 30] Boulanger R. W., Idriss I. M. (2014) “CPT and SPT based liquefaction triggering procedures”
- [Rif. 31] Ohta Y., Goto N. (1978) “Empirical shear wave velocity equations in terms of characteristic soil indexes” Earthquake Engineering and Structural Dynamics, vol.6

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 10 di 141		

- [Rif. 32] Law H., Wilson P. (2017) "Displacement-based down drag analysis for pile design. PBD-III, Vancouver
- [Rif. 33] Siegel. T.C. et al (2014) "Neutral Plane Method for Drag Force of Deep Foundations and the AASHTO LRFD Bridge Design Specifications"
- [Rif. 34] Seed, H.B. & Booker, J.R. (1977) "Stabilization of potentially liquefiable sand deposits using gravel drains" - Journal of the Geotechnical Engineering Division, ASCE 103(GT7): 757- 768
- [Rif. 35] Alonso E. et al., (1984), Negative skin friction on piles: a simplified analysis and prediction procedure. Geotechnique 34, o. 3, 341-357
- [Rif. 36] Castelli F. et al, Modellazione del fenomeno di attrito negative nei pali"
- [Rif. 37] Lancellotta R, Calavera J., Fondazioni – Mc Graw Hill

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001		REV. C

3 ELEMENTI DI SISMICITÀ

Il tratto ferroviario attraversa Casoria, Casalnuovo, Afragola, Caivano e Acerra, tutti comuni della Città Metropolitana di Napoli.

Come indicato nella mappa di classificazione sismica nazionale prodotta dal Dipartimento della Protezione Civile, l'area d'intervento ricade esclusivamente in "Zona 2" (media sismicità).

Si riportano di seguito le principali carte della pericolosità sismica nazionale e della sismicità regionale, rimandando alla Relazione geologica per ulteriori informazioni riguardo le caratteristiche di sismicità dell'area oggetto di analisi. In allegato si riportano i dati delle analisi di disaggregazione nell'area in cui si sviluppa l'opera. Come valore di Magnitudo di riferimento per i calcoli di liquefazione si prenderà un valore medio pari a 5.14, in accordo con quanto fatto in PD.



Figura 1. Classificazione sismica Regione Campania

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	

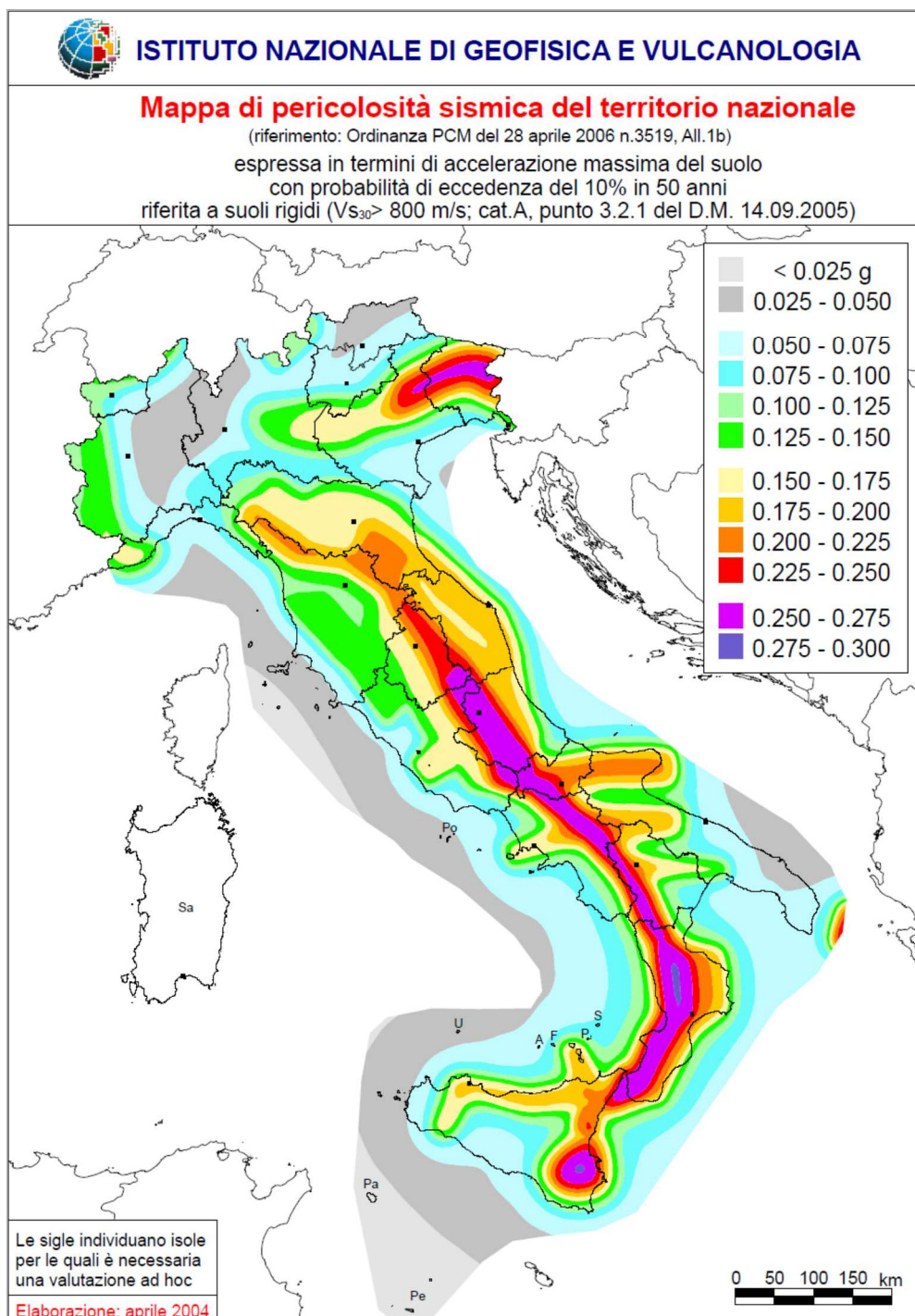


Figura 2. Mapa di pericolosità sismica del territorio nazionale

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. PAGINA C 13 di 141

4 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELLE UNITÀ GEOTECNICHE

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto è necessaria la valutazione dell'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie mediante studi specifici di risposta sismica locale.

Nel caso delle opere in esame si ritiene sufficiente far riferimento all'approccio semplificato suggerito dalla normativa vigente [Rif. 14], in cui si "classificano" i terreni compresi tra il piano di imposta delle fondazioni e il substrato rigido di riferimento (bedrock) mediante la stima dei valori di velocità media delle onde sismiche di taglio V_s nei primi 30m di profondità. La formula seguente adottata per il calcolo di questa "velocità equivalente" è ottenuta imponendo l'equivalenza tra i tempi di arrivo delle onde di taglio in un terreno omogeneo equivalente, di spessore pari a 30 m, e nel terreno stratificato in esame, di spessore complessivo ancora pari a 30 m. Essa assume quindi valori differenti da quelli ottenuti dalla media delle velocità dei singoli strati pesata sui relativi spessori, soprattutto in presenza di strati molto deformabili di limitato spessore. Lo scopo della definizione adottata è quello di privilegiare il contributo degli strati più deformabili.

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

La normativa [Rif. 14] permette anche in mancanza di prove sismiche, la definizione di un valore $N_{SPT,30}$ o $C_{u,30}$ per poter definire la categoria di sottosuolo in essere (caso terreno incoerente o coesivo).

$$N_{SPT,30} = \frac{\sum_{i=1,M} h_i}{\sum_{i=1,M} \frac{h_i}{N_{SPT,i}}} \qquad C_{u,30} = \frac{\sum_{i=1,K} h_i}{\sum_{i=1,K} \frac{h_i}{c_{u,i}}}$$

Nelle tre formule citate, h_i è lo spessore del singolo strato.

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.	Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 14 di 141

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 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 $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 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 $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).</i>

Tabella 1. Categorie di sottosuolo (Tab. 3.2.II delle NTC 2008)

Si deve poi tenere in conto degli effetti topografici, legati alla configurazione del piano campagna. La modifica delle caratteristiche del moto sismico per effetto della geometria superficiale del terreno va attribuita alla focalizzazione delle onde sismiche in prossimità della cresta dei rilievi a seguito dei fenomeni di riflessione delle onde sismiche ed all'interazione tra il campo d'onda incidente e quello diffratto. I fenomeni di amplificazione cresta-base aumentano in proporzione al rapporto tra l'altezza del rilievo e la sua larghezza. La normativa definisce quattro categorie differenti, considerando configurazioni geometricamente prevalenti bidimensionali, creste o dorsali allungate, considerate solamente se di altezza maggiore a 30m.

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 2. Categorie topografiche (Tab. 3.2.IV delle NTC 2008)

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014			
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 15 di 141

4.1 INQUADRAMENTO STRATIGRAFICO E DESCRIZIONE DELLE UNITÀ GEOTECNICHE

Il modello geotecnico dell'area in esame è sostanzialmente molto omogeneo, con unità geotecniche incoerenti che si sovrappongono in maniera abbastanza regolare. Lo strato più superficiale delle Piroclastiti rimaneggiate **DI** è composto da limi sabbiosi e sabbie limose, spesso in continuità con gli strati limosi della coltre. Al di sotto, costante per tutto lo sviluppo del tracciato, c'è lo strato di Piroclastiti recenti **Po**, composte da sabbia limose a tratti ghiaiose, con spessori anche fino ai 18-20m. A dividere questa unità dalle piroclastiti di base **Pb**, profonda unità sabbioso-ghiaiosa in matrice limosa, compare per la maggior parte del tracciato l'unità dei tufi: questi in parte si presentano litoidi **T_L** e in parte sfatti **T_S**, riducendosi a un'unità incoerente grossolana.

4.2 CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA

La caratterizzazione sismica è stata eseguita considerando le seguenti prove:

- 35 prove Down-hole
- 3 prove MASW
- 3 prove Re.Mi.

Nei materiali in esame, caratterizzati da numeri di colpi molto bassi, i risultati in termini di categoria di sottosuolo su una stessa verticale calcolata con risultati diretti di Vs e con N_{spt} sono differenti, in particolare il valore di N_{SPT,30} porta ad una generale sottostima della categoria di sottosuolo.

Il calcolo mediante il valore sui 30m di N_{spt} non viene però ritenuto significativo in quanto:

- si possiede un campione diffuso e rappresentativo di prove sismiche verticali; tale metodologia di prova è sempre maggiormente significativa in quanto le prove penetrometriche si basano su un meccanismo di rottura dinamico che non ha particolari affinità con i meccanismi che regolano la trasmissione delle onde di taglio;
- le prove N_{spt} non danno risultati continui al contrario delle DH;
- spesso non sono disponibili N_{spt} per una lunghezza necessaria a coprire i 30m;

Le prove hanno indagato tutte le unità geotecniche presenti, mostrano un ottimo accordo con le stratigrafie ma range di velocità anche piuttosto ampi, in particolare:

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 16 di 141
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale								

- Nei tratti in cui il tufo passa da essere litoide a completamente sfatto
- Nelle piroclastiti Po e Pb, in cui il grado di addensamento e la presenza di cementazione possono portare a variazioni importanti di Vs

In termini di Vs,30 le prove mostrano risultati molto costanti lungo tutto il profilo dell'opera, così come era da attendersi per l'omogeneità globale della stratigrafia e della successione delle unità lungo il tracciato. I valori però sono prossimi al limite tra la categoria C e B, in particolare il 65% ricade in categoria C in quanto $V_{s,30} < 360 \text{ m/s}$.

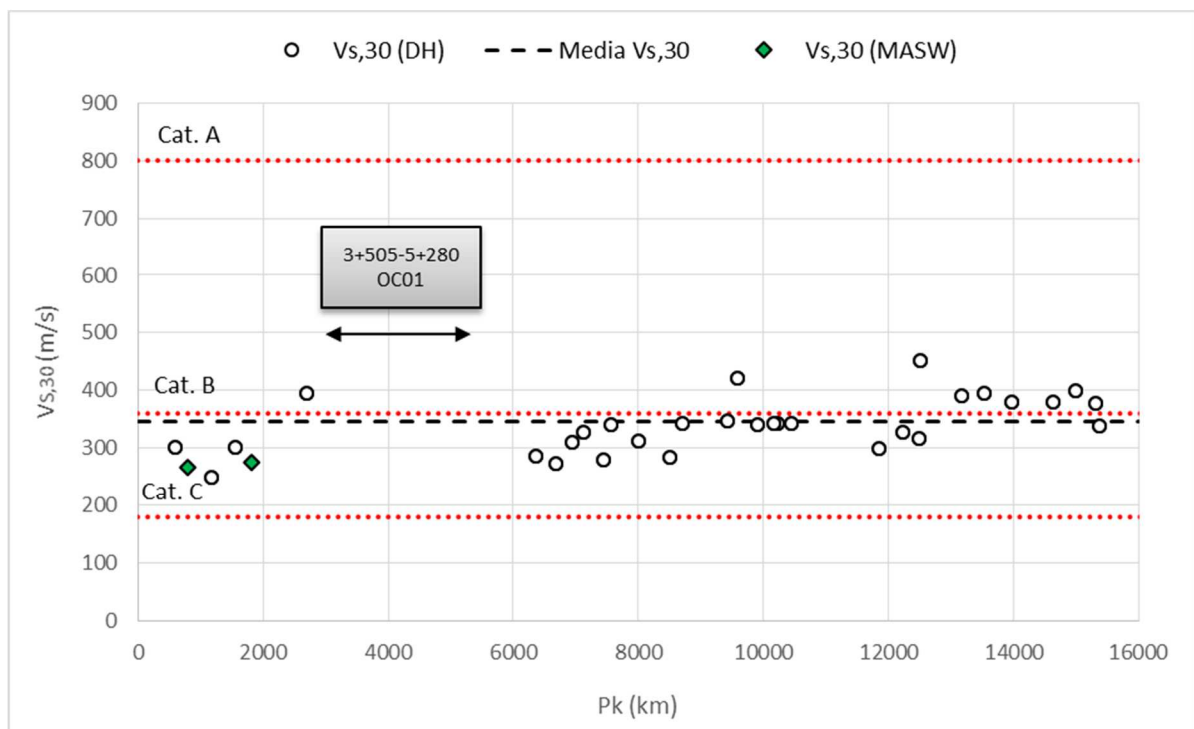


Figura 3. Caratterizzazione sismica – Categoria di sottosuolo

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ RG GE.00.05.001 C 17 di 141	

FASE	SONDAGGIO	PROVA	Unità indagate					V _{s,30} (m/s)	CAT.
			DI	PO	Ts	TL	Pb		
PD	S4	MASW	X	X				267	C
PD	S8	MASW		X			X	275	C
PD	S13	MASW		X	X	X	X	299	C
PD	S11	Re.Mi.		X	X		X	351	C
PD	S15	Re.Mi.		X	X		X	731	B
PD	S2	DH	X	X				301	C
PD	S7	DH		X				302	C
PD	S12	DH	X	X		X	X	369	B
PD	S23a	DH	X	X	X	X		311	C
PD	S53a	DH	X	X	X	X	X	395	B
PD	S30DH	DH	X	X	X	X	X	343	C
PD	S32DH	DH	X	X		X		340	C
PD	S34DH	DH	X	X	X			348	C
PD	S39DH	DH	X	X	X			343	C
PD	S58DH	DH	X	X	X		X	388	B
PD	S59DH	DH	X	X	X		X	377	B
PD	S25	DH	X	X	X		X	280	C
PD	S28	DH	X	X	X		X	313	C
PD	S44	DH		X	X		X	300	C
PD	S47	DH	X	X	X		X	328	C
PD	S50	DH	X	X	X	X	X	317	C
PD	S62	DH		X	X		X	338	C
PE	E2DH	DH	X				X	250	C
PE	E8DH	DH	X			X	X	396	B
PE	E12DH	DH	X	X	X			286	C
PE	E14DH	DH	X	X	X		X	273	C
PE	E16DH	DH	X	X	X		X	327	C
PE	E17DH	DH	X		X	X		340	C
PE	E20DH	DH	X	X	X	X	X	284	C
PE	E23DH	DH	X	X	X	X	X	422	B
PE	E25DH	DH	X	X		X	X	342	C
PE	E26DH	DH	X	X		X	X	342	C
PE	E30DH	DH	X	X		X	X	452	B
PE	E31DH	DH		X	X	X	X	392	B
PE	E33DH	DH	X	X	X	X	X	381	B
PE	E34DH	DH		X	X	X	X	380	B
PE	E35DH	DH		X	X	X	X	400	B
PE	E38DH	DH	X	X		X	X	348	C
PE	E39DH	DH		X		X	X	433	B
PE	E42DH	DH	X	X	X		X	363	B

Tabella 3. Risultati prove sismiche

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. PAGINA C 18 di 141

Il cospicuo numero di prove di misura diretta di Vs ha permesso di assegnare ad ogni unità valori di velocità delle onde secondarie, di modo che oltre a ricavare i valori di parametri elastici a piccole deformazioni (G_0 e E_0), è stato possibile ricostruire una caratterizzazione sismica di sottosuolo lungo tutto il tracciato. I range di velocità degli strati sono riportati di seguito.

Unità	Descrizione	Prove DH (nr)	Vs (m/s)	G0 (MPa)	E0 (MPa)
DI	Sabbia limosa/limo sabbioso	28	100-350	16-200	45-550
Po	Sabbia limosa	32	100-650	16-680	45-1900
Ts	Tufo alterato (sabbia deb. limosa a tratti ghiaiosa)	24	250-880	100-1150	270-3300
TL	Tufo litoide	19	400-1000	250-600	680-4550
Pb	Sabbia limosa a tratti ghiaiosa	27	255-670	100-700	300-2050

Tabella 4. Caratterizzazione sismica - Velocità delle onde S caratteristiche delle unità geotecniche

4.3 CATEGORIA TOPOGRAFICA

Dal punto di vista morfologico l'area interessata dal tracciato progettuale è ubicata in pianura, in cui le limitate pendenze sono certamente basse.

Pertanto, come riportato sul profilo geotecnico, il tracciato ricade in categoria topografica T1.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. PAGINA C 19 di 141

5 AZIONI SISMICHE DI PROGETTO

Le azioni sismiche di progetto scaturiscono dalla valutazione della pericolosità sismica di base riferita al sito in costruzione.

La pericolosità sismica è definita in termini di

- Accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (cat. A suolo T1),
- Ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR (NTC 2008 Tab 3.2.I).

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g , accelerazione orizzontale massima al sito su suolo di riferimento rigido.
- 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.

Per la determinazione di tali parametri è inoltre richiesta l'individuazione del periodo di ritorno T_R che è funzione di V_N e P_{VR} . La relazione che lega tali parametri è la seguente:

$$T_R = - V_R / \ln(1 - P_{VR})$$

Per la determinazione dello spettro di progetto è necessario valutare, inoltre:

- La categoria di sottosuolo;
- La categoria topografica;
- Il coefficiente di smorzamento viscoso: per le strutture in c.a. si può porre $\xi = 5\%$ per cui il fattore $\eta = (10 / (5 + \xi))^{1/2}$ assume valore unitario.

Determinati i parametri suddetti, lo spettro di risposta elastico è definito dalle seguenti relazioni:

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. PAGINA C 20 di 141

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Le verifiche sismiche delle opere provvisorie la cui durata prevista in progetto è inferiore a due anni possono essere omesse (cfr. nota 1 tab. 2.4.I del DM 2008).

5.1 VITA NOMINALE, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

L'opera in esame ha una vita nominale $V_N = 75$ anni, ed una classe d'uso III ($C_U = 1.5$); pertanto il periodo di riferimento V_R dell'opera, in accordo con la tabella 2.4.II delle NTC2008, è:

$$V_R = V_N \cdot C_U = 75 \times 1.5 = 113 \text{ anni}$$

Definito il periodo di riferimento è possibile calcolare il periodo di ritorno dell'evento sismico T_R in anni per l'opera in esame in funzione dello stato limite considerato; come riportato al par. 3.2.1 delle NTC 2008 [9] ad ogni stato limite è legata una Probabilità di Superamento P_{VR} nel periodo di riferimento cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente (tab. 3.2.I delle NTC2008). In funzione di questo parametro di probabilità i periodi di ritorno dell'azione sismica da considerare si calcolano come:

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

I valori della probabilità di superamento e i conseguenti valori del periodo di ritorno T_R in anni per l'opera in esame sono riportati in Tabella 5.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.			IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001		REV. C

Stati Limite		P_{V_R} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R	T_R : periodo di ritorno dell'evento sismico
Stati limite di esercizio	SLO	81 %	68 anni
	SLD	63 %	113 anni
Stati limite ultimi	SLV	10 %	1068 anni
	SLC	5 %	2193 anni

Tabella 5. Opere definitive: probabilità di superamento P_{V_R} e periodo di ritorno dell'evento sismico T_R

Nel caso di opere provvisorie invece si considera una vita nominale di 10 anni, e pertanto un periodo di riferimento V_R pari a:

$$V_R = V_N \cdot C_U = 10 \times 1.5 = 15 \text{ anni} \leq 35 \text{ anni} \rightarrow V_R = 35 \text{ anni}$$

Stati Limite		P_{V_R} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R	T_R : periodo di ritorno dell'evento sismico
Stati limite di esercizio	SLO	81 %	21 anni
	SLD	63 %	35 anni
Stati limite ultimi	SLV	10 %	332 anni
	SLC	5 %	682 anni

Tabella 6. Opere provvisorie: probabilità di superamento P_{V_R} e periodo di ritorno dell'evento sismico T_R

5.2 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Sulla base delle considerazioni fatte al § 4 si ritiene cautelativamente di adottare per la progettazione sempre la categoria di sottosuolo C, anche se alcune DH hanno riportato valori all'interno del range di normativa della categoria B. Probabilmente questa oscillazione tra le due categorie è legata alle variazioni di spessore dello strato tufaceo, caratterizzato da velocità elevate e dello strato di deposito superficiale molto più "lento", e di quanto peso hanno questi spessori all'interno dei 30m di calcolo.

Si ritiene in un caso come quello in esame in cui si è proprio al limite tra le due categorie, di considerare la peggiore.

La categoria topografica è invece senza dubbio la T1.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 22 di 141

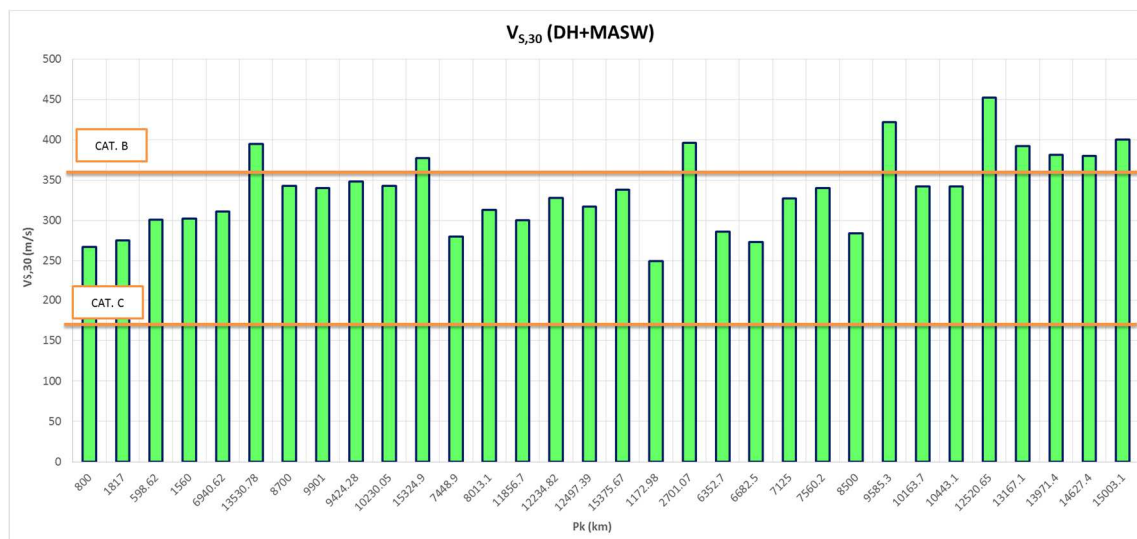


Figura 9. Andamento planimetrico delle VS₃₀, valutate da prove dirette (DH)

5.3 AZIONI DI PROGETTO

Le azioni sismiche di progetto sono definite sulla base dei dati derivanti dalla pericolosità sismica (a_g , F_0 , T^*c), della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche del sito come definite al § 3.2.2 delle NTC-2008. Da questi valori possono essere calcolati gli spettri di risposta elastici in accelerazione e gli spettri di progetto (§ 3.2.3.2, 3.2.3.4 e 3.2.3.5 delle NTC-2008). Le azioni di progetto sono state ricavate mediante il programma “Spettri NTCver.1.0.3.xls” disponibile sul sito <http://www.cslp.it/cslp/>.

Nella sono riportati per i comuni i valori dei parametri di pericolosità sismica di sito, i coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica S_S e S_T in funzione delle categorie definite e la conseguente accelerazione massima a_{max} al sito, per lo SLV.

Comune	VR	Cat. di sottosuolo	Cat. topografica	a_g (g)	F_0 (-)	TC^* (s)	S_S	S_T	a_{max} (g)
Casoria	113	C	T1	0.215	2.469	0.351	1.382	1	0.297
Casalnuovo	113	C	T1	0.219	2.472	0.352	1.375	1	0.301
Afragola	113	C	T1	0.214	2.471	0.354	1.382	1	0.296
Caivano	113	C	T1	0.204	2.472	0.366	1.398	1	0.285
Acerra	113	C	T1	0.216	2.466	0.363	1.38	1	0.298

Tabella 5. Parametri sismici allo SLV

APPALTATORE:
Mandatario:
SALINI IMPREGILO S.p.A.

Mandante:
ASTALDI S.p.A.

PROGETTISTA:
Mandatario:
SYSTRA S.A.

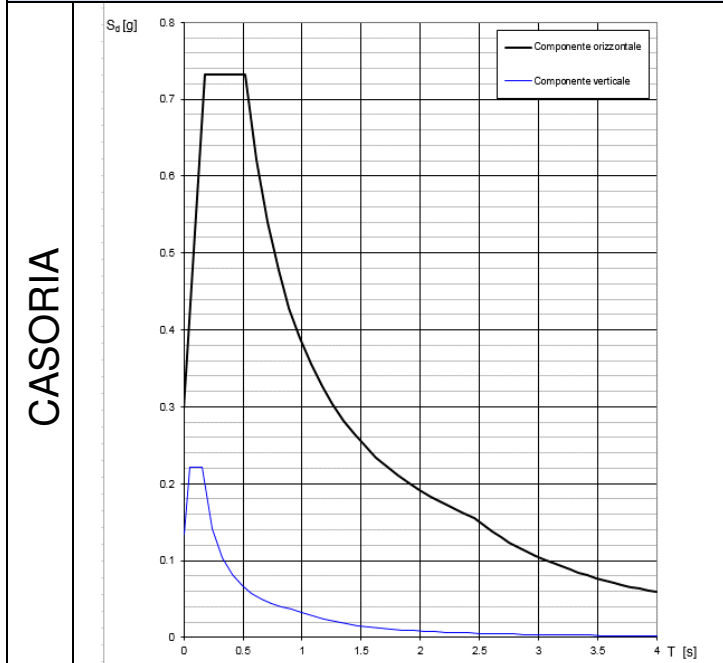
Mandante:
SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.

PROGETTO ESECUTIVO
Relazione sismica generale

LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI
TRATTA NAPOLI-CANCELLO
IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE
OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI
CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
IF1M	0.0.E.ZZ	RG	GE.00.05.001	C	23 di 141

OPERE DEFINITIVE: VR=113 anni – SLV PVR=1068 anni

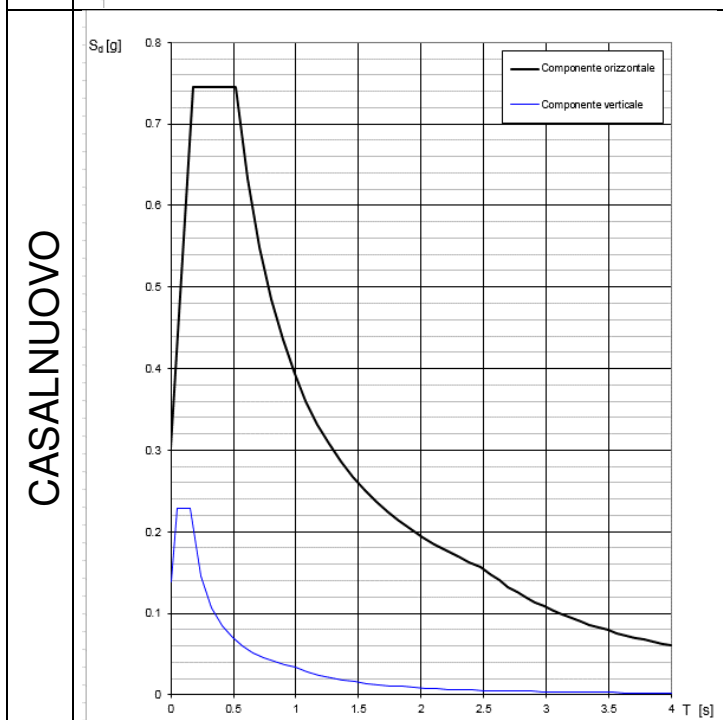


Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.215 g
F_o	2.469
T_C	0.351 s
S_S	1.382
C_C	1.483
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.382
η	1.000
T_B	0.174 s
T_C	0.521 s
T_D	2.459 s



Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.219 g
F_o	2.472
T_C	0.352 s
S_S	1.375
C_C	1.482
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.375
η	1.000
T_B	0.174 s
T_C	0.522 s
T_D	2.478 s

APPALTATORE:
Mandataria: **SALINI IMPREGILO S.p.A.**
Mandante: **ASTALDI S.p.A.**

PROGETTISTA:
Mandataria: **SYSTRA S.A.**
Mandante: **SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.**

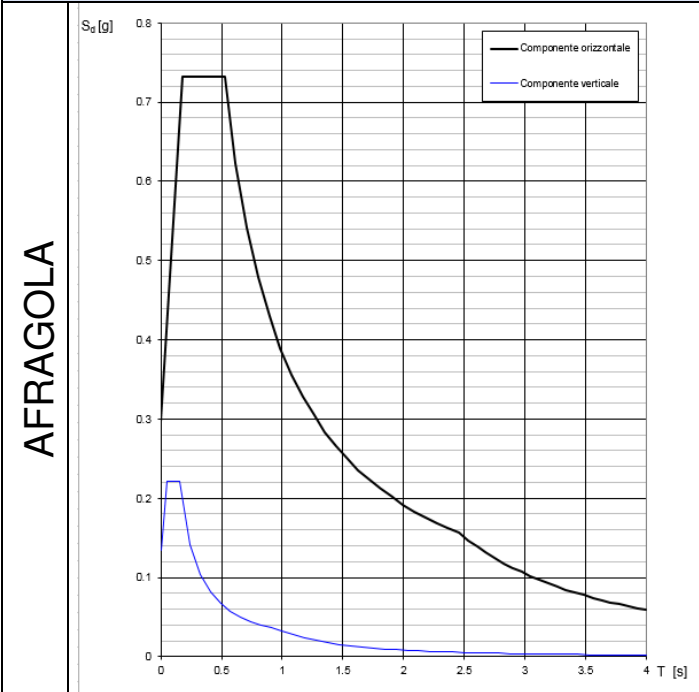
PROGETTO ESECUTIVO
Relazione sismica generale

LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI
TRATTA NAPOLI-CANCELLO

**IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE
OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI
CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014**

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
IF1M	0.0.E.ZZ	RG	GE.00.05.001	C	24 di 141

OPERE DEFINITIVE: VR=113 anni – SLV PVR=1068 anni

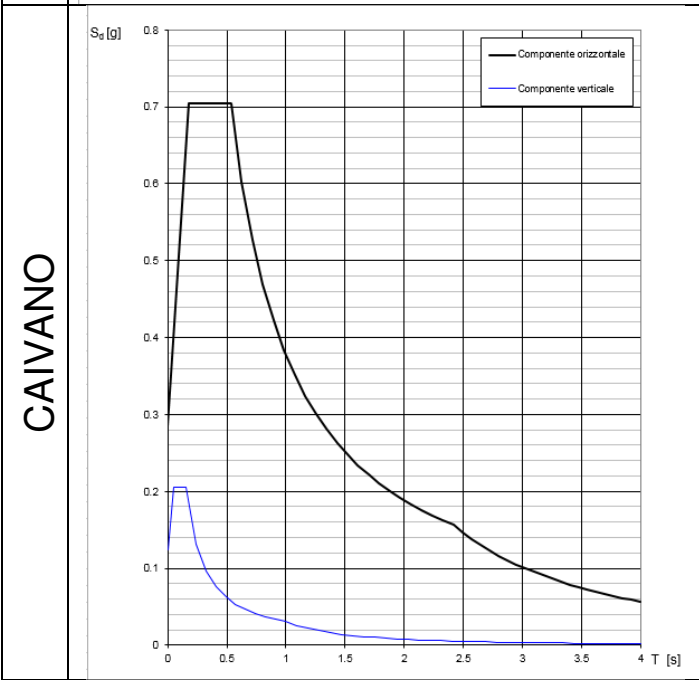


Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.214 g
F_o	2.471
T_C	0.354 s
S_S	1.382
C_C	1.479
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.382
η	1.000
T_B	0.175 s
T_C	0.524 s
T_D	2.457 s



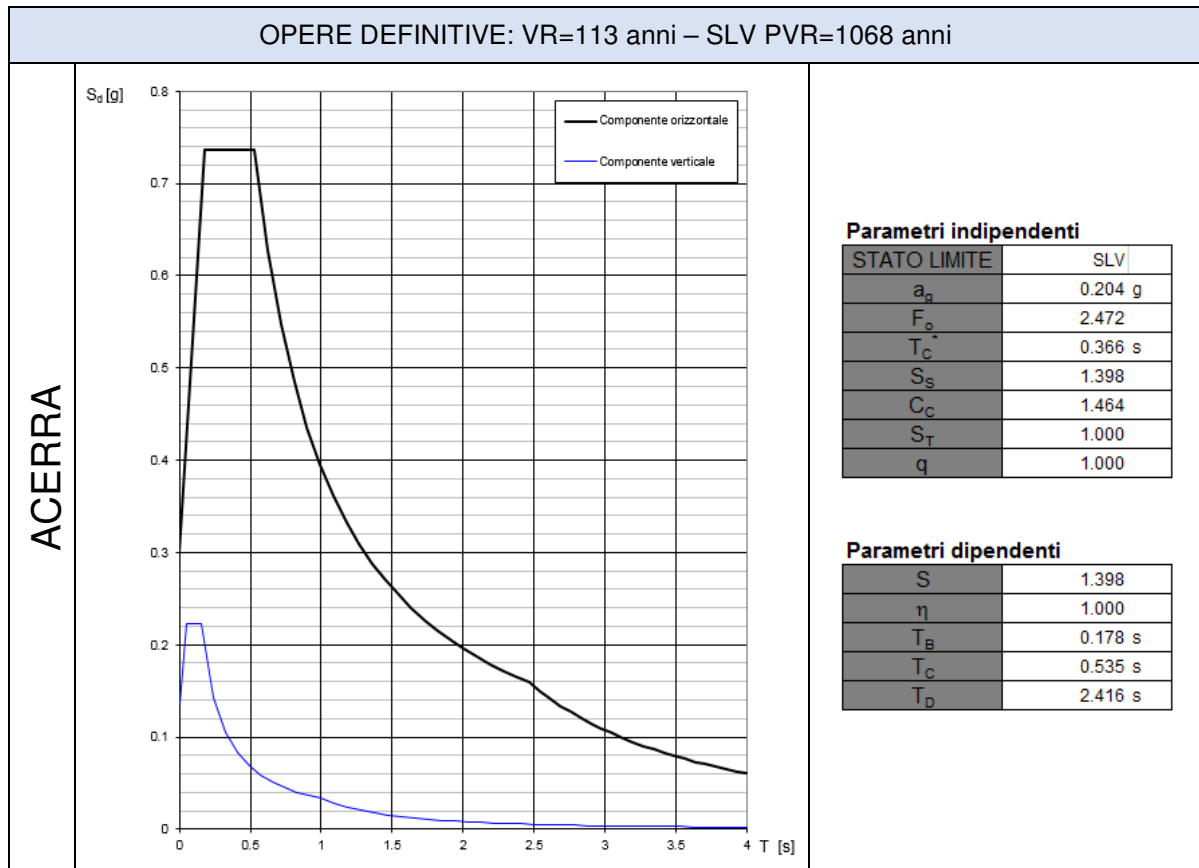
Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.216 g
F_o	2.466
T_C	0.363 s
S_S	1.380
C_C	1.467
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.380
η	1.000
T_B	0.177 s
T_C	0.532 s
T_D	2.465 s

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 25 di 141
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale								



APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. PAGINA C 26 di 141

6 ANALISI DI LIQUEFAZIONE

Allo scopo di accertare la stabilità nei confronti della liquefazione, per il sito in esame sono state effettuate delle verifiche che hanno consentito di determinare il potenziale di liquefazione, parametro indicativo dell'estensione che il fenomeno può avere nei terreni.

La liquefazione è infatti un fenomeno per cui durante un sisma la rigidezza e la resistenza del terreno possono ridursi significativamente. Ad essa sono associati la perdita di resistenza al taglio o l'accumulo di deformazioni plastiche che avvengono in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, a causa delle azioni cicliche e dinamiche che si verificano in condizioni non drenate. Tali fenomeni sono legati allo sviluppo di sovrappressioni interstiziali che, se positive, causano una diminuzione della tensione media efficace nel terreno e una riduzione della resistenza al taglio. Questa riduzione può essere una condizione temporanea o può indurre una condizione di collasso definitiva.

6.1 ESCLUSIONE DELLA VERIFICA A LIQUEFAZIONE

Le NTC08 al paragrafo 7.11.3.4.2 affermano che la verifica alla liquefazione può essere omessa quando si manifesti una delle seguenti circostanze:

1. Eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
2. Accelerazioni massime attese al piano campagna in condizioni di free-field minori di 0.1 g;
3. Profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
4. 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;
5. Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate in Figura 13 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3.5$ e nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3.5$.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 27 di 141
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale								

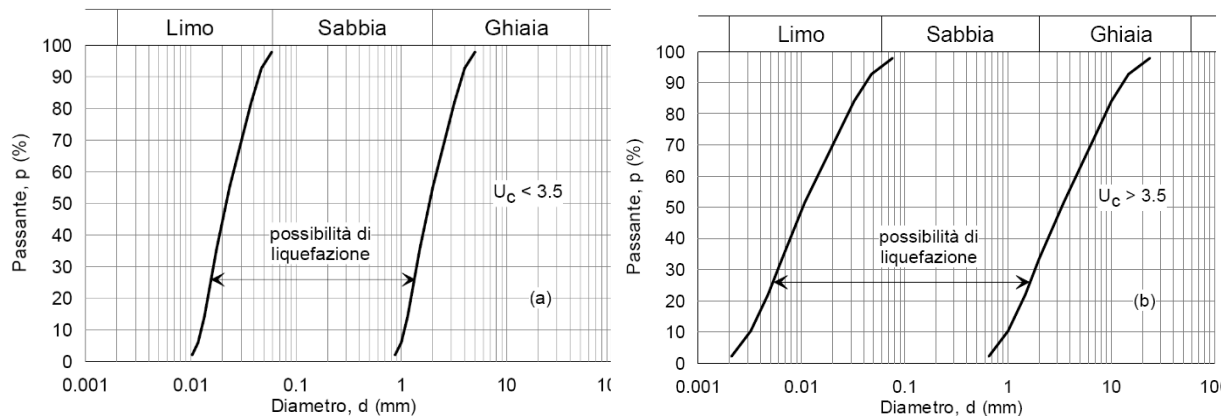


Figura 13. Fusi granulometrici di terreni suscettibili alla liquefazione per $U_c < 3.5$ e per $U_c > 3.5$

6.2 RICERCA DELLE ZONE DI POTENZIALE LIQUEFAZIONE

Per il sito in esame, sulla base di quanto riportato nei capitoli precedenti, e in base ai risultati disponibili, risulta che:

- Sono attesi eventi sismici a magnitudo superiore a 5;
- L'accelerazione attesa al piano campagna è circa 0.3g;
- La profondità della falda è in genere inferiore ai 15m, tuttavia nella tratta compresa tra le pk 1+550 circa e 3+500 circa in questa condizione non si verifica.
- In alcune zone sono presenti strati sabbiosi e/o limo-sabbiosi in cui si ottengono valori di resistenza alla penetrazione $N_{SPT'(60)} < 30$.

In particolare sono stati considerati dapprima tutti i risultati di $N_{SPT'(60)}$ disponibili, e tenendo in considerazione il diagramma di Idriss e Boulanger (Figura 4), da cui si nota come 30 sia un valore discriminante per i casi di liquefazione, sono state filtrate le verticali in cui sono stati riscontrati valori inferiori a tale limite. Sono poi state eliminate le zone in cui lo strato era sopra falda e infine considerate solo le verticali in cui la curva granulometrica è all'interno dei range definiti precedentemente. Come si vede dalla Figura 5 sono molti i casi in cui il valore di N_{spt} è inferiore al valore definito e tutti i casi in cui questo avviene e si è sottofalda la curva granulometrica è all'interno del fuso di verifica (Figura 6).

Le combinazioni in cui i quattro casi favorevoli alla liquefazione ($N_{SPT'(60)}$ basse, strato in falda o possibile saturazione dello strato, distribuzione granulometrica nel fuso di normativa) sono concomitanti sono state verificate. Le tabelle contenenti i dati processati per definire le verticali da verificare alla liquefazione vengono riportate in Allegato.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 28 di 141
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale								

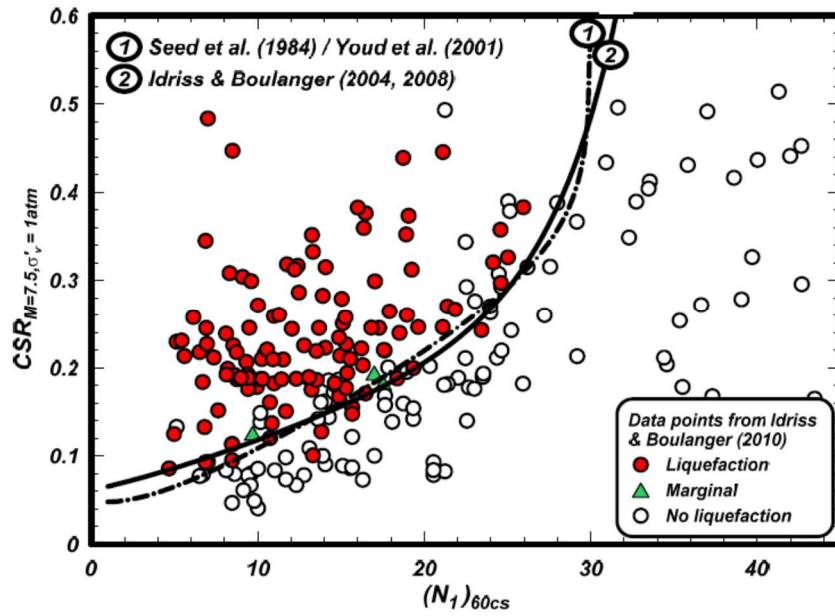


Figura 4. Casi notevoli di liquefazione-NSPT processati con il metodo di Idriss-Boulanger (2008)

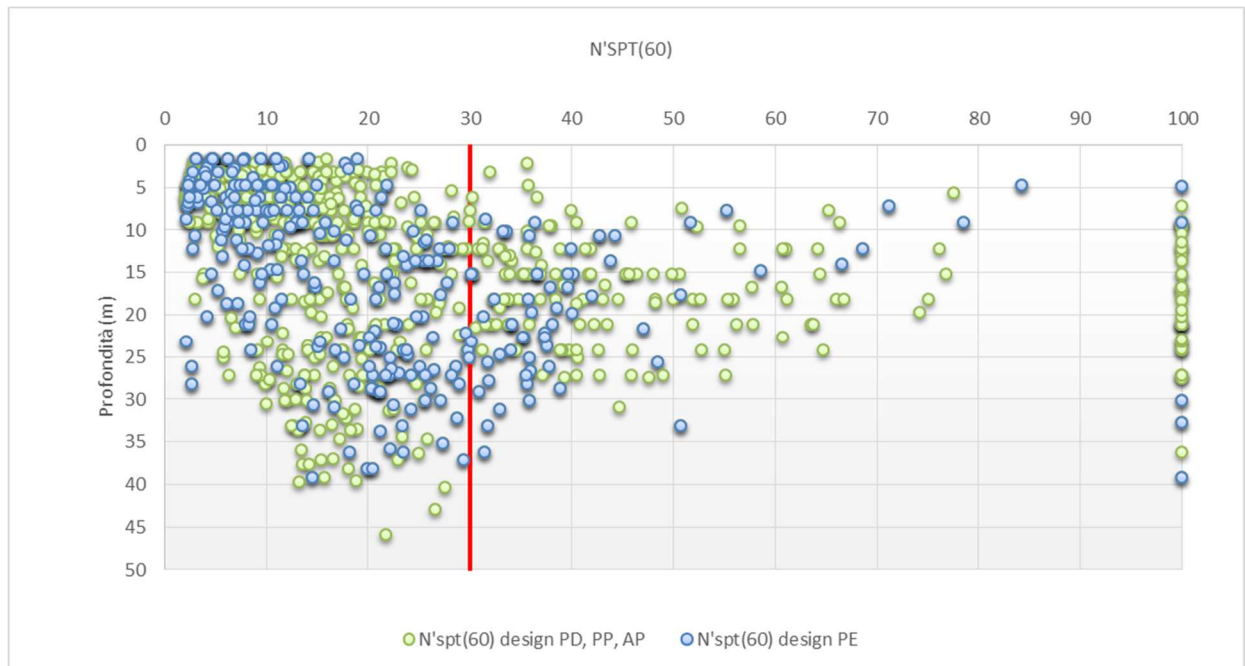


Figura 5. Analisi risultati SPT

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001		REV. C

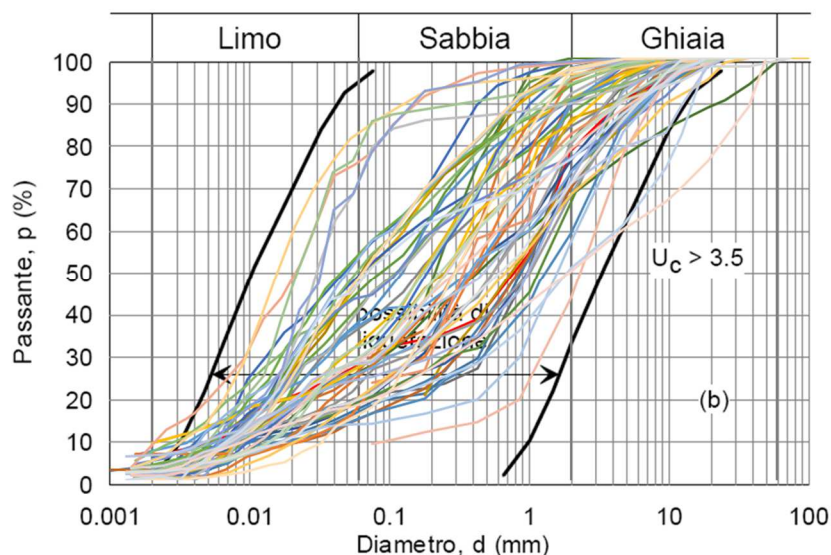


Figura 6. Analisi delle granulometrie

6.3 METODOLOGIA DI ANALISI

La possibilità che si verifichi il fenomeno della liquefazione è stata valutata mediante un'analisi pseudostatica, in cui la verifica alla liquefazione viene condotta in condizioni di free-field, in corrispondenza di un numero adeguato di verticali significative per profondità inferiori a 20 m.

Infatti storicamente solo in casi molto rari sono stati osservati fenomeni di liquefazione a profondità dal piano campagna superiori a 20 metri.

La suscettibilità alla liquefazione è stata valutata ricavando il fattore di sicurezza FL nei confronti della liquefazione dato dal rapporto tra la resistenza disponibile alla liquefazione (stato di sforzo critico associato alla condizione di liquefazione) e la sollecitazione indotta dall'azione sismica.

Si definisce il rapporto di resistenza ciclica CRR, ovvero il parametro tensionale normalizzato rispetto alla tensione verticale efficace agente alla profondità esaminata, mentre CSR è il rapporto di tensione ciclica:

$$CSR = \frac{\tau_{media}}{\sigma'_{v0}} \quad \text{Rapporto di tensione ciclica}$$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.			IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 30 di 141

$$CRR = \frac{\tau_l}{\sigma'_{v0}} \quad \text{Rapporto di resistenza ciclica}$$

Il termine CSR può essere valutato ad una determinata profondità nel sottosuolo attraverso la seguente relazione semplificata di Seed e Idriss (1971):

$$CSR = \frac{\tau_{media}}{\sigma'_{v0}} = 0.65 \frac{a_{max,s}}{g} \frac{\sigma_v}{\sigma'_v} r_d$$

dove:

- $a_{max,s}$ è l'accelerazione orizzontale di picco a piano campagna del terremoto atteso;
- g è l'accelerazione di gravità;
- σ_v e σ'_v sono rispettivamente la tensione totale verticale e la tensione efficace verticale alla profondità considerata;
- r_d è un coefficiente riduttivo dell'azione sismica che tiene conto della deformabilità del sottosuolo.

Il coefficiente dell'azione sismica r_d si può ricavare, per profondità dal piano campagna non superiori a 20 m, mediante la seguente espressione di Idriss e Boulanger, 2004:

$$r_d = \exp \left[\left(-1.012 - 1.126 \sin \left(\frac{z}{11.73} + 5.133 \right) \right) + \left(0.106 + 0.118 \sin \left(\frac{z}{11.28} + 5.142 \right) \right) M \right]$$

dove:

- z è la profondità dal piano campagna;
- M magnitudo di momento dell'evento sismico atteso.

6.3.1 Procedura di Idriss e Boulanger, 2004

Dato che la relazione per valutare CSR è stata dedotta su base empirica dalle osservazioni del comportamento dei depositi naturali durante eventi sismici con $M=7.5$, quando il terremoto atteso nell'area di interesse è caratterizzato da una magnitudo diversa è necessario rivalutare il carico sismico riportandolo ad un valore corrispondente ad una magnitudo pari a 7.5 $(CRS)_{M=7.5}$ tramite la seguente relazione:

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 31 di 141

$$(CSR)_{M=7.5} = \frac{CSR}{MSF}$$

In cui MSF è un fattore di scala per la magnitudo.

Il valore di MSF si può ricavare dalla relazione di Idriss e Boulanger (2004):

$$\left\{ \begin{array}{l} MSF = 6.9 \exp\left(\frac{-M}{4}\right) - 0.058 \\ MSF \leq 1.8 \end{array} \right.$$

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

I metodi per la valutazione del rapporto di resistenza ciclica a partire dai risultati di prove in sito sono applicabili nel caso di piano campagna sub-orizzontale e stati tensionali efficaci ridotti. Tuttavia, anche in assenza di tali condizioni, è possibile ottenere una stima approssimata del termine CRR attraverso l'introduzione di opportuni fattori correttivi.

È possibile calcolare il rapporto di resistenza ciclica mediante i valori di NSPT, CPT e Vs.

Calcolo del valore di CRR mediante N_{SPT}

Avendo a disposizione i risultati delle prove SPT, si è proceduto nel seguente modo:

1. Il numero di colpi NSPT è stato ricondotto ad un valore normalizzato e corretto (N_1)₆₀ mediante la seguente relazione:

$$(N_1)_{60} = N_{SPT} C_N C_E C_B C_R C_S$$

- a) Il coefficiente CN, che tiene conto dell'influenza della pressione verticale efficace, è stato ricavato per via iterativa dalla relazione di Boulanger e Idriss (2004):

$$C_N = \left(\frac{p_a}{\sigma'_v} \right)^{0.784 - 0.0768 \sqrt{(N_1)_{60}}}$$

- b) dove p_a è la pressione atmosferica (100 kPa). Tale coefficiente non deve comunque superare il valore di 1.7.
- c) Il fattore CE è un fattore correttivo che va a considerare il rendimento energetico dell'attrezzatura e riconduce le misure ad un rendimento energetico del 60 % e può essere valutato nel modo seguente:

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. PAGINA C 32 di 141

e)
$$C_E = \frac{ER_m}{60}$$

- f) in cui ERm è il fattore di rendimento (espresso in %) del trasferimento dell'energia del maglio all'attrezzo campionatore, relativo alla macchina utilizzata per fare la prova.
- g) Considerando che la configurazione di prova normalmente adoperata in Italia ha un rendimento energetico del 60 %, tale coefficiente è stato posto pari ad 1.
- h) I coefficienti CB (fattore correttivo per le dimensioni del foro di sondaggio), CR (fattore correttivo per la lunghezza delle aste della macchina esecutrice) e CS (fattore correttivo per il tipo di attrezzo campionatore) possono essere stimati utilizzando le indicazioni riportate in tabella.

Dato che le prove sono state eseguite sulla base delle raccomandazioni fornite dall'AGI (1977), i coefficienti CE, CB, CR e CS sono stati assunti pari ad 1.

Fattore correttivo	Variabile	Valore del fattore correttivo
Diametro del foro di sondaggio, C _B	65÷115 mm	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	1,00
	> 30 m	> 1,00
Tipo di fustella, C _S	Campionatore standard	1,00
	Campionatore senza astuccio	1,10÷1,30

Tabella 10. Coefficienti CB, CR e CS

2. Il valore della resistenza penetrometrica normalizzata (N1)60 è stato riportato ad un valore equivalente per le sabbie pulite attraverso la relazione di Idriss e Boulanger (2004):

$$(N_1)_{60cs} = (N_1)_{60} + \exp\left(1.63 + \frac{9.7}{FC} - \left(\frac{15.7}{FC}\right)^2\right)$$

dove FC è la frazione di fine espressa in percentuale.

3. Dal valore di (N1)60 può essere ricavato il valore di resistenza alla liquefazione CRR mediante l'impiego di abachi di letteratura ottenuti dall'osservazione di casi storici, in cui sono rappresentate le curve limite che separano le zone di possibile

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.	Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 33 di 141
		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				

liquefazione da quelle di non liquefazione (Fig. 45). Tali curve possono essere ottenute tramite la seguente relazione in funzione della frazione fine FC:

$$CRR = \exp \left[\frac{(N_1)_{60CS}}{14.1} + \left(\frac{(N_1)_{60CS}}{126} \right)^2 - \left(\frac{(N_1)_{60CS}}{23.6} \right)^3 + \left(\frac{(N_1)_{60CS}}{25.4} \right)^4 - 2.8 \right]$$

Quindi, utilizzando l'espressione sopra riportata, è stato ricavato il valore di CRR.

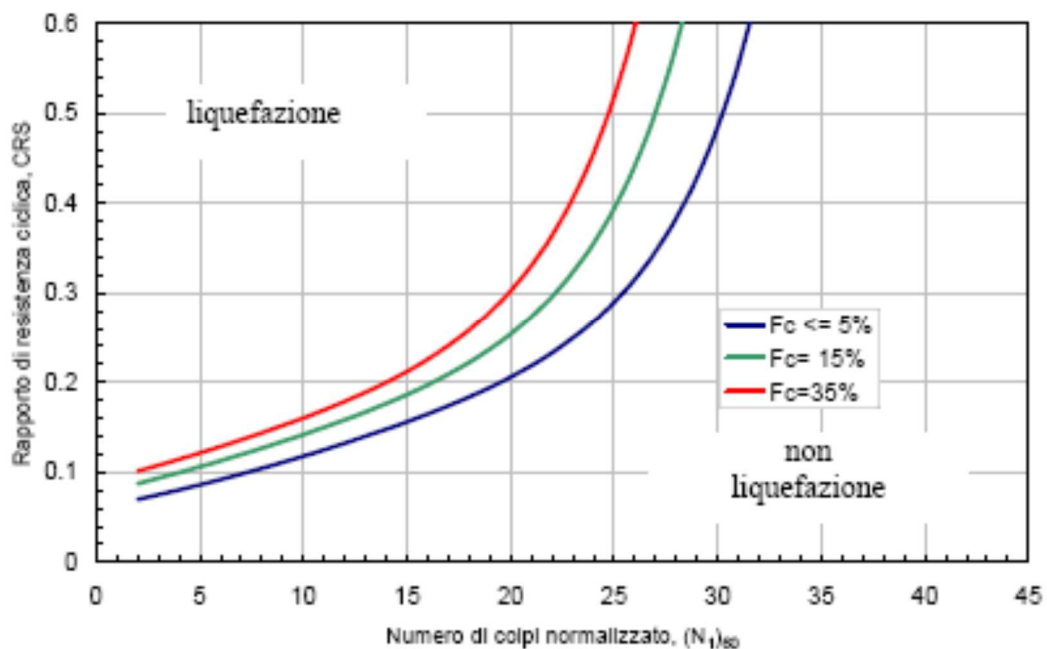


Figura 17. Curve per il calcolo del rapporto di resistenza ciclica CRR dai risultati di prove SPT

Calcolo del valore di CRR mediante CPT

Avendo a disposizione i risultati di prove CPT, si è proceduto in maniera del tutto analoga, analizzando ciascuna coppia di valori q_c/f_s , valori tipicamente rilevati a intervalli di 0.2 m, come segue:

- 1) Il valore della resistenza alla punta q_c è stato ricondotto ad un valore normalizzato e corretto q_{c1N} mediante la seguente relazione:

$$q_{c1N} = \frac{q_c C_N}{p_a}$$

- 2) il coefficiente C_N , che tiene conto dell'influenza della pressione verticale efficace, è stato ricavato per via iterativa dalla relazione di Boulanger e Idriss (2004):

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. PAGINA C 34 di 141

$$C_N = \left(\frac{p_a}{\sigma'_v} \right)^{1.338 - 0.249(q_{c1N})^{0.264}}$$

dove p_a è la pressione atmosferica (100 kPa). Tale coefficiente non deve comunque superare il valore di 1.7.

- 3) il valore della resistenza penetrometrica normalizzata q_{c1N} è stato riportato ad un valore equivalente per le sabbie pulite attraverso la relazione di Idriss e Boulanger (2004):

$$q_{c1Ncs} = q_{c1N} k_c$$

Dove

$$k_c = -17.88 + 33.75I_c - 21.63I_c^2 + 5.581I_c^3 - 0.403I_c^4$$

- 4) Il parametro I_c , che riflette il contenuto presunto di fini, viene determinato come descritto nel seguito.
- 5) Dal valore di q_{c1Ncs} può essere ricavato il valore di resistenza alla liquefazione CRR mediante l'impiego di abachi di letteratura ottenuti dall'osservazione di casi storici, in cui sono rappresentate le curve limite che separano le zone di possibile liquefazione da quelle di non liquefazione. Nella fattispecie, in accordo alle linee guida AGI (2005), si è fatto riferimento alla curva limite proposta da Idriss e Boulanger (2004), che può essere ottenuta tramite la seguente relazione:

$$CRR = \exp \left[\frac{q_{c1Ncs}}{540} + \left(\frac{q_{c1Ncs}}{67} \right)^2 - \left(\frac{q_{c1Ncs}}{80} \right)^3 + \left(\frac{q_{c1Ncs}}{114} \right)^4 - 3 \right]$$

- 6) Quindi, utilizzando l'espressione sopra riportata, è stato ricavato il valore di CRR. L'analisi è stata condotta tenendo conto del livello medio della falda registrato nel piezometro più vicino.

La sicurezza nei confronti della liquefazione è stata valutata, alla profondità considerata, mediante il coefficiente di sicurezza FL.

Il metodo di analisi, descritto compiutamente nelle citate raccomandazioni AGI (2005), tiene conto automaticamente del presunto contenuto di fini mediante il parametro I_c , determinato come segue:

$$I_c = [(3.47 - \log(Q))^2 + (1.22 + \log(F))^2]^{0.5}$$

dove:

$$Q = \left(\frac{q_c - \sigma_{v0}}{p_a} \right) \left(\frac{p_a}{\sigma_{v0}} \right)^n$$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. PAGINA C 35 di 141

$$F = \left(\frac{f_s}{q_c - \sigma_{v0}} \right) 100\%$$

Tanto maggiore è il valore di I_c , tanto maggiore il contenuto presunto di fini. Nell'analisi un valore di $I_c = 2.6$ è considerato lo spartiacque tra terreni con contenuto di fini inferiore a 35% e comportamento equivalente a quello delle sabbie e terreni con contenuto di fini superiore a 35% e comportamento equivalente a quello delle argille.

La distinzione operata nell'analisi tra terreni con comportamento equivalente a quello delle sabbie e terreni con comportamento equivalente a quello delle argille è necessariamente semplicistica e va applicata con giudizio, in quanto la correlazione tra I_c e il contenuto di fini presenta una forte dispersione e può essere considerata affidabile solo dopo attenta calibrazione sito-specifica. L'effettiva transizione tra terreni caratterizzati da un comportamento equivalente a quello delle sabbie e comportamento equivalente a quello delle argille può avvenire anche a valori di $I_c < 2.6$.

D'altra parte, si rileva che anche terreni con contenuto di fini superiore a 35% possono essere suscettibili alla liquefazione con comportamento analogo a quello delle sabbie, se i fini sono non plastici o di bassissima plasticità.

Calcolo del valore di CRR mediante Vs

L'utilizzo delle velocità delle onde di taglio V_s per valutare la resistenza alla liquefazione è ugualmente valido perché sia la velocità V_s sia la resistenza alla liquefazione CRR sono similmente influenzate da stessi fattori (rapporto dei vuoti, stato di sforzo, storia dello sforzo, età geologica, ecc.).

Disponendo delle misure di V_s effettuate con prove Down Hole, si è proceduto nel seguente modo:

1. La velocità V_s è corretta dalla sovrappressione usando l'equazione (Scora, 1987; Kayen et al., 1992; Robertson et al., 1992):

$$V_{S1} = V_s \left(\frac{p_a}{\sigma'_{v0}} \right)^{0.25}$$

dove

- V_{S1} = velocità delle onde di taglio corretta della sovrappressione;
- V_s = velocità delle onde di taglio misurate in situ da prova;
- p_a = pressione atmosferica approssimativamente pari a 100 kPa;
- σ'_{v0} = pressione effettiva iniziale alla stessa unità di misura di Pa.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. PAGINA C 36 di 141

2. Da V_{S1} può essere ricavato il valore di resistenza alla liquefazione CRR mediante la seguente equazione (Andrus e Stokoe, 1997):

$$CRR = \left[a \left(\frac{V_{S1}}{100} \right)^2 + b \left(\frac{1}{V_{S1}^* - V_{S1}} - \frac{1}{V_{S1}^*} \right) \right]$$

dove

V_{S1}^* = limite superiore critico del valore della velocità delle onde di taglio necessario per la liquefazione

a e b = valori usati per tracciare le curve pari rispettivamente a 0.022 e 2.8;

V_{S1} = velocità delle onde di taglio corretta della sovrappressione.

I valori di V_{S1}^* variano linearmente da 200 m/s per suoli con contenuto di fini pari al 35% a 215 m/s per suoli con contenuto di fini del 5% o meno. Il valore di V_{S1}^* è ottenuto dalla seguente formula:

$$V_{S1}^* = 215 - 0.5(FC - 5)$$

dove

FC = contenuto di fini in percentuale.

Il minimo valore di CRR è uguale a 0.033 per $V_{S1} = 100$ m/s.

6.3.2 Calcolo del potenziale di liquefazione

La sicurezza nei confronti della liquefazione è stata valutata, alla profondità considerata, mediante il coefficiente di sicurezza FL.

È possibile calcolare l'indice potenziale di liquefazione PL nei primi 20 m di sottosuolo con riferimento alla relazione di Iwasaki et al. 1982:

$$P_L = \int_0^{20} (1 - F_L) w(z) dz$$

dove z rappresenta la profondità in metri al di sotto del piano campagna e la funzione $w(z) = 10 - 0.5z$. Il fattore $1 - F_L$ viene assunto pari a zero se risulta negativo.

In base al valore assunto da tale potenziale è possibile distinguere tre zone a differente vulnerabilità.

- $PL > 15$ alta vulnerabilità
- $5 \leq PL \leq 15$ media vulnerabilità
- $PL < 5$ bassa vulnerabilità

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014			
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 37 di 141

6.4 VERIFICHE DI LIQUEFAZIONE

Il tracciato in esame è stato suddiviso in tratte e i valori di CRR ottenuti con i tre metodi precedentemente descritti vengono riportati per ciascuna di esse.

L'analisi di pericolosità alla liquefazione è stata eseguita considerando la magnitudo M_{max} pari a 5.14; l'accelerazione è stata presa pari a 0.3g.

Nei grafici generali di tutta la tratta riportati in Figura 7, sono riportati i punti di verifica sia con in riferimento al valore di N_{spt} sia di V_s (ricavati da DH): in particolare in rosso i punti in cui la verifica riporta un fattore di sicurezza insufficiente ($FL < 1.2$), in verde quando il valore di FL è superiore al limite ($FL > 1.2$). Nel caso di verifica con le V_s , in blu sono riportati i valori di verifica nei punti in cui V_s è superiore al valore di V_{s1}^* .

Si riportano in allegato i grafici di sintesi per ogni tratta e i tabulati delle analisi.

Dall'analisi dei grafici di sintesi e delle zone a liquefazione riportate graficamente sul profilo geotecnico si evince che:

- il rischio di liquefazione è diffuso, legato alla concomitanza di falda prossima al piano campagna e di materiali caratterizzati da valori molto bassi di NSPT;
- le verifiche non tornano in molti sondaggi, ma localmente. Non è facile trovare un sondaggio in cui ci siano più di 2 prove NSPT talmente basse da provocare un fattore di liquefazione inferiore a 1.2;
- Gli spessori a liquefazione sono in genere sottili, e il valore di Indice di liquefazione medio in 20m non diventa un parametro adatto per questo tipo di progetto, in cui più che un'analisi di pericolosità diffusa di liquefazione è necessario controllare i possibili effetti sulle opere in essere di liquefazione di strati sottili;
- C'è una grossa disparità tra i risultati delle verifiche mediante V_s e quelle con le NSPT. In quasi la totalità dei sondaggi in cui si dispone di prove dirette di V_s infatti, laddove NSPT danno un fattore di liquefazione < 1.2 , le velocità delle onde sono più alte del limite per la verifica di liquefazione (in blu nel grafico in Figura 7). Nel profilo geotecnico si dà luce a questa incongruenza colorando in blu le lenti in cui ci sono risultati discordanti;
- Anche i risultati delle verifiche con le CPT hanno mostrato poche situazioni di rischio liquefazione. In ogni caso cautelativamente ovunque almeno una prova dava un $FL < 1.2$ è stata considerata lente a rischio liquefazione.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 38 di 141
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale								

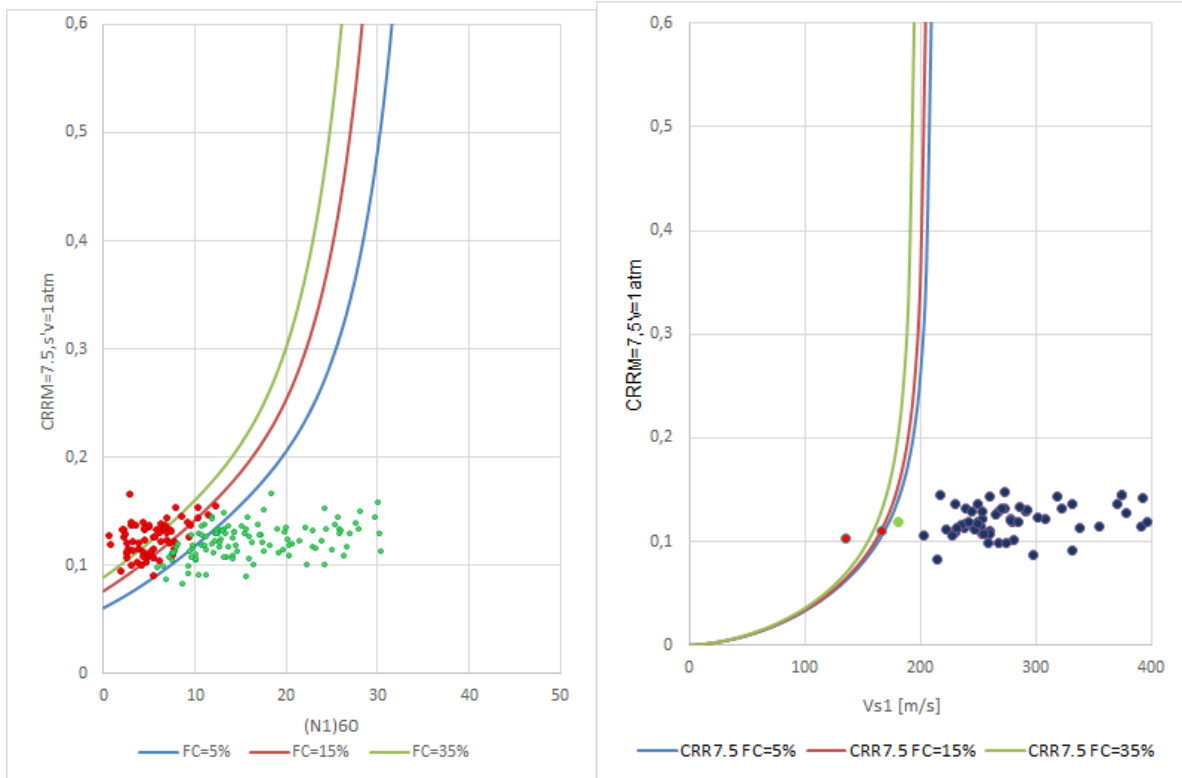


Figura 7. Sintesi verifiche di liquefazione in funzione di NSPT e Vs

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 39 di 141
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale								

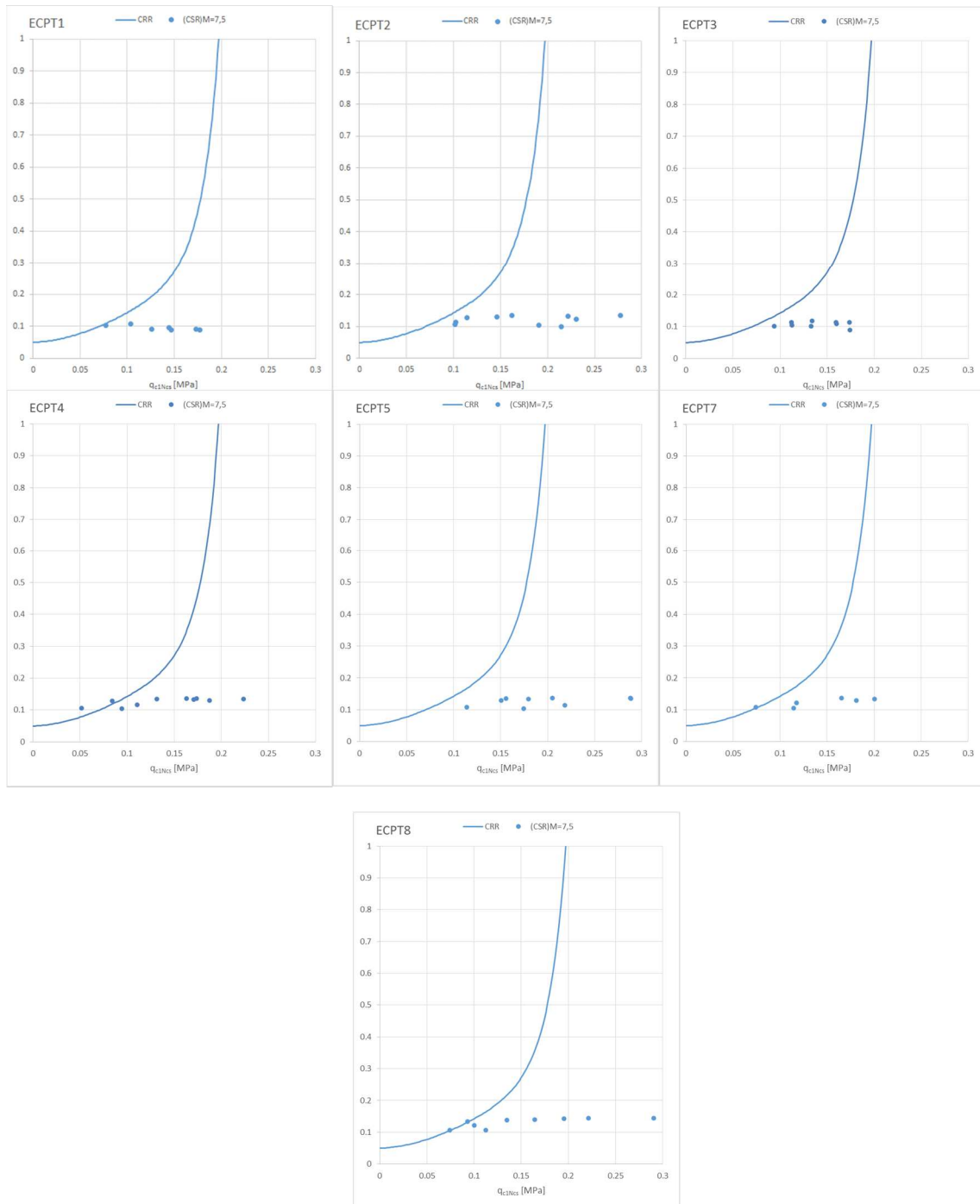


Figura 8. Sintesi verifiche di liquefazione in funzione di CPT

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 40 di 141

7 POSSIBILI CONSEGUENZE DELLA LIQUEFAZIONE E INTERVENTI DI MITIGAZIONE

Il verificarsi di fenomeni di liquefazione non necessariamente produce perdita di funzionalità o collasso delle strutture interagenti col terreno. Quando il fenomeno è innescato, riduzioni significative di capacità portante e cedimenti rilevanti sono funzione di diversi parametri tra cui lo spessore e l'estensione areale dello strato liquefatto, la pendenza del terreno e l'eventuale prossimità di una superficie libera.

A partire dall'istante in cui uno strato di terreno è soggetto a liquefazione si verifica una sensibile alterazione del moto sismico con un'attenuazione marcata delle componenti ad alta frequenza ed una generale diminuzione delle accelerazioni. Ciò non implica necessariamente una diminuzione del potenziale di danno dell'evento sismico.

La presenza di strati superficiali non liquefacibili (perché non suscettibili a liquefazione o perché fuori falda), se sufficientemente più spessi di quelli liquefacibili, possono prevenire la liquefazione di strati sottostanti, o per lo meno attenuare gli effetti (Ishihara, 1985). In Figura 9, indicando con H_1 lo spessore dello strato non liquefacibile e con H_2 quello del materiale liquefatto sono riportate le curve limite, divise in funzione della PGA attesa, che separano la zona dei casi in cui la liquefazione ha provocato danni sulle strutture esistenti da quelle in cui i danni non si sono osservati. I dati relativi al progetto in esame nella sua interezza sono stati riportati nel diagramma di Ishihara, considerando le coppie H_1 - H_2 in ogni verticale che portava suscettibilità alla liquefazione (il colore dell'indicatore nel grafico è corrispondente al colore dello strato suscettibile a liquefazione riportato sul profilo geotecnico, in particolare in blu sono identificati gli strati in cui le indagini danno risultati discordanti nella verifica a liquefazione). Come si vede le condizioni in esame sono molto varie, ma almeno nel 50% dei casi si può ritenere di essere al di fuori della zona di danno (accelerazione massima attesa al p.c. pari a 0.3g).

Si sottolinea come le indicazioni sono utilizzabili per la verifica di strutture non critiche e con geometria dei terreni sub-orizzontale.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 41 di 141
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale								

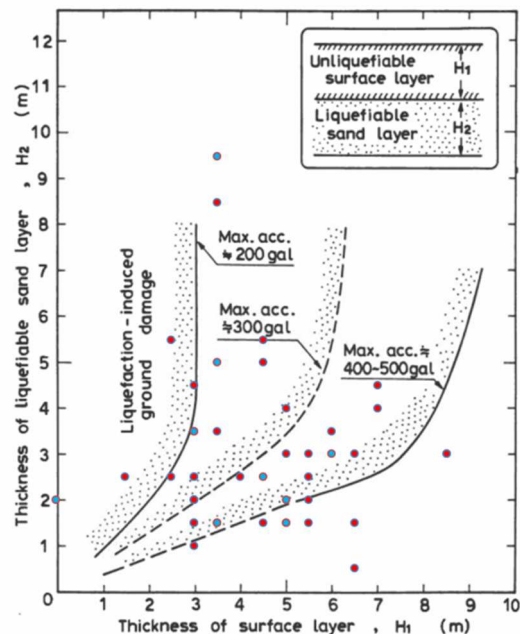


Figura 9. Curve limite di danno osservate in caso di liquefazione avvenuta in uno strato di spessore H2 (Ishihara, 1984)

Le conseguenze principali della liquefazione possono essere:

- rischio di perdita di stabilità del corpo del rilevato, con deformazioni orizzontali e verticali significative;
- rischio di cedimenti di consolidazione nelle zone dove sono presenti i maggiori spessori di materiale sabbioso potenzialmente liquefacibile. Tali cedimenti possono interessare direttamente i rilevati, le opere su fondazioni dirette nonché opere su fondazioni profonde che penetrino solo parzialmente o affatto gli strati potenzialmente suscettibili di liquefazione.
- rischio di perdita di resistenza di fondazioni profonde (pali). Tali perdite possono essere sia istantanee (riduzione della portata di base e dell'attrito laterale durante la fase in cui avviene la liquefazione), sia di lunga durata in caso i pali siano soggetti ad attrito negativo dovuti ai cedimenti post-liquefazione.
- rischio di eccessivi carichi orizzontali durante il sisma su fondazioni profonde.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014			
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 42 di 141

7.1 VERIFICHE DI STABILITÀ

Le verifiche di stabilità in caso di strato di sabbia liquefatta vengono condotte secondo gli usuali metodi dell'equilibrio limite, considerando la resistenza dello strato liquefacibile ridotta (imposta pari al 10% della resistenza di picco).

In accordo alla normativa vigente per rilevati in materiali sciolti e fronti di scavo, le analisi di stabilità vengono condotte secondo la combinazione (A2+M2+R2). Il coefficiente di sicurezza minimo per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e fronti di scavo è pari ad 1.1 (γ_R).

7.2 STIMA DEI CEDIMENTI POST-LIQUEFAZIONE

Nel seguito si farà riferimento a due metodi di stima dei cedimenti, entrambi basati sui risultati delle prove SPT.

1. Metodo proposto da Idriss and Boulanger (2008)

La stima dei cedimenti verticali post-liquefazione S_v è stata eseguita a partire dai risultati delle prove SPT secondo le procedure proposte da Idriss and Boulanger (2008) sulla base delle relazioni inizialmente sviluppate da Ishihara e Yoshimine (1992) che, sulla base di numerose prove di laboratorio, osservarono come le deformazioni volumetriche ε_v , che hanno luogo durante la riconsolidazione post-liquefazione dei campioni di sabbia siano correlabili direttamente alle deformazioni di taglio massime sopportate dal campione durante lo scuotimento (carico ciclico non drenato) γ_{max} e alla densità relativa D_R del campione. Gli stessi autori hanno inoltre osservato come le deformazioni di taglio massime sopportate dal campione durante lo scuotimento siano correlabili al coefficiente di sicurezza alla liquefazione FL e alla densità relativa del terreno. Combinando tali relazioni si ha (Yoshimine et al., 2006; Idriss and Boulanger, 2008):

$$\varepsilon_v = 1.5 \exp(-0.369((N_1)_{60CS})^{0.5}) \cdot \min(0.08; \gamma_{max})$$

In cui il valore di γ_{max} è calcolato come segue:

$$FL > 2 \rightarrow \gamma_{max} = 0$$

$$FL < F_\alpha \rightarrow \gamma_{max} = \gamma_{lim}$$

$$2 > FL > F_\alpha \rightarrow \gamma_{max} = \min\left(\gamma_{lim}; 0.035(2 - FL) \left(\frac{1 - F_\alpha}{FL - F_\alpha}\right)\right)$$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	

In cui:

$$F_{\alpha} = 0.032 + 0.69 \cdot ((N_1)_{60CS})^{0.5} - 0.13 \cdot (N_1)_{60CS}$$

$$\gamma_{lim} = 1.859 \left(1.1 - \left(\frac{(N_1)_{60CS}}{46} \right)^{0.5} \right)^3 \geq 0$$

2. Metodo proposto da Tokimatsu e Seed (1987)

Gli autori propongono una correlazione tra il risultato della prova SPT (normalizzato tenendo in conto profondità, stato tensionale e contenuto di fine) e il rapporto di tensione ciclica CSR calibrata su una serie di dati storici (vedi Figura 10).

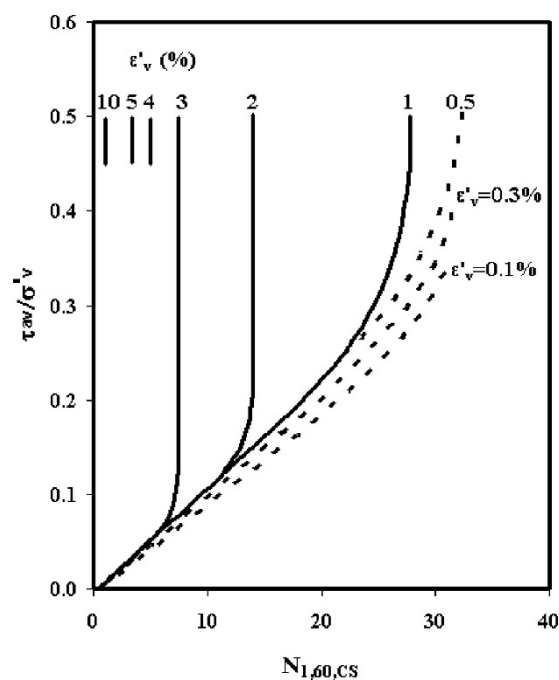


Figura 10. Correlazione tra N160 e εv (Tokimatsu e Seed, 1987)

In entrambe le metodologie, i cedimenti post-liquefazione sono dati dall'integrazione lungo la verticale considerata delle deformazioni verticali ε_v (o ε_c) calcolate con le relazioni sopra esposte:

$$ced, tot = \sum_{j=1}^n (\varepsilon_c / 100) \cdot h_j$$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 44 di 141	

Dove: h_j è lo spessore di ciascuno degli strati potenzialmente liquefacibili in metri. Sottraendo al valore cumulato (cedimento totale alla sommità degli strati liquefacibili) quello relativo ai singoli strati di spessore variabile, è stato possibile determinare l'andamento dei cedimenti con la profondità. Come si vedrà la metodologia di Idriss e Boulanger ha fornito una stima più cautelativa dei cedimenti, tuttavia essendo minime le differenze tra i due metodi, si è considerato un andamento medio con la profondità.

Per la scelta delle verticali su cui è stato sviluppato il calcolo dei cedimenti, si è tenuto conto oltre che della disponibilità dei risultati delle prove SPT anche dello spessore dello strato liquefacibile intercettato. In particolare i casi di studio, sono le verticali che attraversano lo spessore maggiore dello strato suscettibile di liquefazione. I risultati di tale calcolo vengono esposti nei paragrafi successivi distinti per opera.

7.3 EFFETTI DELLA LIQUEFAZIONE SUI RILEVATI: CEDIMENTI E VERIFICHE DI STABILITÀ

Nel caso in cui si dovesse verificare il fenomeno della liquefazione, i rilevati andrebbero ad avere un cedimento pressoché istantaneo in fase di esercizio. In particolare il profilo geotecnico riporta le lenti di materiale liquefacibile scaturite dalle analisi (cfr. §6.4).

7.3.1 Analisi di cedimenti

7.3.1.1 Rilevati ferroviari

I risultati del calcolo dei cedimenti nelle verticali significative è riportato nelle tabelle sottostanti. Gli strati liquefacibili considerati nei calcoli sono chiaramente individuati nei punti di spessore maggiore al di sotto di ogni rilevato, andando quindi a calcolare il cedimento nel caso peggiore possibile.

Si ricorda che la stima dei cedimenti secondo questi metodi è ritenuta cautelativa, ancor più considerando che si sta prendendo la condizione peggiore e spesso solamente locale in analisi. Va inoltre ricordato che lo spessore dello strato gioca un ruolo fondamentale in queste formulazioni, e nelle analisi è stato sempre considerato in liquefazione lo strato tra due punti con $FL < 1.2$. Ad esempio nel sondaggio S31 i due valori che indicano liquefazione sono a profondità 7.3m e 10.5m. Lo stato liquefacibile è stato considerato pari a 4m totali, 3m caratterizzati da $N_{spt}=4$ e 1m da $N_{spt}=5$. Sempre cautelativamente in molte verticali in cui la falda è più elevata rispetto agli strati liquefacibili, il cedimento è stato calcolato facendo l'ipotesi semplificativa di considerare lo strato liquefacibile con testa coincidente

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	RG	GE.00.05.001	C	45 di 141

con il piano della falda (ad esempio tra i risultati riportati rientra in tale ipotesi la verticale S55).

Il valore di cedimento massimo stimato è a p.c., negli strati non liquefacibile il cedimento sarà rigido, mentre negli strati potenzialmente liquefacibili avrà andamento lineare, decrescente con la profondità, fino ad annullarsi al piede dello strato.

R102 - E13	Dati				Tokimatsu e seed, 1987				Idriss and Boulanger, 2008				Valore medio	
	strato	z1	z2	(N1)60cs	Dw	w1	w2	tipo di spostamento	Dw	w1	w2	tipo di spostamento	w1	w2
		m	m		cm	cm	cm		cm	cm	cm		cm	
strato sup	0	4	-	0.0	14.4	14.4	spostamento rigido	0.0	20.2	20.2	spostamento rigido	17.3	17.3	
1	4	5.5	11.5	0.2	14.4	14.3	ced. Post-liquefazione	0.7	20.2	19.5	ced. Post-liquefazione	17.3	16.9	
2	5.5	8	5.6	8.8	14.3	5.5	ced. Post-liquefazione	12.5	19.5	7.0	ced. Post-liquefazione	16.9	6.2	
3	8	9	2.2	5.5	5.5	0.0	ced. Post-liquefazione	7.0	7.0	0.0	ced. Post-liquefazione	6.2	0.0	
4	9			0.0	0.0	0.0	nessun cedimento	0.0	0.0	0.0	nessun cedimento	0.0	0.0	

R103 - E21	Dati				Tokimatsu e seed, 1987				Idriss and Boulanger, 2008				Valore medio	
	strato	z1	z2	(N1)60cs	Dw	w1	w2	tipo di spostamento	Dw	w1	w2	tipo di spostamento	w1	w2
		m	m		cm	cm	cm		cm	cm	cm			
strato sup	0	4.5	-	0.0	13.0	13.0	spostamento rigido	0.0	21.7	21.7	spostamento rigido	17.4	17.4	
1	4.5	5.7	8.2	3.4	13.0	9.7	ced. Post-liquefazione	4.5	21.7	17.2	ced. Post-liquefazione	17.4	13.4	
2	5.7	8.7	7.7	9.0	9.7	0.7	ced. Post-liquefazione	13.0	17.2	4.2	ced. Post-liquefazione	13.4	2.4	
3	8.7	11.2	13.0	0.4	0.7	0.3	ced. Post-liquefazione	2.4	4.2	1.8	ced. Post-liquefazione	2.4	1.0	
4	11.2	13.2	13.0	0.3	0.3	0.0	ced. Post-liquefazione	1.8	1.8	0.0	ced. Post-liquefazione	1.0	0.0	
5	13.2	15.2	22.7	0.0	0.0	0.0	nessun cedimento	0.0	0.0	0.0	nessun cedimento	0.0	0.0	

R103 - S31	Dati				Tokimatsu e seed, 1987				Idriss and Boulanger, 2008				Valore medio	
	strato	z1	z2	(N1)60cs	Dw	w1	w2	tipo di spostamento	Dw	w1	w2	tipo di spostamento	w1	w2
		m	m		cm	cm	cm		cm	cm	cm			
strato sup	0	7	-	0.0	9.7	9.7	spostamento rigido	0.0	14.8	14.8	spostamento rigido	12.3	12.3	
1	7	10	10.0	7.5	9.7	2.2	ced. Post-liquefazione	11.2	14.8	3.6	ced. Post-liquefazione	12.3	2.9	
2	10	11	10.5	2.2	2.2	0.0	ced. Post-liquefazione	3.6	3.6	0.0	ced. Post-liquefazione	2.9	0.0	
3	11			0.0	0.0	0.0	nessun cedimento	0.0	0.0	0.0	nessun cedimento	0.0	0.0	

R104 - E27	Dati				Tokimatsu e seed, 1987				Idriss and Boulanger, 2008				Valore medio	
	strato	z1	z2	(N1)60cs	Dw	w1	w2	tipo di spostamento	Dw	w1	w2	tipo di spostamento	w1	w2
		m	m		cm	cm	cm		cm	cm	cm			
strato sup	0	3.7	-	0.0	5.7	5.7	spostamento rigido	0.0	8.9	8.9	spostamento rigido	7.3	7.3	
1	3.7	5.7	8.2	5.6	5.7	0.1	ced. Post-liquefazione	8.4	8.9	0.5	ced. Post-liquefazione	7.3	0.3	
2	5.7	7.2	19.9	0.1	0.1	0.0	ced. Post-liquefazione	0.3	0.5	0.2	ced. Post-liquefazione	0.3	0.1	
3	7.2	8.7	21.3	0.0	0.0	0.0	ced. Post-liquefazione	0.2	0.2	0.0	ced. Post-liquefazione	0.1	0.0	
4	8.7	10.5	25.6	0.0	0.0	0.0	nessun cedimento	0.0	0.0	0.0	nessun cedimento	0.0	0.0	

R104 - S43	Dati				Tokimatsu e seed, 1987				Idriss and Boulanger, 2008				Valore medio	
	strato	z1	z2	(N1)60cs	Dw	w1	w2	tipo di spostamento	Dw	w1	w2	tipo di spostamento	w1	w2
		m	m		cm	cm	cm		cm	cm	cm			
strato sup	0	2.4	-	0.0	0.9	0.9	spostamento rigido	0.0	3.0	3.0	spostamento rigido	1.9	1.9	
1	2.4	3.9	11.7	0.8	0.9	0.2	ced. Post-liquefazione	2.1	3.0	0.9	ced. Post-liquefazione	1.9	0.5	
2	3.9	5.4	17.8	0.2	0.2	0.0	ced. Post-liquefazione	0.9	0.9	0.0	ced. Post-liquefazione	0.5	0.0	
3	5.4	9.4	29.6	0.0	0.0	0.0	nessun cedimento	0.0	0.0	0.0	nessun cedimento	0.0	0.0	

R105 - S51	Dati				Tokimatsu e seed, 1987				Idriss and Boulanger, 2008				Valore medio	
	strato	z1	z2	(N1)60cs	Dw	w1	w2	tipo di spostamento	Dw	w1	w2	tipo di spostamento	w1	w2
		m	m		cm	cm	cm		cm	cm	cm			
strato sup	0	3.5	-	0.0	5.3	5.3	spostamento rigido	0.0	9.1	9.1	spostamento rigido	7.2	7.2	
1	3.5	7.5	11.8	0.8	5.3	4.5	ced. Post-liquefazione	3.0	9.1	6.1	ced. Post-liquefazione	7.2	5.3	
2	7.5	9	8.6	4.5	4.5	0.0	ced. Post-liquefazione	6.1	6.1	0.0	ced. Post-liquefazione	5.3	0.0	
3	9	11.5	30.6	0.0	0.0	0.0	nessun cedimento	0.0	0.0	0.0	nessun cedimento	0.0	0.0	

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	RG	GE.00.05.001	C	46 di 141

RI06 - S55	Dati				Tokimatsu e seed, 1987				Idriss and Boulanger, 2008				Valore medio	
	strato	z1	z2	(N1)60cs	Dw	w1	w2	tipo di spostamento	Dw	w1	w2	tipo di spostamento	w1	w2
		m	m		cm	cm	cm		cm	cm	cm		cm	
strato sup	0	2.3	-	0.0	0.4	0.4	spostamento rigido	0.0	7.4	7.4	spostamento rigido	3.9	3.9	
1	2.3	6.3	13.7	0.4	0.4	0.0	ced. Post-liquefazione	7.4	7.4	0.0	ced. Post-liquefazione	3.9	0.0	
2	6.3	8.5	0.0	0.0	0.0	0.0	nessun cedimento	0.0	0.0	0.0	nessun cedimento	0.0	0.0	

RI06/RI07 - S56	Dati				Tokimatsu e seed, 1987				Idriss and Boulanger, 2008				Valore medio	
	strato	z1	z2	(N1)60cs	Dw	w1	w2	tipo di spostamento	Dw	w1	w2	tipo di spostamento	w1	w2
		m	m		cm	cm	cm		cm	cm	cm			
strato sup	0	4,95	-	0,0	0,5	0,5	spostamento rigido	0,0	6,3	6,3	spostamento rigido	3,4	3,4	
1	4,95	6,45	8,1	0,5	0,5	0,0	ced. Post-liquefazione	6,3	6,3	0,0	ced. Post-liquefazione	3,4	0,0	
2	6,45		0,0	0,0	0,0	0,0	nessun cedimento	0,0	0,0	0,0	nessun cedimento	0,0	0,0	

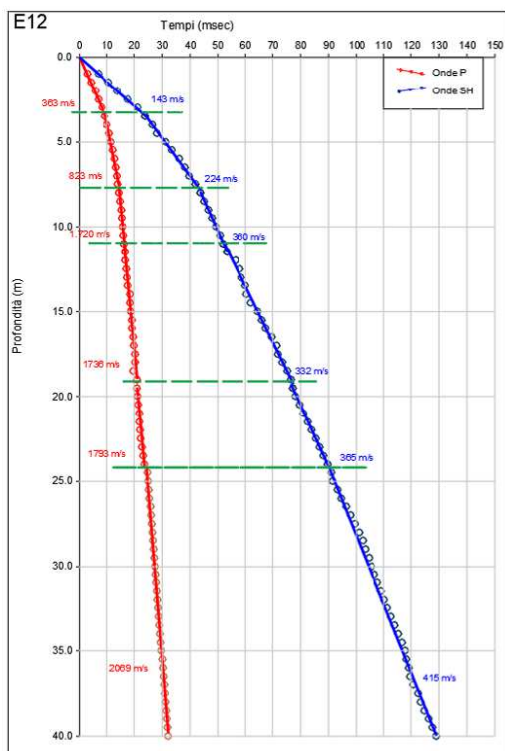
Come si vede dai risultati riportati in tabella, i cedimenti maggiori si riscontrano lungo i rilevati RI02 e RI03.

In particolare il rilevato RI02 ha due sondaggi in cui i valori di NSPT sono molto bassi che portano alla definizione di possibili strati liquefacibili. La verticale E12DH però mostra sempre Vs maggiori della Vs critica, anche nello strato DI, definendo pertanto la verticale come “non liquefacibile”.

Lo stesso confronto non può essere fatto per la verticale E13, della quale pertanto si riporta la verifica. Tale caso (E13) viene però considerato anomalo poiché, al di là dei valori molto bassi di NSPT riscontrati nelle Po (unità in cui generalmente lo spessore in liquefazione è limitato), anche quello che sembra essere tufo sfatto dalla visione delle cassette e dai profili di sondaggio dà risultati di NSPT molto lontani dagli usuali numeri, tanto da superare il valore di NSPT=30 solo dopo i 30m di profondità. Inoltre il risultato delle prove penetrometriche riscontrate in questo sondaggio risulta distante anche dai risultati dei sondaggi vicini (S21, S20). Si è pertanto cautelativamente considerato suscettibilità alla liquefazione negli strati meno consistenti del Po, ma solamente nell'intorno del sondaggio (cfr. profilo geotecnico).

Si ritiene pertanto che tale risultato in termini di cedimento sia da considerarsi locale.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 47 di 141
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale								



Profondità da P.C (m)		Velocità Onde P (m/s)	Velocità Onde SH (m/s)
0.0	3.5	363	143
3.5	8.0	823	224
8.0	11.5	1720	360
11.5	19.0	1736	332
19.0	24.0	1793	365
24.0	40.0	2069	415

Figura 11. RI02 – Sondaggio E12DH: dromocrone e velocità degli strati

Il sondaggio E21 (rilevato RI03) riporta una di liquefazione di circa 8.5m nella zona in cui si evidenzia l'approfondimento dello strato di depositi rimaneggiati; nel sondaggio S30, eseguito alla stessa pk ma fuori asse, i valori delle N_{SPT} ma soprattutto quelli di V_s , scongiurerebbero l'ipotesi di liquefazione nei DI. Nel dubbio si è dato comunque seguito ai risultati del sondaggio E21 in quanto più vicino all'asse dell'opera.

Lo strato DI diminuisce notevolmente il suo spessore lungo il rilevato (in direzione crescente delle progressive, andando oltre la pk 8+920 ca a non essere più sotto falda), ma nel sondaggio S31 valori di N_{SPT} bassi mostrano la suscettibilità a liquefazione anche in strati meno consistenti delle PO. Nella parte finale il sondaggio S34 mostra ancora un caso di incongruenza tra la verifica a liquefazione condotta con i dati di N_{SPT} e con i dati di V_s dalle DH.

Cautelativamente, in particolare per la progettazione dei pali dei muri presenti lungo il rilevato, si è esteso lo strato suscettibile a liquefazione per tutto il rilevato (cfr. profilo geotecnico generale). Si attende pertanto per il rilevato RI03 che i cedimenti massimi dovuti alla liquefazione lungo il rilevato saranno nell'ordine dei 10cm, e molto probabilmente locali.

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C PAGINA 48 di 141

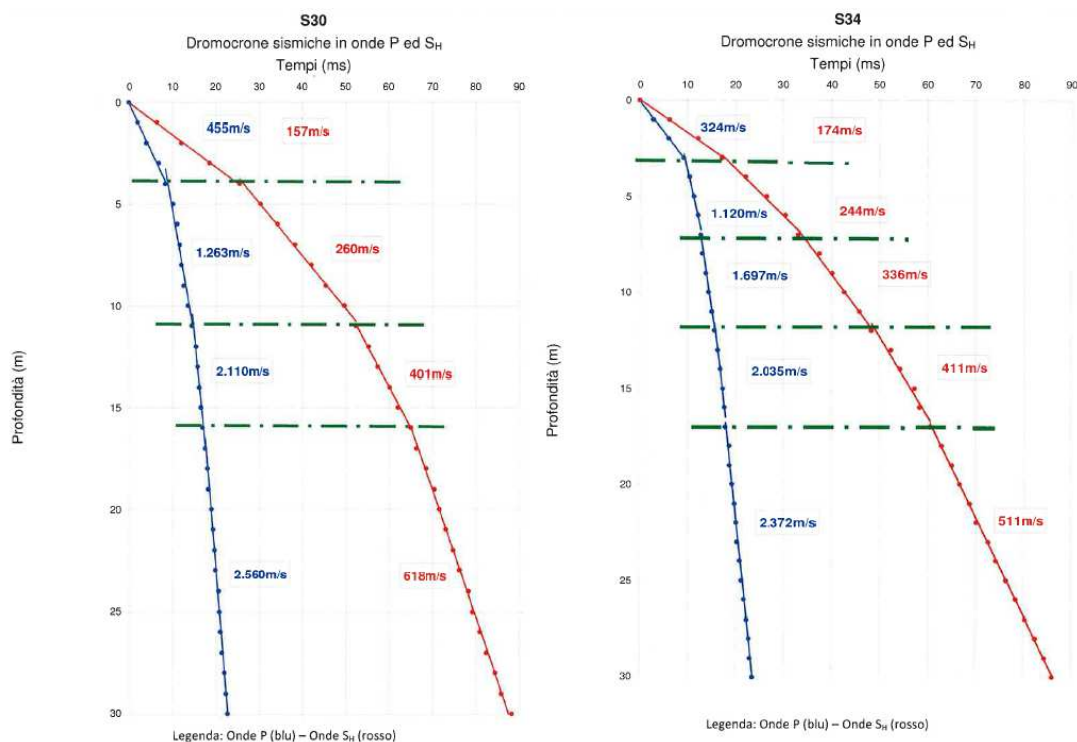


Figura 12. RI03 – Risultati delle prove DH di PD: dromocrone e velocità degli strati

Negli altri rilevati i cedimenti si mostrano più contenuti ($w < 10\text{cm}$).

Conclusioni

A valle dell'analisi di cedimenti per i rilevati RI04, RI05, RI06, RI07 gli strati suscettibili a liquefazione interessano solo zone limitate e cedimenti inferiori ai 10 cm, e pertanto si ritiene che un intervento preventivo di mitigazione non sia da preferirsi ad un intervento di regolarizzazione post sisma, data sia l'eccezionalità del caso considerato e la metodologia cautelativa adottata per la definizione del cedimento, sia il costo di un intervento preventivo diffuso. Si preferisce pertanto un controllo post sisma accurato che possa definire con chiarezza l'entità del fenomeno accaduto e quindi dell'intervento di regolarizzazione.

Ragionamento simile può essere fatto per i rilevati RI02 e RI03, dove i cedimenti intorno ai 15cm sono senz'altro risultati locali e cautelativi.

7.3.1.2 Rilevati stradali

Anche nei rilevati stradali, l'unica criticità si riscontra nel RI04, nelle cui vicinanze c'è il sondaggio E17. I cedimenti attesi sono dell'ordine dei 3cm.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.			
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 49 di 141

7.3.2 Analisi di stabilità

Per quanto riguarda il problema della stabilità, le analisi effettuate riportate nei relativi documenti di progetto ([Rif. 12] e [Rif. 13]) mostrano come in assenza di liquefazione le superfici minime siano molto superficiali, e non arrivano a lambire la falda.

Nel caso in cui però si consideri la presenza di un materiale che di colpo perde resistenza, le superfici critiche potrebbero interessare tale strato per raggiungere il minore coefficiente possibile. Il calcolo intercetta superfici maggiori ma che non hanno il contributo di resistenza per un certo numero di concii. Il coefficiente di sicurezza può quindi scendere anche sotto l'unità, in funzione della profondità della falda (e quindi dello strato liquefacibile) e dello spessore di tale strato (maggiore è lo spessore, maggiori sono le curve che possono passare al suo interno), a parità di altezza e forma del rilevato, caratteristiche del rilevato e del suolo.

La quota di falda laddove è stato riscontrato il rischio liquefazione, varia generalmente tra 3 e 4m da p.c., in alcuni casi arriva a 2.5m da p.c.. Gli spessori in possibile liquefazione variano da 1.5m a 5m, a parte qualche sporadico caso.

7.3.2.1 Analisi di sensibilità (rilevati ferroviari trattati a calce)

È stata preliminarmente effettuata un'analisi di sensibilità, secondo le seguenti ipotesi:

- 3 geometrie di rilevato (H_{ril}=5m, H_{ril}=6m; H_{ril}=8m)
- 4 quote piezometriche da p.c. (-2.5m, -3.0m, -3.5m, -4.0m)
- 3 set di dati (parametri del rilevato, considerando valori di coesione da trattamento a calce)
 - Rilevato A (c=12kPa, c_d=10kPa; φ=35°, φ_d=29°)
 - Rilevato B (c=60kPa, c_d=50kPa; φ=35°, φ_d=29°)
 - Rilevato C (c=100kPa, c_d=80kPa; φ=35°, φ_d=29°)
- Resistenza al taglio nello strato liquefatto minima (φ=1°, c=0)
- Lo strato liquefacibile ha il tetto alla profondità di falda e spessore di almeno 5m.

Si riportano i risultati delle analisi nella riepilogativa Tabella 6, mentre in allegato le immagini delle superfici critiche per ogni calcolo effettuato in condizioni sismiche¹.

¹ I casi non riportati sono automaticamente verificati o non verificati, ad esempio il rilevato da 6m tipo A con falda a -3.5 dà un minimo (FS=1.12), pertanto non si è riportata la verifica con falda a -3.0. Allo stesso modo ad esempio il rilevato da 5m tipo C risulta verificato con falda a -2.5m, pertanto sono automaticamente verificate profondità di falda maggiori.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 50 di 141	

Dalle analisi si vede come le altezze del rilevato e i parametri attribuiti al rilevato modificano i coefficienti di sicurezza, e che i limiti di falda da p.c. dei 3.0m (per $H_{ril} \leq 6m$) e 4.0m (per $H_{ril} \leq 8m$) siano un massimo oltre il quale non risultano verificate le condizioni minime di stabilità tenendo in conto i valori cautelativi presi in esame nella relazione di calcolo dei rilevati (Rilevato A).

In linea con i parametri ottenuti da sperimentazioni in materiali simili, si è ritenuto utile per una verifica di questo tipo considerare una variabilità anche dei parametri del rilevato. Le analisi mostrano che anche nel caso peggiore in cui la falda risalirebbe ad una quota di 2.5m da p.c. la stabilità sarebbe garantita nel caso in cui il trattamento a calce fornisca valori di progetto del rilevato tipo C. Il caso in cui nemmeno i parametri del tipo C garantirebbero la stabilità secondo normativa è quello del rilevato massimo ($H > 8m$) e falda massima ($q_f = -2.5m$). In tale ipotesi ricade solamente il RI07, anche se dalle verticali indagate non si riscontrano strati liquefacibili di 5m come considerato nell'analisi di sensibilità. In sintesi l'analisi mostra le seguenti criticità:

- Rilevati da 5m
 - I rilevati tipo A e B risultano verificati per una falda più profonda di 3.0m da p.c.
 - Il rilevato tipo C risulta verificato
- Rilevati da 6m
 - Il rilevato tipo A risulta verificato per una falda più profonda di 3.5m da p.c.
 - Il rilevato tipo B risulta verificato per una falda più profonda di 3.0m da p.c.
 - Il rilevato tipo C risulta verificato
- Rilevati da 8m
 - Il rilevato tipo A risulta verificato per una falda più profonda di 4.0m da p.c.
 - Il rilevato tipo B risulta verificato per una falda più profonda di 3.5m da p.c.
 - Il rilevato tipo C risulta verificato per una falda più profonda di 3.0m da p.c.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 51 di 141

Analisi	Hrtil (m)	qfalda (m)	Rilevato	FS
1	5	-2.5	A	0.86
2	5	-2.5	B	1.03
3	5	-2.5	C	1.25
4	5	-3.0	A	1.16
5	5	-3.0	B	1.45
6	5	-3.5	A	1.42
7	6	-2.5	A	0.70
8	6	-2.5	B	0.94
9	6	-2.5	C	1.16
10	6	-3.0	B	1.13
11	6	-3.5	A	1.12
12	6	-4.0	A	1.35
13	8	-2.5	C	0.98
14	8	-3.0	A	0.78
15	8	-3.0	B	0.97
16	8	-3.0	C	1.13
17	8	-3.5	A	0.95
18	8	-3.5	B	1.14
19	8	-3.5	C	1.30
20	8	-4.0	A	1.20

Tabella 6. Risultati analisi stabilità in condizioni di liquefazione

Analizzando il profilo del tracciato si vede come i dati mostrino generalmente una falda intorno ai 3m in concomitanza di rilevati sempre di altezza $H < 6m$, inoltre molto spesso lo strato liquefacibile non ha il tetto alla quota di falda ma i valori di N_{SPT} con cui non viene soddisfatta la verifica possono essere più profondi.

Localmente però si possono trovare delle sezioni che non risultano completamente ascrivibili alle ipotesi dell'analisi di stabilità. Inoltre sono presenti rilevati non realizzati mediante terreno stabilizzato, di cui non si è occupata l'analisi di sensibilità presentata, poggianti su strati potenzialmente liquefacibili.

Si riportano le sezioni maggiormente critiche per ogni rilevato nella seguente tabella.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.			IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C PAGINA 52 di 141

Rilevato	Profondità strato suscettibile a liquefazione (m)	Spessore strato suscettibile a liquefazione (m)	Profondità della falda da p.c. (m)	Hril (m)	Necessità verifica locale
RI01p (sond. E1)	3.5	2.5	3	4	SI (non trattato a calce)
RI01p (sond. S5)	5	2	2	5	SI (non trattato a calce)
RI02 (sond. E13)	4	6	4	7.5	SI
RI03 (sond. E21)	3.5	8.5	3.5	4.5	SI
RI03 (sond. E31)	7	4	4	3.5	NO (vedi anal. 6)
RI04	4.5	3.0	4.5	5.5	NO (si verifica direttamente il RI04bis)
RI04bis	4.5	3.0	4.5	5.5	SI (non trattato a calce)
RI05	3	4.5	1.5	5	SI
RI06 (sond. S55)	5.5	2.5	3.0	4.5	SI (non trattato a calce)
RI06 (sond. S56)	4.0	1.5	3.5	6.5	SI (non trattato a calce)
RI07	2.5	2.5	2.5	9	SI

Tabella 7. Sezioni critiche rilevati in condizioni di liquefazione

7.3.2.2 Analisi locali per i rilevati in condizioni critiche

Per i rilevati che non rientrano nei limiti definiti dalle analisi di sensibilità si verificano le sezioni riportate in Tabella 7.

Nelle analisi seguenti si definisce con kv+ il sisma verticale verso il basso e con kv- quello verso l'alto. Le analisi sono eseguite sempre secondo la combinazione (A2+M2+R2). Il coefficiente di sicurezza minimo è pari ad 1.1 (γ_R). I parametri di calcolo riportati nelle immagini tengono in conto già dei coefficienti riduttivi di normativa.

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A.		Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.			
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 53 di 141

RI01p

Rilevato	Profondità strato (m)	Spessore strato (m)	Profondità falda (m)	Hril (m)
RI01p (sond. E1)	4	2	3	4
RI01p (sond. S5-S4)	5	2	2	5

Per quanto riguarda il rilevato provvisorio RI01p si è considerata la condizione maggiormente critica della pk 0+780-0+840, in cui il rilevato presenta altezze che vanno da 3 a 5m e una condizione di liquefazione definita dall'incrocio dei dati nei sondaggi E1, S4 e S5. I parametri geotecnici adottati sono in linea con quelli adottati nella relazione dei rilevati ferroviari.

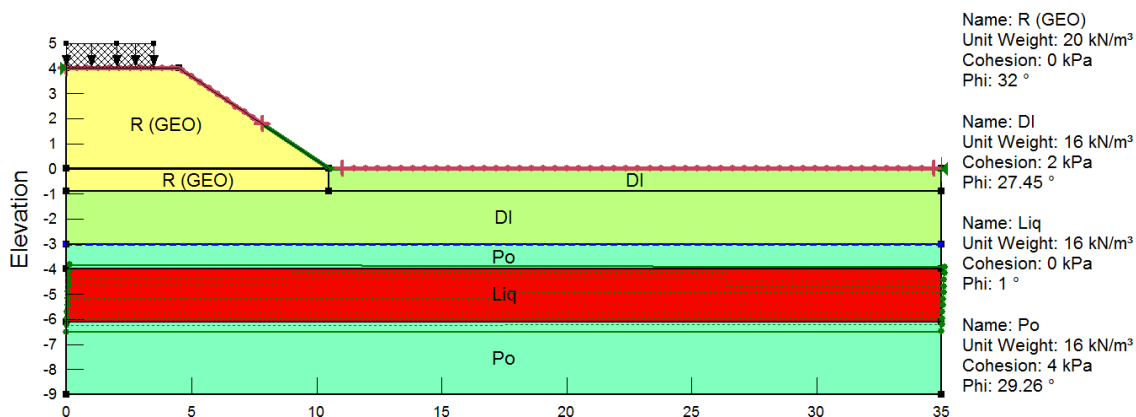


Figura 13. RI01p – Analisi 1 - Verifica di stabilità in condizioni di liquefazione: modello di calcolo

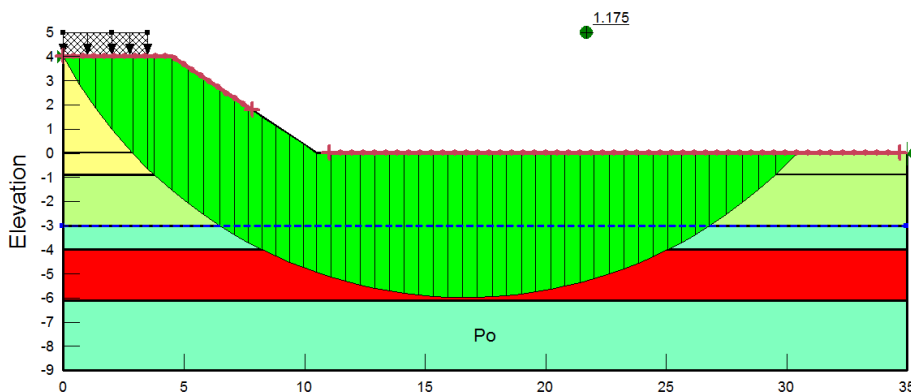


Figura 14. RI01p – Analisi 1 - Verifica di stabilità in condizioni di liquefazione: kv+

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 54 di 141
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale							

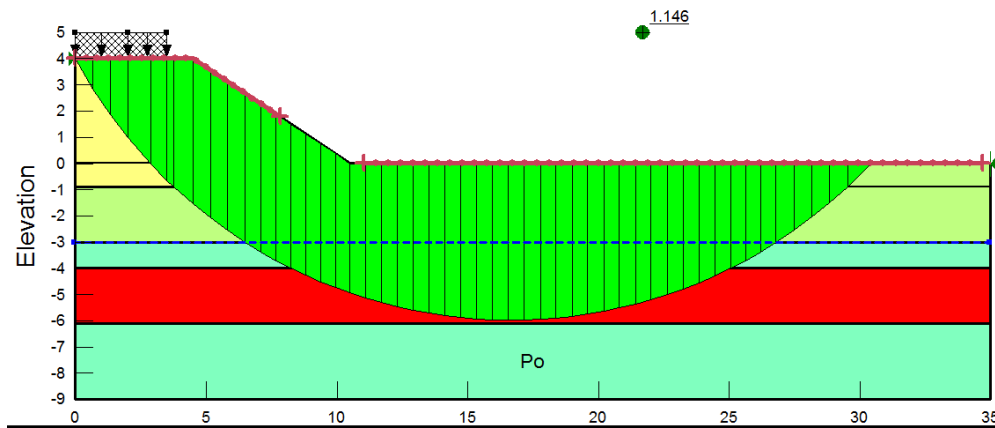


Figura 15. RI01p – Analisi 1 - Verifica di stabilità in condizioni di liquefazione: kv-

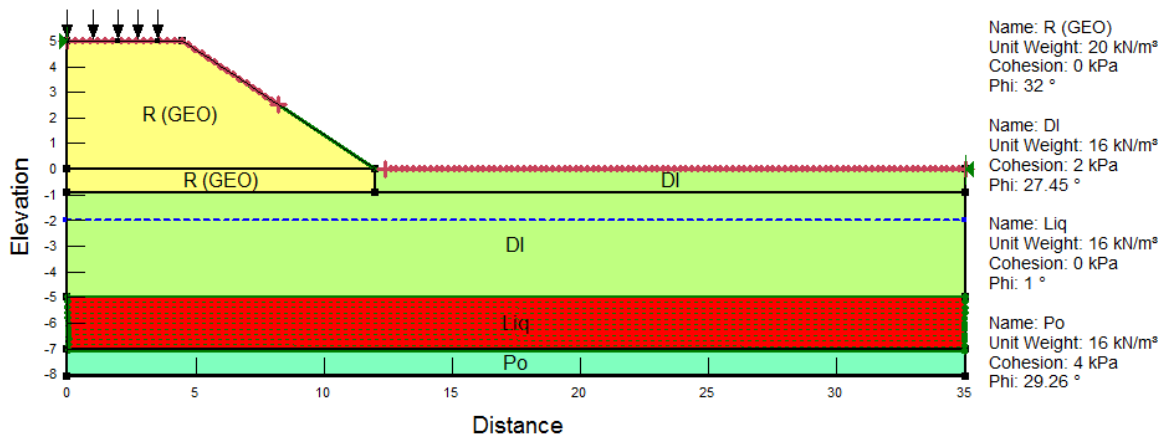


Figura 16. RI01p – Analisi 2 -Verifica di stabilità in condizioni di liquefazione: modello di calcolo

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 55 di 141
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale								

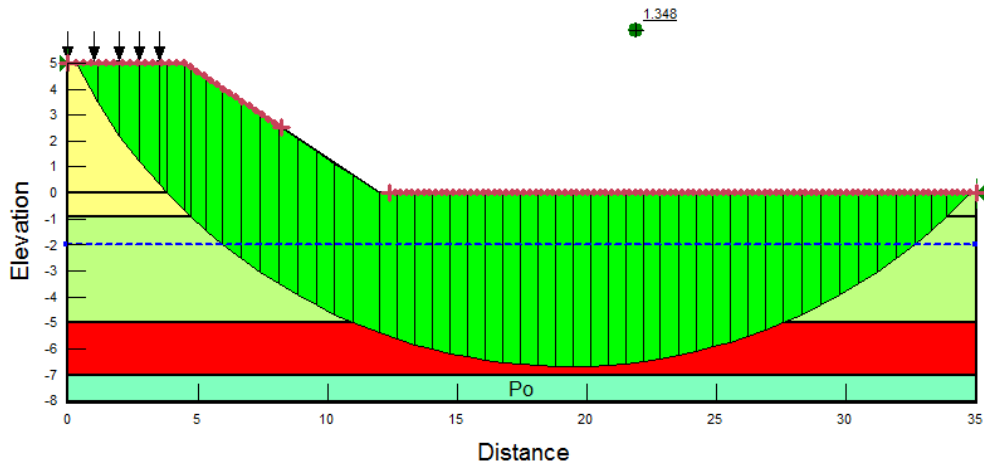


Figura 17. RI01p – Analisi 2 - Verifica di stabilità in condizioni di liquefazione: kv+

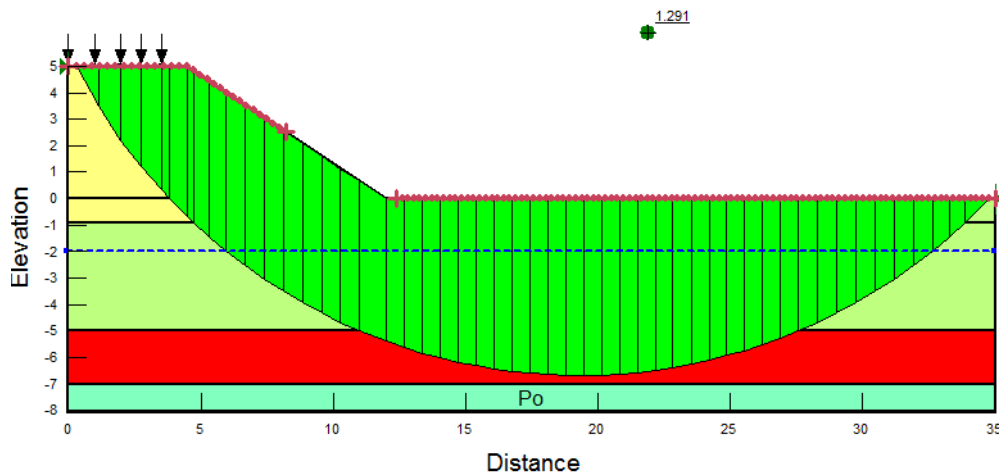


Figura 18. RI01p – Analisi 2 - Verifica di stabilità in condizioni di liquefazione: kv-

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. PAGINA C 56 di 141

RI02

Rilevato	Profondità strato (m)	Spessore strato (m)	Profondità falda (m)	Hril (m)
RI02 (sond. E13)	4	6	4	7.5

I parametri geotecnici adottati sono in linea con quelli adottati nella relazione dei rilevati ferroviari. Le verifiche tornano anche non considerando il contributo, seppur minimo, della coesione nello strato DI.

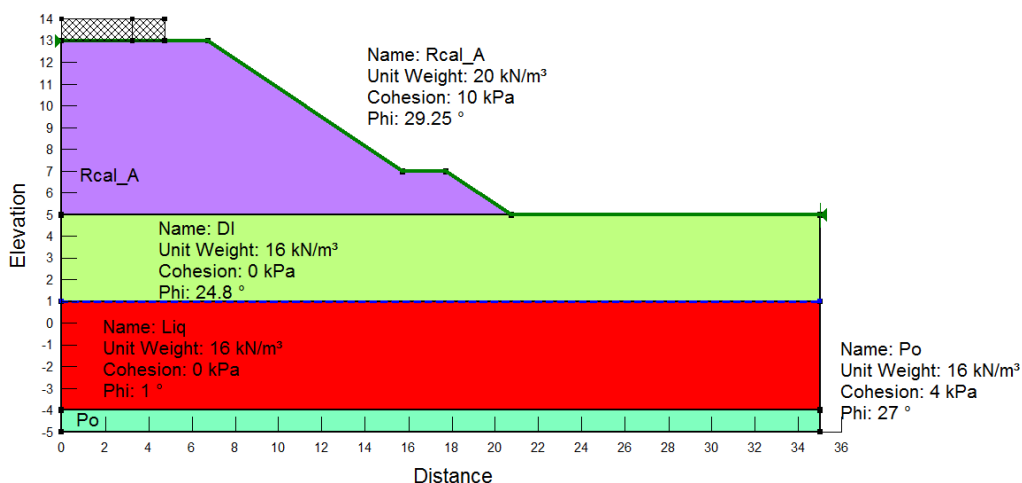


Figura 19. RI02 – Verifica di stabilità in condizioni di liquefazione: modello di calcolo

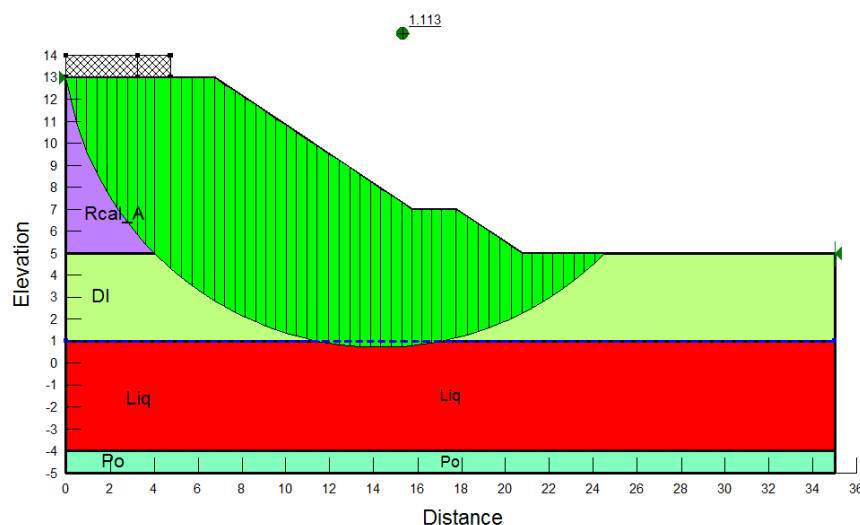


Figura 20. RI02 – Verifica di stabilità in condizioni di liquefazione: kv+

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C PAGINA 57 di 141

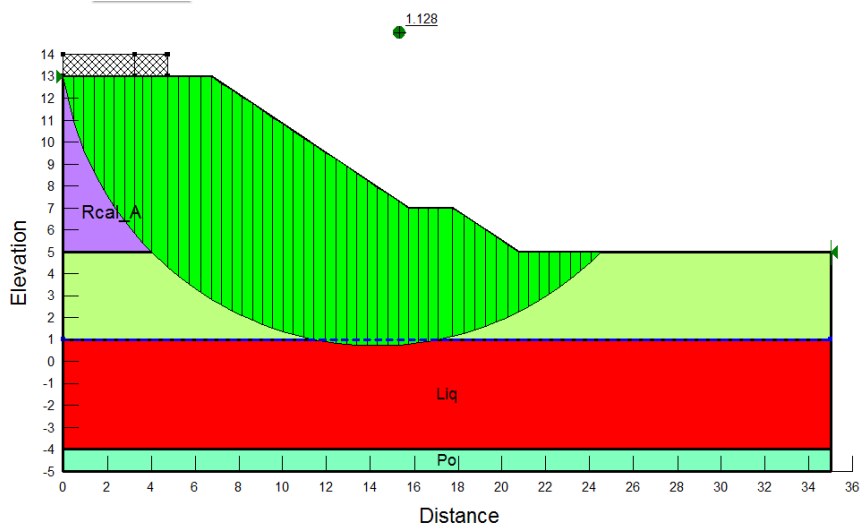


Figura 21. RI02 – Verifica di stabilità in condizioni di liquefazione: kv-

La stabilità nella sezione maggiormente critica del RI02 è verificata.

RI03

Rilevato	Profondità strato (m)	Spessore strato (m)	Profondità falda (m)	Hril (m)
RI03 (sond. E21)	3.5	8.5	3.5	4.5

I parametri geotecnici adottati sono in linea con quelli adottati nella relazione dei rilevati ferroviari. Le verifiche tornano anche non considerando il contributo, seppur minimo, della coesione nello strato DI.

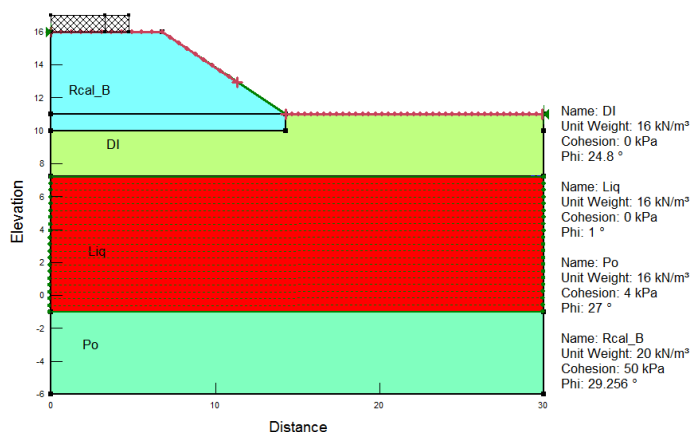


Figura 22. RI03 – Verifica di stabilità in condizioni di liquefazione: modello di calcolo

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 58 di 141
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale								

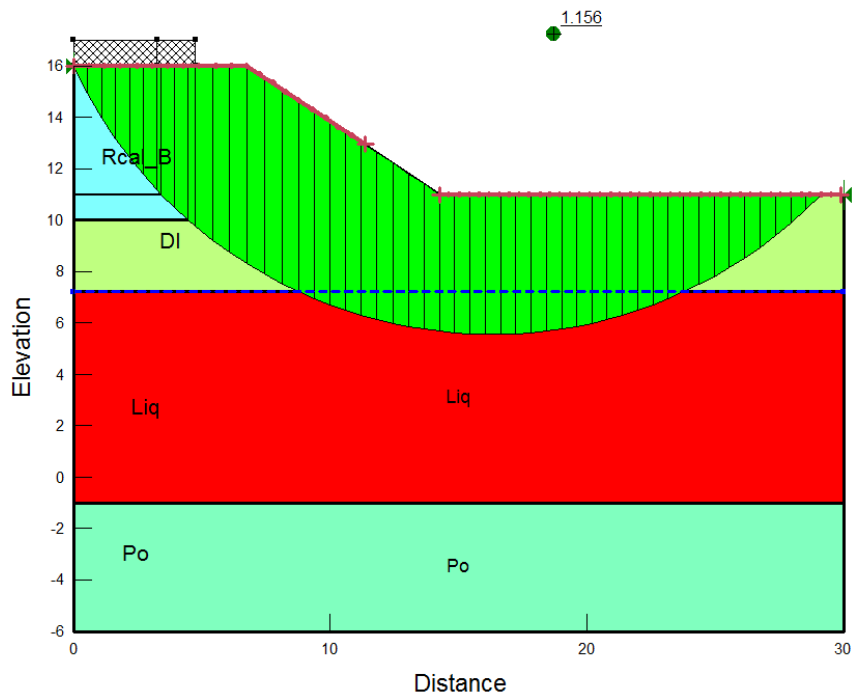


Figura 23. RI03 – Verifica di stabilità in condizioni di liquefazione: kv+

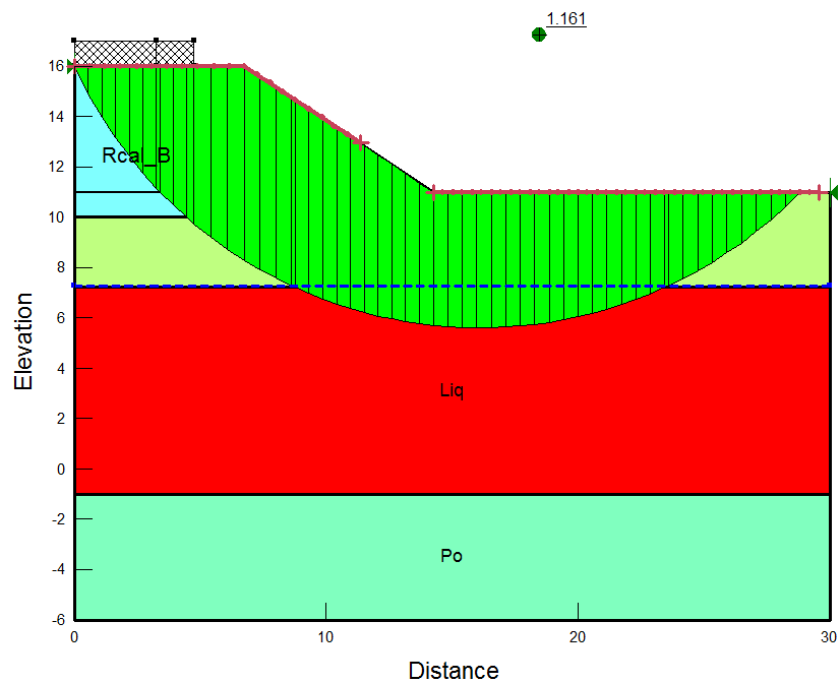


Figura 24. RI03 – Verifica di stabilità in condizioni di liquefazione: kv-

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO								
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA			
		IF1M	0.0.E.ZZ	RG	GE.00.05.001	C	59 di 141			

RI04-RI04bis

Rilevato	Profondità strato (m)	Spessore strato (m)	Profondità falda (m)	Hril (m)
RI04/RI04bis	4	7	4	5.5
RI04bis	4.4	1.5	4.4	3.0

Le condizioni geotecniche sono le stesse per i due rilevati, solamente il rilevato Rio4 è realizzato mediante un terreno con caratteristiche migliori, e pertanto si analizza il caso del RI04bis, realizzato con terreno di cava. I parametri geotecnici adottati sono in linea con quelli adottati nella relazione dei rilevati ferroviari. Si riporta poi anche l'analisi del RI04bis in condizioni di rilevato unico tra le pk 0+700-0+800 (pk 10+350-10+450 profilo geotecnico).

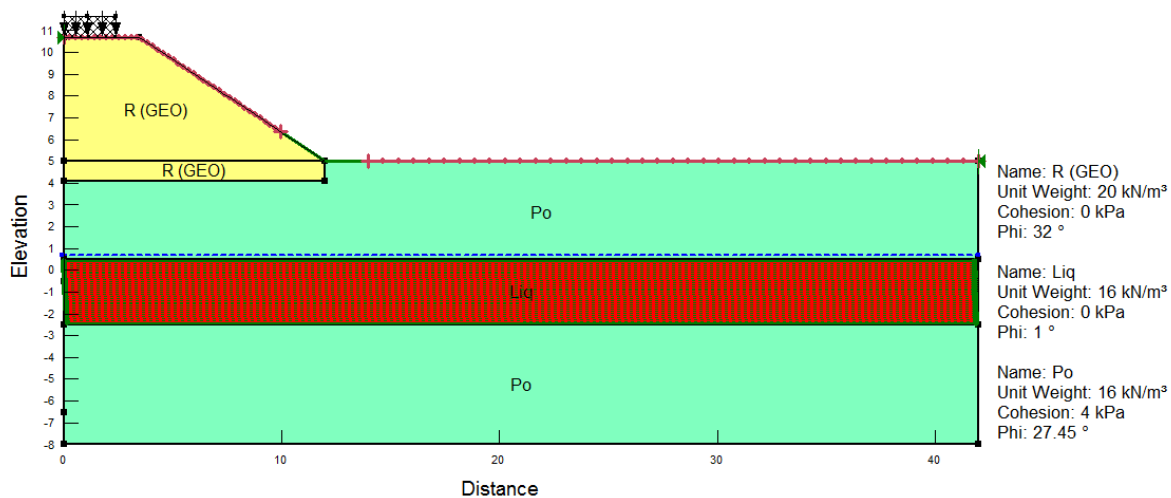


Figura 25. RI04/RI04bis – Verifica di stabilità in condizioni di liquefazione: modello di calcolo

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 60 di 141
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale								

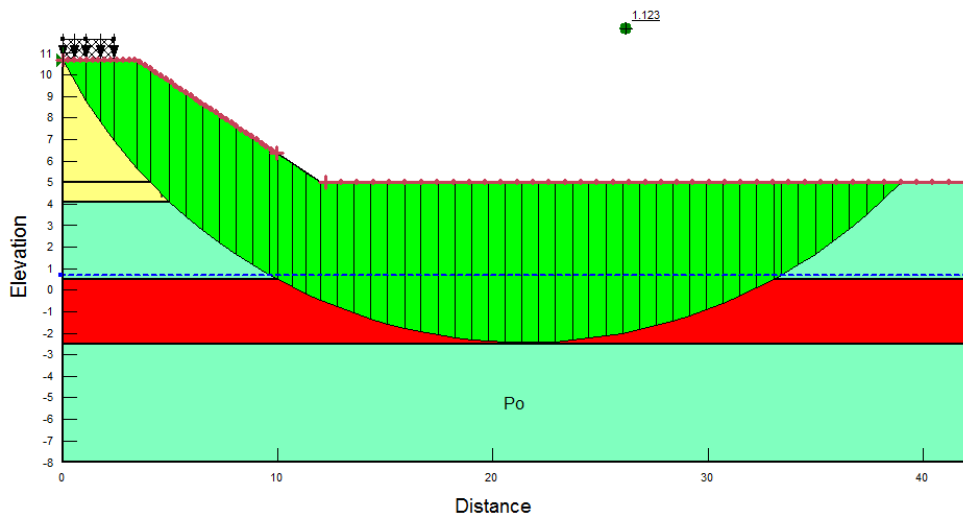


Figura 26. RI04/RI04bis – Verifica di stabilità in condizioni di liquefazione: kv+

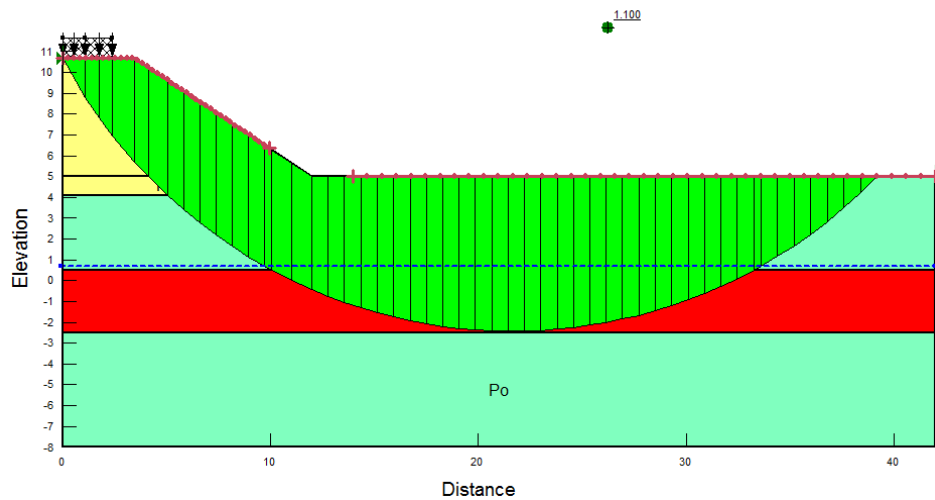


Figura 27. RI04/ RI04bis – Verifica di stabilità in condizioni di liquefazione: kv-

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.		Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. PAGINA C 61 di 141

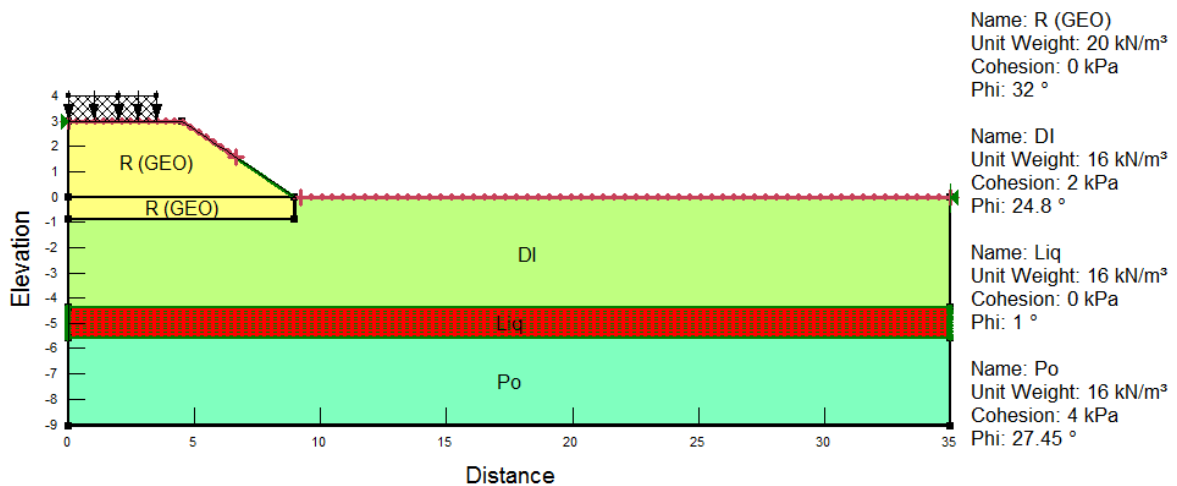


Figura 28. RI04bis – Verifica di stabilità in condizioni di liquefazione: modello di calcolo

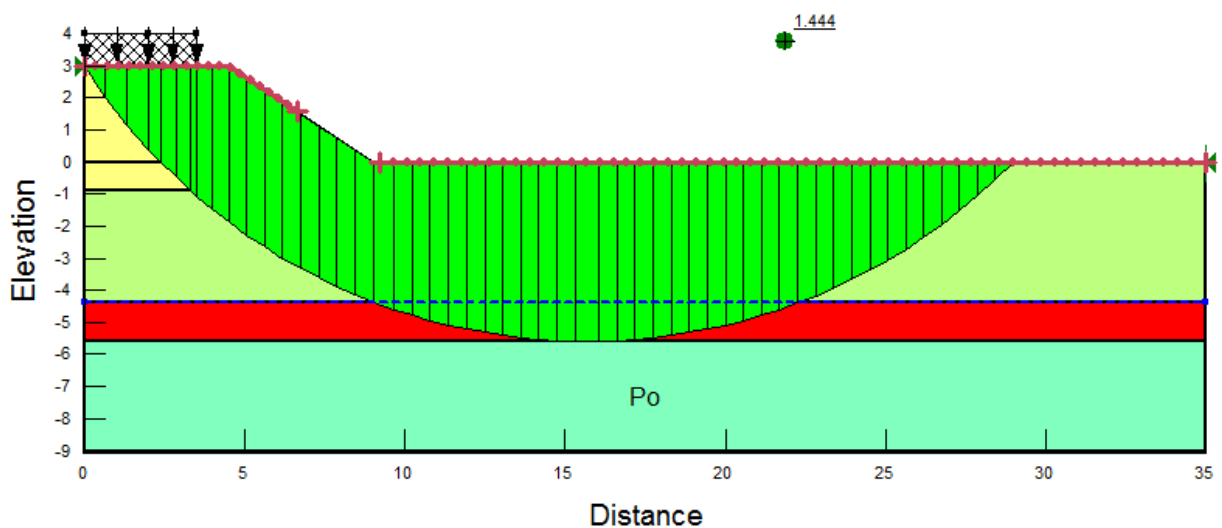


Figura 29. RI04bis – Verifica di stabilità in condizioni di liquefazione: kv+

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C PAGINA 62 di 141
IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014						

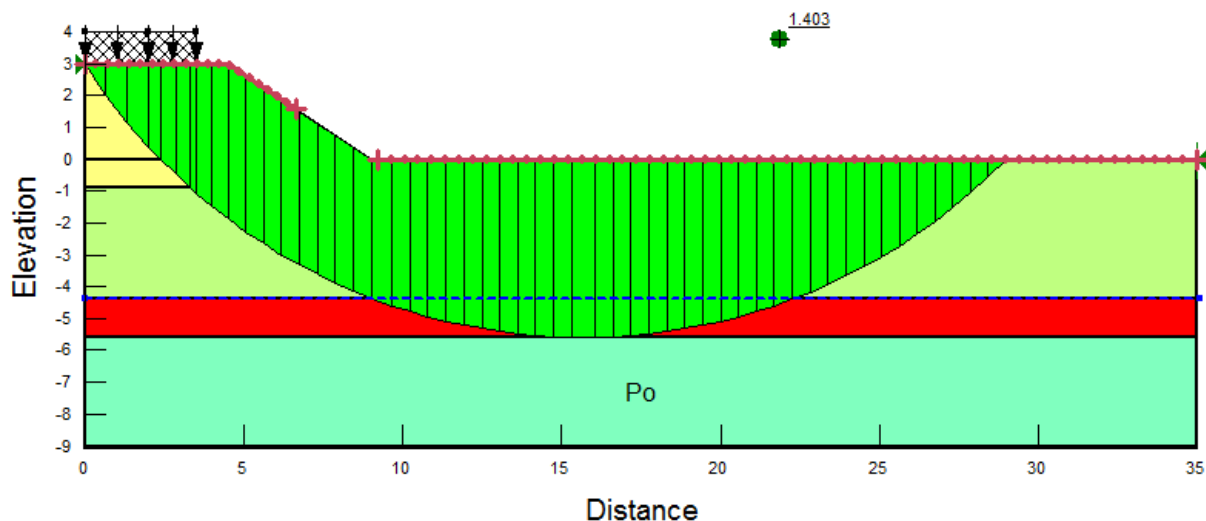


Figura 30. RI04bis – Verifica di stabilità in condizioni di liquefazione: kv-

La stabilità nelle sezioni maggiormente critiche del rilevato-RI04bis sono verificate. Sono automaticamente verificate anche le sezioni del RI04, realizzato con materiale stabilizzato a calce.

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.		LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		IF1M	0.0.E.ZZ	RG	GE.00.05.001	C	63 di 141

RI05

Rilevato	Profondità strato (m)	Spessore strato (m)	Profondità falda (m)	Hril (m)
RI05	3	4.5	1.5	5

I parametri geotecnici adottati sono in linea con quelli adottati nella relazione dei rilevati ferroviari. Le verifiche tornano anche non considerando il contributo, seppur minimo, della coesione nello strato DI.

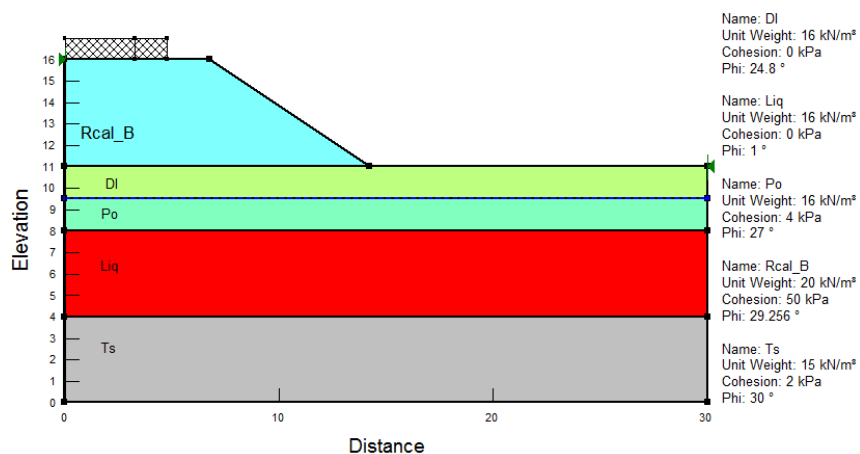


Figura 31. RI05 – Verifica di stabilità in condizioni di liquefazione: modello di calcolo

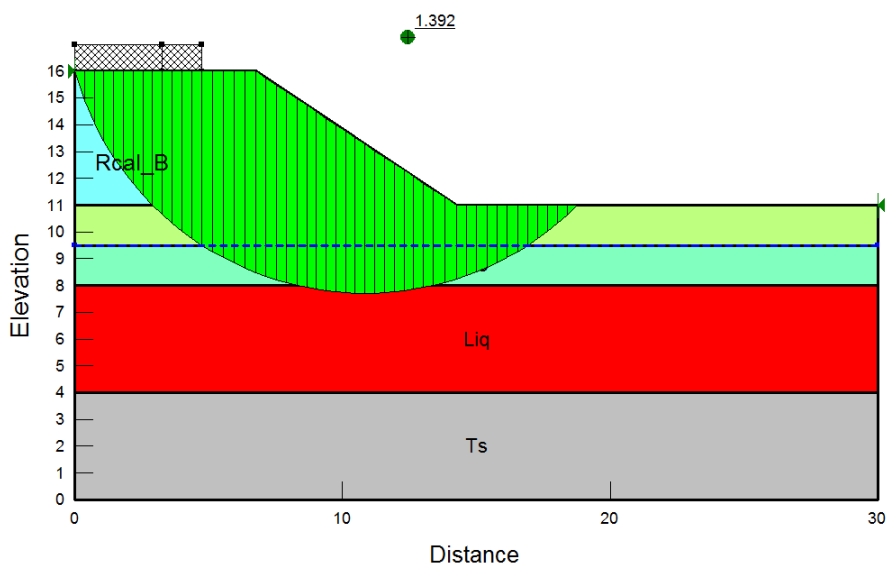


Figura 32. RI05 – Verifica di stabilità in condizioni di liquefazione: kv+

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. PAGINA C 64 di 141
IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014						

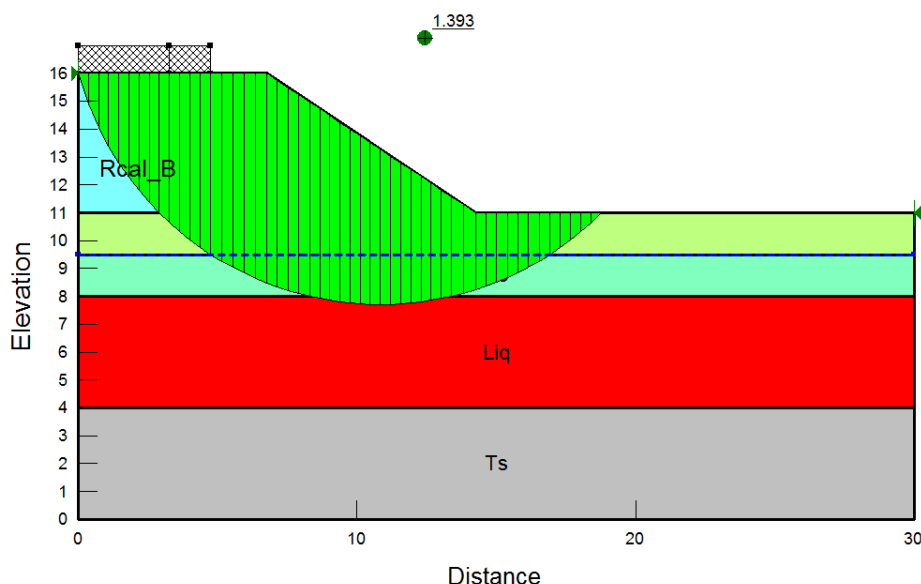


Figura 33. RI05 – Verifica di stabilità in condizioni di liquefazione: kv-

Lo strato liquefacibile è superficiale, così come la falda. La verifica è garantita con un rilevato di tipo B.

RI06

Rilevato	Profondità strato (m)	Spessore strato (m)	Profondità falda (m)	Hril (m)
RI06 (sond. S55)	5.5	2.5	3.0	4.5
RI06 (sond. S56)	4.0	1.5	3.5	6.5

Per quanto riguarda il rilevato RI06 è stata fatta la verifica nelle condizioni maggiormente critiche anche a liquefazione considerando il rilevato realizzato con materiale di cava, sebbene parte del RI06 verrà realizzato con terreno trattato a calce. Questa ipotesi crea nelle analisi eseguite secondo il metodo proposto delle superfici di scivolamento che raggiungono lo strato liquefatto, ma con un fattore di sicurezza generalmente superiore al limite di normativa (condizione rappresentativa alla pk 14+300, sondaggio S55). Solamente nella parte finale, dove le altezze del rilevato aumentano nella zona in cui il sondaggio S56 intercetta uno strato potenzialmente liquefacibile, il fattore di sicurezza supera il valore 1.0 ma non il limite di normativa pari a 1.1 (pk 14+800).

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 65 di 141
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale								

I parametri geotecnici adottati sono in linea con quelli adottati nella relazione dei rilevati ferroviari.

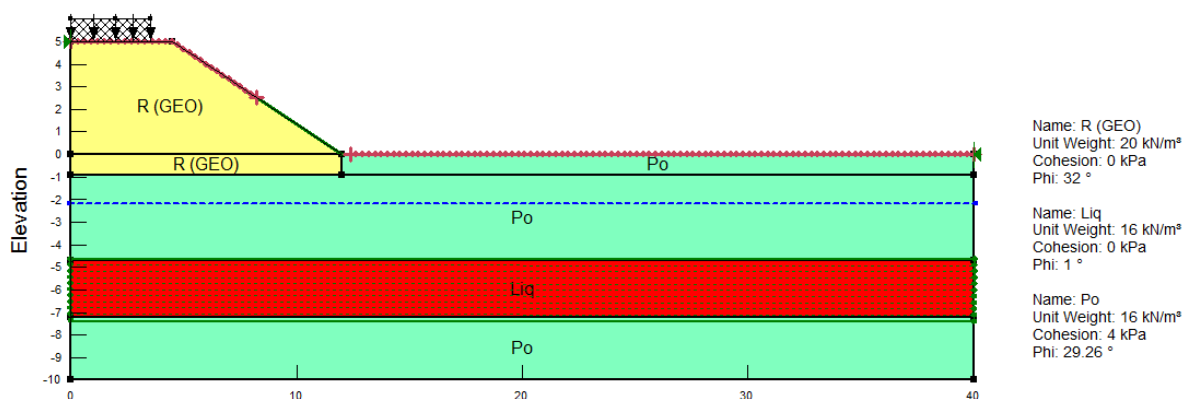


Figura 34. RI06 – Analisi 1 – Verifica di stabilità in condizioni di liquefazione: modello di calcolo

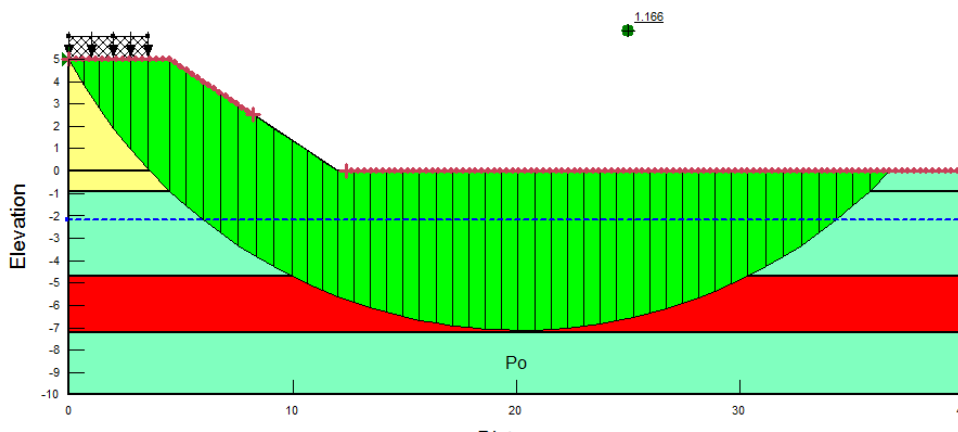


Figura 35. RI06 – Analisi 1 – Verifica di stabilità in condizioni di liquefazione: kv+

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. PAGINA C 66 di 141

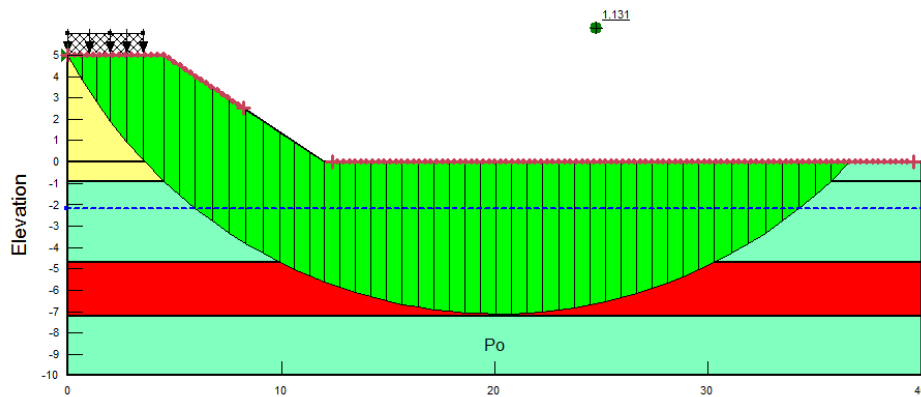


Figura 36. RI06 – Analisi 1 – Verifica di stabilità in condizioni di liquefazione: kv-

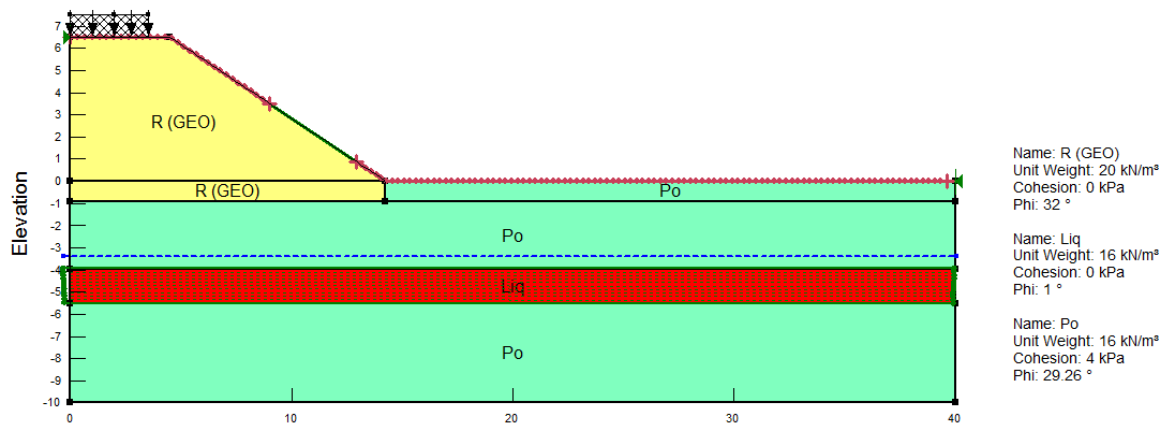


Figura 37. RI06 – Analisi 2 – Verifica di stabilità in condizioni di liquefazione: modello di calcolo

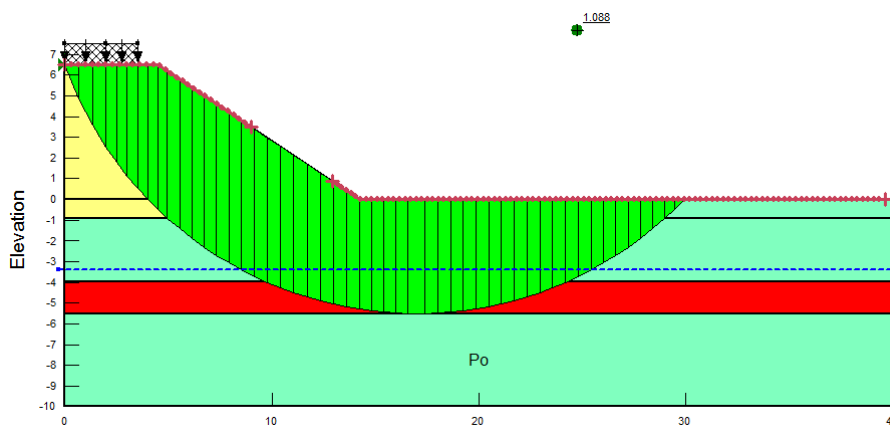


Figura 38. RI06 – Analisi 2 – Verifica di stabilità in condizioni di liquefazione: kv+

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO								
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 67 di 141			

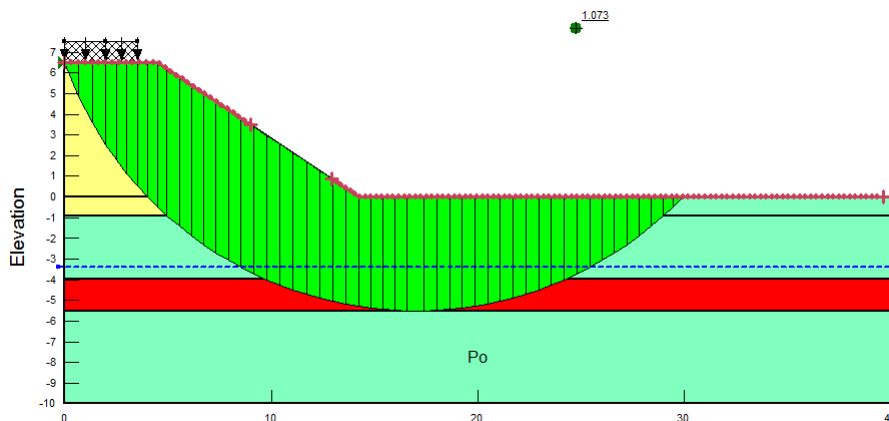


Figura 39. RI06 – Analisi 2 – Verifica di stabilità in condizioni di liquefazione: kv-

RI07

Rilevato	Profondità strato (m)	Spessore strato (m)	Profondità falda (m)	Hril (m)
RI07	3.0	2.0	2.5	7.5

Il rilevato 7 mostra criticità maggiori rispetto agli altri rilevati in quanto raggiunge altezze maggiori in presenza di falda molto prossima al p.c.; d'altro canto gli strati liquefacibili appaiono molto sottili, non più alti di 2.5-3.0m. La verifica è stata pertanto fatta alla pk 14+880, in corrispondenza dello strato liquefacibile individuato nel sondaggio S56, in cui anche il rilevato RI06 aveva mostrato coefficienti di sicurezza leggermente al di sotto del limite di normativa. In questo caso è riportata sia la verifica con il rilevato trattato a calce tipo B sia quello tipo C.

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.		Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C PAGINA 68 di 141

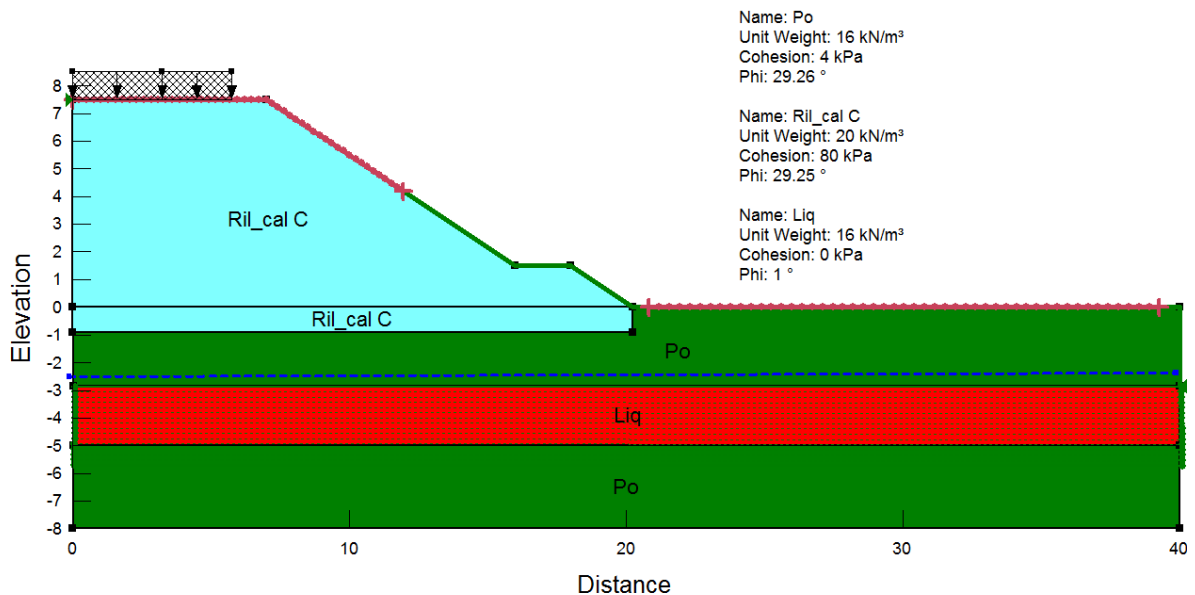
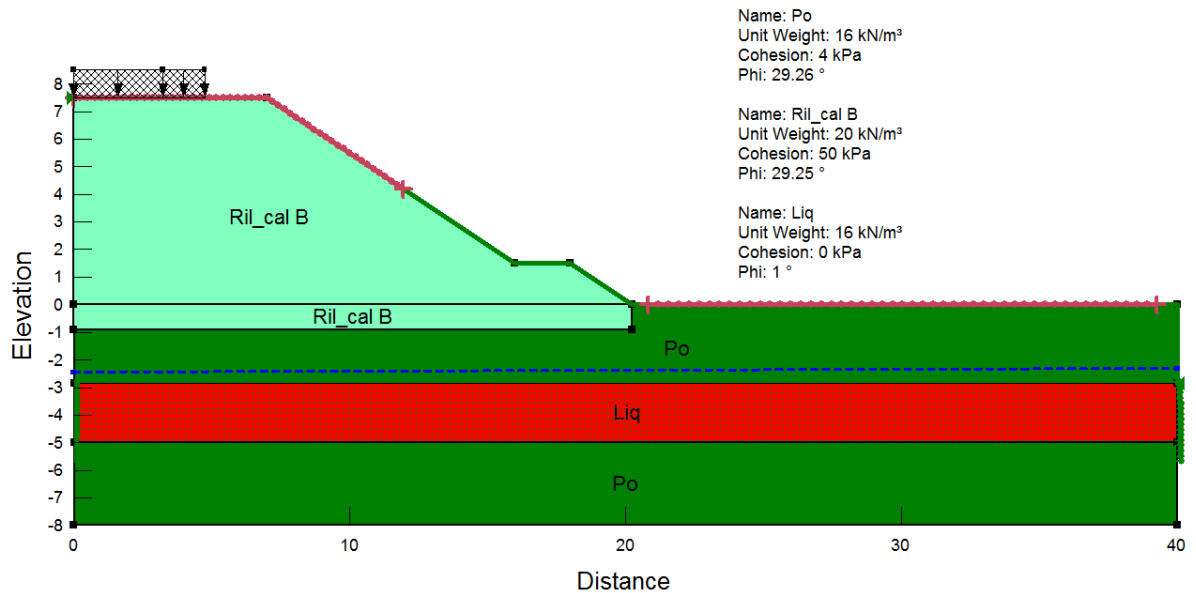


Figura 40. RI07 – Verifica di stabilità in condizioni di liquefazione: modelli di calcolo

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.		Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		Mandante: ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C PAGINA 69 di 141

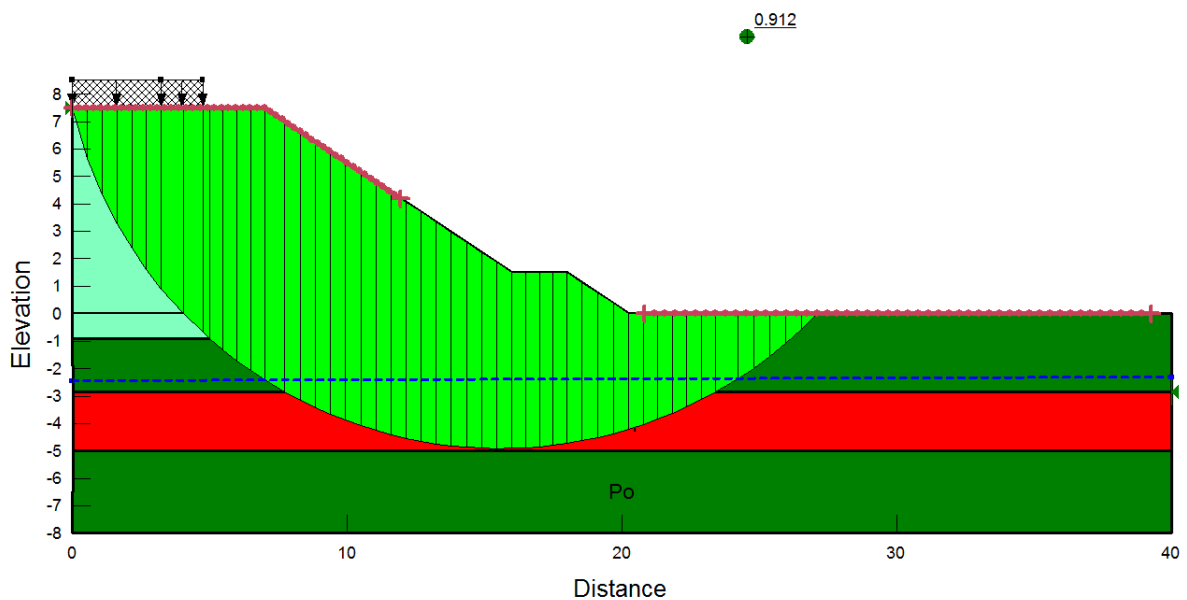
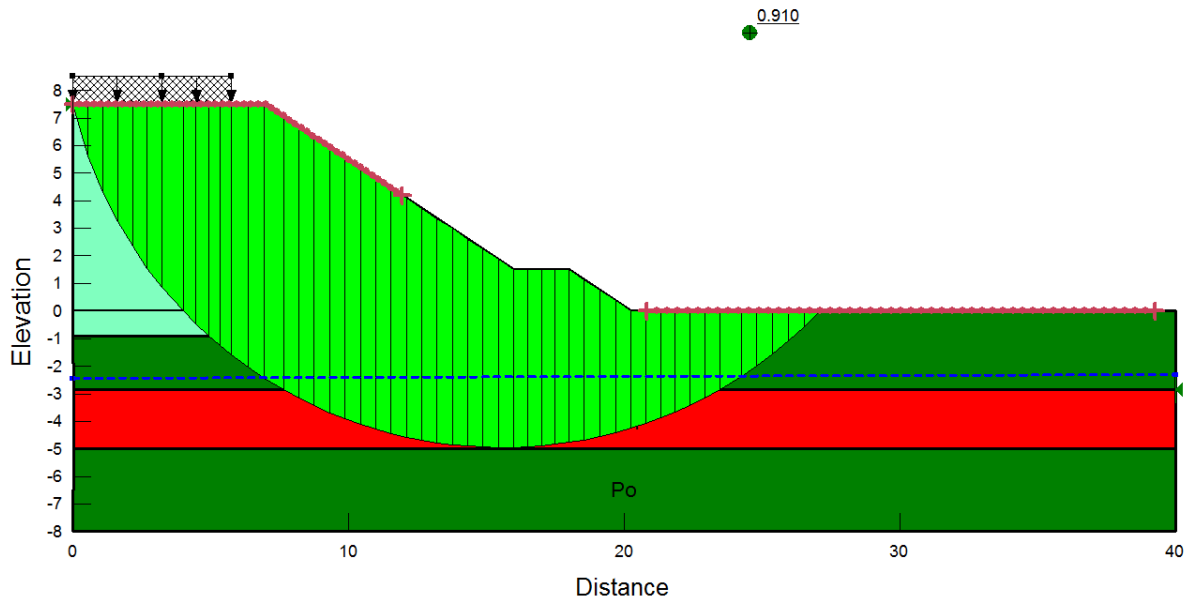


Figura 41. RI07 – Verifica di stabilità in condizioni di liquefazione – Rilevato tipo B - kv+ e kv-

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C PAGINA 70 di 141

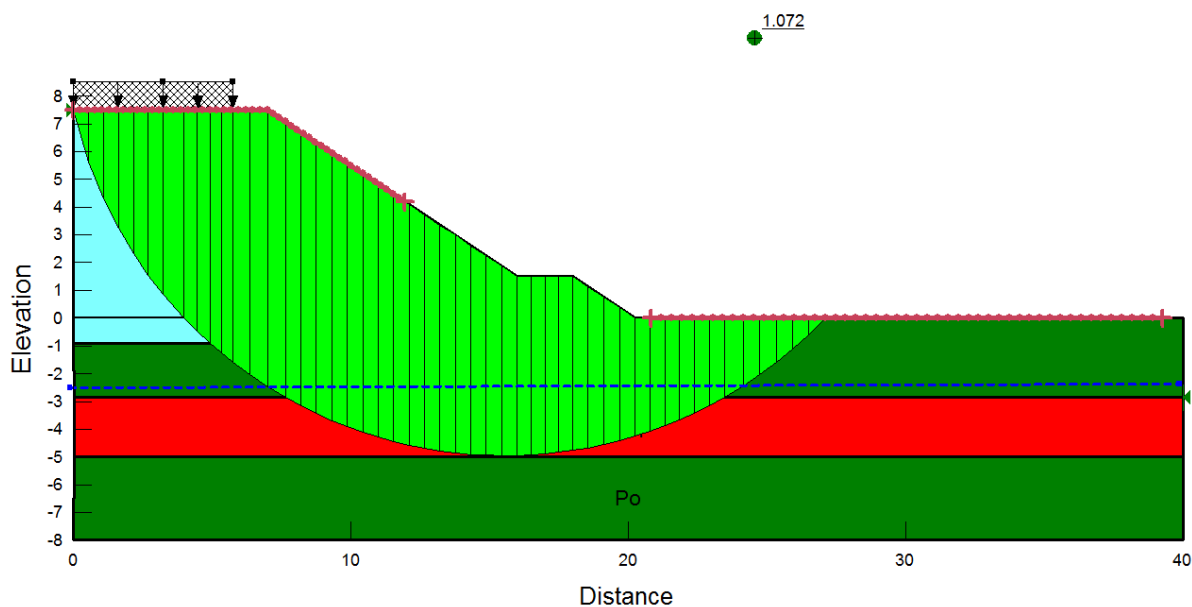
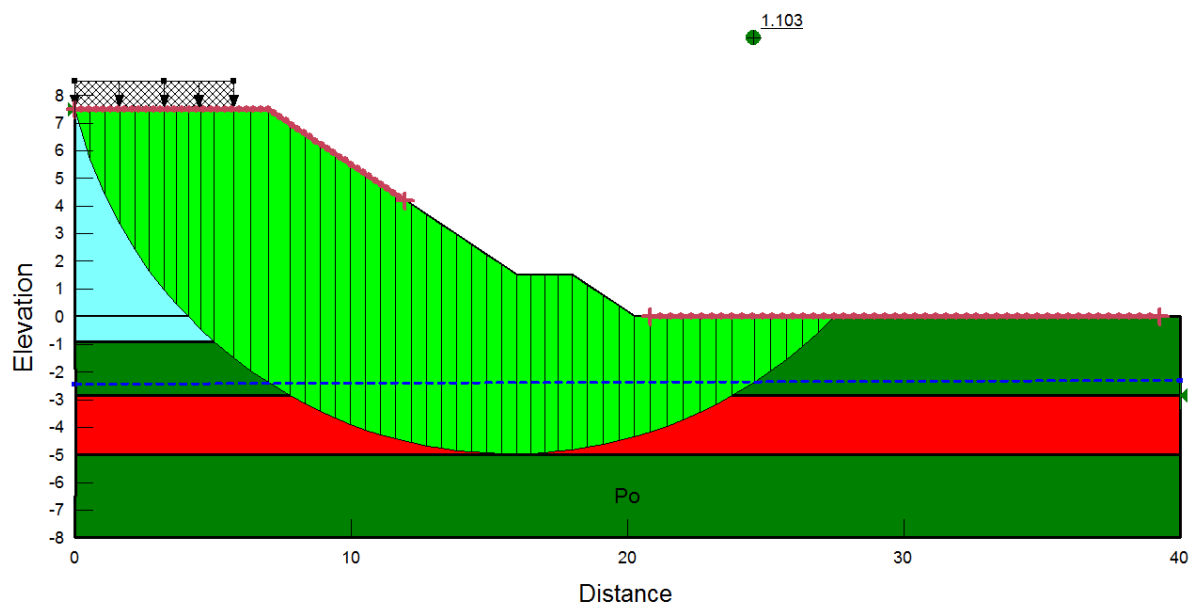


Figura 42. RI07 – Verifica di stabilità in condizioni di liquefazione – Rilevato tipo C - kv+ e kv-

Lo strato liquefacibile è superficiale, così come la falda. Le verifiche statiche, riportate nel caso peggiore di falda a -1.5m da p.c., mostrano coefficienti di sicurezza in condizioni sismiche, ma in assenza di liquefazione, superiori al valore minimo richiesto dalla normativa [Rif. 12].

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	

Come si vede dalle analisi qui riportate invece considerare la perdita di resistenza dello strato liquefacibile in questo caso porta le superfici ad intersecare tale strato non soddisfacendo la verifica nel caso di rilevato tipo B, mentre con i parametri del tipo C i risultati sono nell'intorno di 1.1 anche se, a rigore di norma, non risulterebbero verificate.

È pertanto chiaro che nel caso in cui venga eseguito un intervento di mitigazione che eviti l'instaurarsi di sovrappressioni neutre, o che riduca lo spessore del terreno liquefacibile, la verifica risulta automaticamente soddisfatta (caso sismico in assenza di liquefazione, cfr. relazione dei rilevati ferroviari, RI07). Nel prossimo paragrafo è pertanto definito l'intervento di mitigazione che garantisce un limite di rapporto tra pressione neutra e livello tensionale di progetto (la liquefazione avviene quando tale rapporto raggiunge valore unitario) e che determina la automatica verifica dei rilevati.

7.3.2.3 Analisi rilevati stradali in condizioni di liquefazione

I rilevati stradali, tutti realizzati con materiale di cava, non rientrano nell'analisi di sensibilità fatta in precedenza. L'unico rilevato che ha nelle vicinanze sondaggi che mostrano suscettibilità alla liquefazione è il RI04.

Nella zona del viadotto VI01, alla pk 7+600-7+700, è stata in progetto definito uno strato di liquefazione sulla base del sondaggio E17, sebbene sia una di quelle zone in cui le verifiche con le N_{spt}, che mostrano un fattore di sicurezza alla liquefazione minore di quello definito come limite, sono in contrasto con le verifiche eseguite mediante V_s misurate direttamente (DH). In ogni caso si riporta la verifica di stabilità per il rilevato RI04.

Le caratteristiche geotecniche sono in linea con quanto riportato nella relazione dei rilevati ferroviari. La falda nella zona suscettibile a liquefazione è a 6m da p.c.; lo strato liquefacibile è all'interno del DI ed è di circa 3m. La verifica risulta soddisfatta.

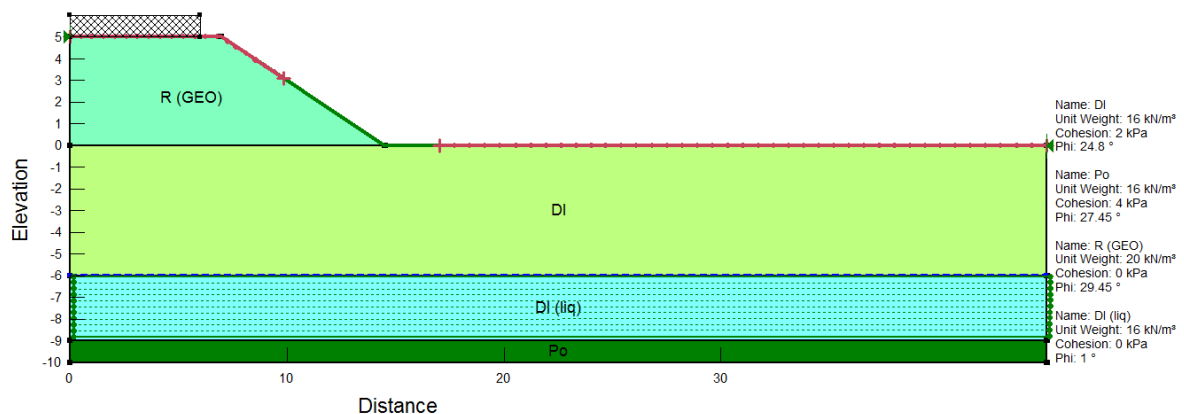


Figura 43. Rilevati stradali: RI04 – Modello di calcolo (stabilità in condizioni di liquefazione)

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 72 di 141
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale								

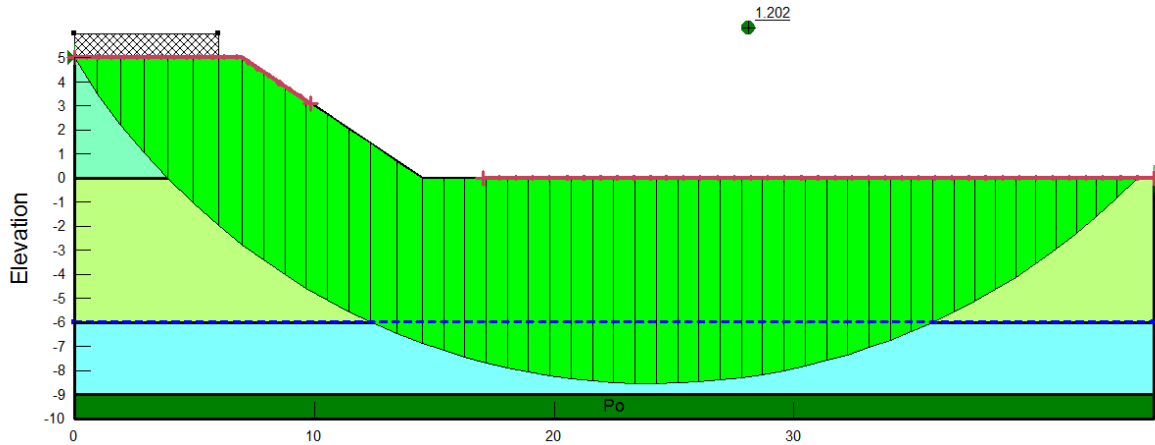


Figura 44. Rilevati stradali: RI04 – Risultati analisi di stabilità (k+)

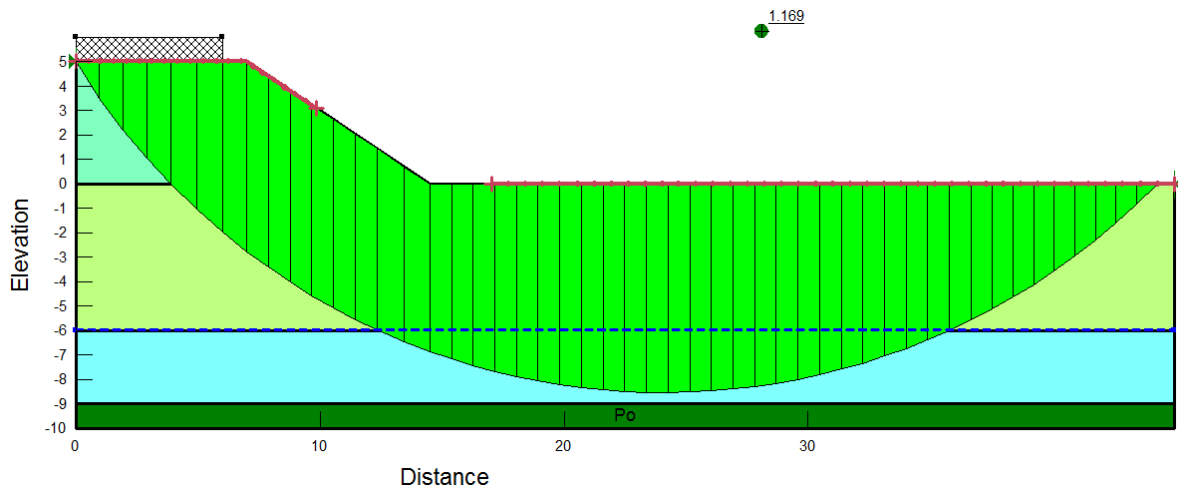


Figura 45. Rilevati stradali: RI04 – Risultati analisi di stabilità (k+)

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014			
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 73 di 141

7.3.2.4 Conclusioni

Come riportato nel riepilogo sottostante i rilevati per cui non è garantita la stabilità sono quelli in cui la concomitanza di rilevato elevato e falda/strato liquefacibile superficiali pesano in verifica molto più rispetto allo spessore dello strato.

	Rilevato	Profondità strato suscettibile a liquefazione (m)	Spessore strato suscettibile a liquefazione (m)	Profondità della falda da p.c. (m)	Hril (m)	Verifica
Materiale trattato a calce	RI02 (sond. E13)	4	6	4	7.5	Soddisfatta
	RI03 (sond. E21)	3.5	8.5	3.5	4.5	Soddisfatta
	RI05	3	4.5	1.5	5	Soddisfatta
	RI07	3.0	2.0	2.5	7.5	Non soddisfatta
Materiale di cava	RI01p (sond. E1)	3.5	2.5	3	4	Soddisfatta
	RI01p (sond. S5)	5	2	2	5	Soddisfatta
	RI04bis	4.5	3.0	4.5	5.5	Soddisfatta
	RI04bis	4.4	1.5	4.4	3.0	Soddisfatta
	RI06 (sond. S55)	5.5	2.5	3.0	4.5	Soddisfatta
	RI06 (sond. S56)	4.0	1.5	3.5	6.5	Non soddisfatta
	RI04 stradale (sond. E17)	6.0	3.0	6.0	5.0	Soddisfatta

Tabella 8. Rilevati: risultati analisi sezioni critiche in condizioni di liquefazione

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 74 di 141	

7.3.2.5 Interventi di mitigazione

Sulla base delle analisi effettuate si è visto come sia necessario evitare l'avvenimento della liquefazione o al più limitare al massimo lo spessore dello strato in cui avviene la perdita di resistenza dello scheletro solido. Tra le pk 14+700-15+400 in cui il rilevato raggiunge l'altezza massima e la falda resta superficiale, verrà eseguito un intervento di mitigazione mediante colonne vibrocompattate in ghiaia.

Tali colonne, di diametro 800mm, interasse 2.5m e lunghezza 6m, non hanno lo scopo classico degli interventi alla base del rilevato, ossia di evitare cedimenti differiti nel tempo o la diffusione dei carichi in profondità, bensì quello di eliminare o quanto meno ridurre l'innescarsi del fenomeno della liquefazione. Da un lato infatti intervengono sull'addensamento del materiale, allontanando l'instaurarsi dell'incremento di Δu negative, dall'altro di creare delle vie preferenziali per il drenaggio dell'acqua in modo da avere più possibilità di non raggiungere la condizione non drenata, necessaria per l'avvenimento della liquefazione in caso di sisma di elevata intensità.

L'intervento definito è molto diffuso nella pratica progettuale per la mitigazione del rischio di liquefazione, in particolar modo nella costruzione di rilevati autostradali e ferroviari, generalmente lontani da edifici, in quanto le vibrazioni prodotte potrebbero risultare dannose per le costruzioni vicine.

Il dimensionamento della maglia di pali è stato eseguito considerando innanzitutto la lunghezza dell'intervento. Gli spessori degli strati liquefacibili sono dell'ordine di circa 1÷3m, e considerando le profondità dal piano di testa dell'intervento è sufficiente garantire una lunghezza di drenaggio pari a 6m.

Per quanto riguarda il dimensionamento del raggio del dreno e del suo raggio di influenza, è stato applicato il metodo di Seed e Booker (1977, risoluzione dell'equazione di flusso in condizioni di flusso puramente radiale).

Noti i parametri del terreno in termini di

- Coefficiente di permeabilità orizzontale del terreno kh [cm/s]
- Coefficiente di compressibilità volumetrica mv [MPa⁻¹]
- Numero di cicli di carico che portano alla liquefazione N_f

e i dati relativi al terremoto di progetto

- Magnitudo M
- Numero di cicli equivalenti N
- Durata del terremoto t_d

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001		REV. C

definendo il valore di progetto

- r_g = rapporto fra sovrappressione interstiziale generata dalle tensioni di taglio cicliche indotte dal sisma e la pressione di consolidazione

è possibile calcolare il rapporto R_d/R_e , ossia raggio R_d e raggio di influenza R_e (Figura 47).

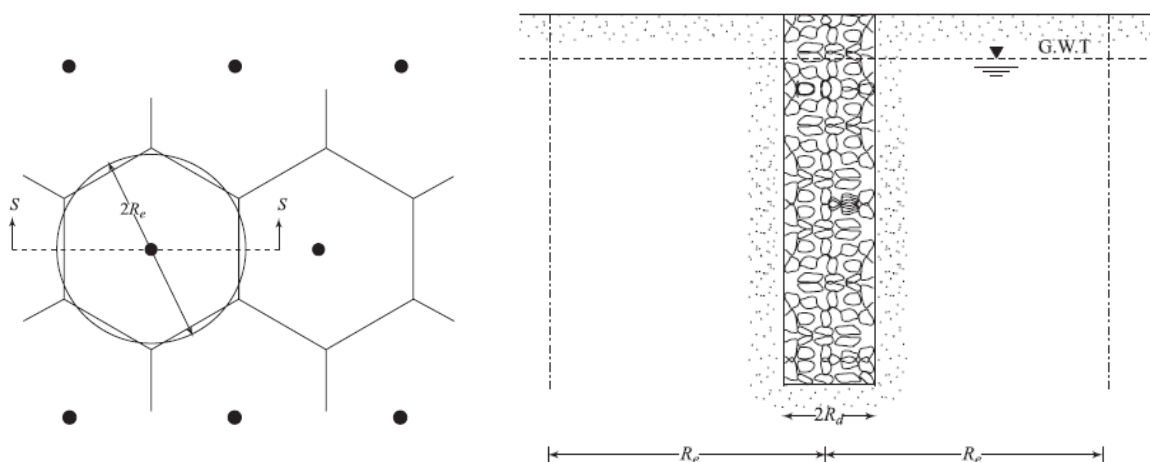


Figura 46. Geometria dell'intervento di mitigazione: raggio e raggio di influenza del dreno

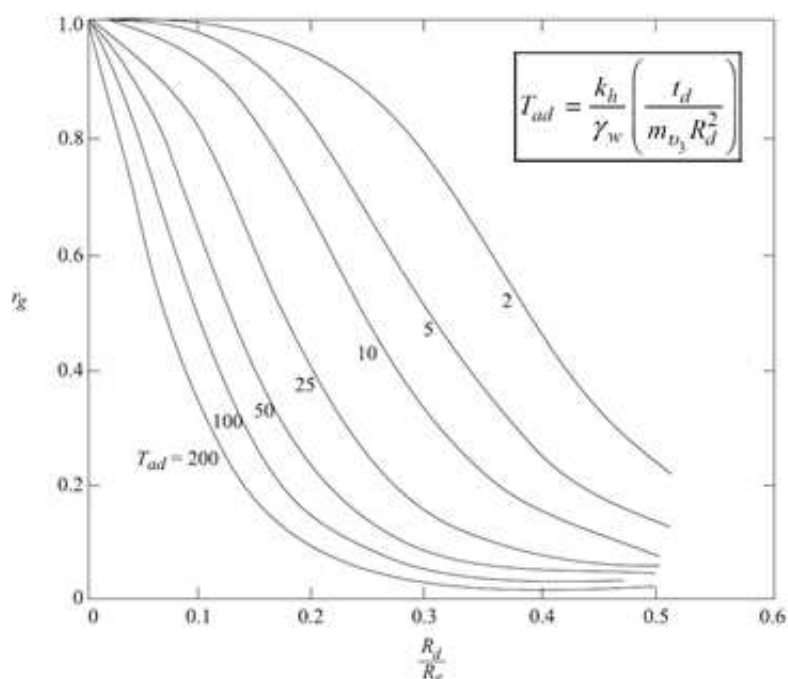


Figura 47. Relazione tra il valore limite di pressione neutra di progetto e la tensione litostatica

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 76 di 141

I valori di permeabilità orizzontale e del coefficiente di compressione volumetrica sono tarati in funzione delle prove CPT. In particolare sono stati presi i valori delle CPT in cui si riscontrano strati liquefacibili alle medesime profondità presenti nelle pk interessate dall'intervento. È necessario ricordare che le prove CPT mostrano liquefazione in pochissimi punti e sempre all'interno dell'unità DI. Questo dato dimostra ancora una volta come sia difficile trovare una reale corrispondenza tra le prove effettuate e il rischio di liquefazione. In assenza di prove CPT che mostrano liquefazione nelle Po si è dovuto necessariamente considerare discriminante la profondità di prova.

Le correlazioni adottate sono le seguenti:

$$k_h = 0.1216 \cdot I_c + 0.2593 \text{ (valida per sabbie da pulite a limose)}$$

$$m_v = 1 / (4 \cdot q_c)$$

considerando i valori in grassetto in tabella di q_c e I_c .

CPT	profondità	q_c	I_c
	m	kPa	-
ECPT8	3,25	1408	2,56
ECPT8	4,25	4538,23	2,00
ECPT8	5,5	3652,48	2,12
ECPT7	4	732	2,93
ECPT4	6,25	4227	1,88

Tabella 9. Risultati CPT: parametri q_c e I_c in zone di possibile liquefazione

I risultati dell'analisi sono riportati in nella Tabella 10. Sono stati considerati due set di parametri I_c e q_c (in grassetto nella Tabella 9). Dato lo spessore degli strati liquefacibili, da letteratura si può adottare un valore r_g di progetto intermedio tra 0.5 e 0.6.

Il passo di elementi di diametro 800mm va da 4.8m a 2.8m nel caso in cui si richieda $r_g=0.6$. Per avere un valore di $r_g=0.5$ il passo delle colonne va da 2.2m a 4.4m. Nel caso in esame si adotta un passo pari a 2.5m.

k_h	γ_w	t_d	m_v	R_d	T_{ad}	$r_{u,max}$	R_d/R_e	R_e
m/s	kN/m3	sec	m2/kN	m	-	-	-	m
1,61E-04	9,81	20	5,51E-05	0,4	37,24	0,6	0,17	2,4
						0,5	0,18	2,2
1,51E-05	9,81	20	6,85E-05	0,4	2,81	0,6	0,28	1,4
						0,5	0,35	1,1

Tabella 10. Dimensionamento de l raggio e del passo delle colonne di ghiaia drenanti

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. PAGINA C 77 di 141

7.4 EFFETTI DELLA LIQUEFAZIONE SUI PALI DI FONDAZIONE

Per quanto riguarda i pali di fondazione, le principali problematiche vengono sintetizzate di seguito. In relazione geotecnica vengono riportati i calcoli relativi ai pali in presenza delle lenti suscettibili a liquefazione.

7.4.1 Carico limite

Durante il fenomeno sismico la riduzione istantanea della resistenza porterebbe ad una drastica riduzione o addirittura l'annullamento locale della componente di portanza alla base e laterale, pertanto nel progetto dei pali si è tenuto conto di

- Trascurare il contributo alla resistenza laterale nei tratti di terreno liquefacibili
- Evitare assolutamente che la punta del palo sia immersa all'interno o nelle immediate vicinanze dello strato liquefacibile

Nel caso di cedimenti post-liquefazione dovuti alla consolidazione per effetto della dissipazione delle sovrappressioni neutre sorte durante l'evento sismico, nel tratto in cui il terreno subisce spostamenti maggiori di quelli del palo può nascere una componente di attrito negativo. Sebbene tale problematica sia evidente come criticità nel comportamento deformativo del palo e non nella sua resistenza ultima (in caso di attrito negativo l'aumento dei cedimenti porterebbe ad un incremento della resistenza alla punta mobilitata che andrebbe, nei limiti delle caratteristiche dello strato, ad equilibrare le azioni²), in fase di progetto cautelativamente si è considerata nulla la resistenza laterale anche dello strato superficiale sovrastante lo strato suscettibile di liquefazione.

Per quanto riguarda il carico limite orizzontale, sebbene sia molto complesso tenere in conto le ipotesi di Broms in un caso particolare come la liquefazione, e probabilmente troppo cautelativo, una verifica semplificata può essere effettuata mediante un modello FEM non lineare che simuli l'interazione terreno struttura mediante molle elasto-plastiche che abbiano la rigidezza definita in caratterizzazione (modulo di deformazione orizzontale) e azione limite pari al valore di spinta alla Broms (agenti solo in compressione), tranne che nel tratto in liquefazione in cui le molle hanno rigidezza nulla. L'azione viene incrementata fino alla massima agente controllando la formazione delle cerniere plastiche che definiscono il meccanismo del palo (palo lungo in questi casi).

² Vedi Law H. e Wilson P. [Rif. 32], Lancellotta e Calavera [Rif. 37]

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 78 di 141
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale								

7.4.2 Sollecitazioni sul palo

Si è tenuto in conto della diversa risposta in termini di sollecitazioni sul palo annullando le reazioni orizzontali (modulo di rigidezza $E=k_h \cdot z$) e prendendo un modulo di rigidezza orizzontale dimezzato nel tratto di terreno sovrastante lo strato liquefatto.

Il risultato delle analisi con queste ipotesi porta ad un incremento del momento in testa al palo (ipotesi di progetto di palo con vincolo in testa alla rotazione) oltreché ad un andamento differente del momento lungo z (direzione verticale del palo).

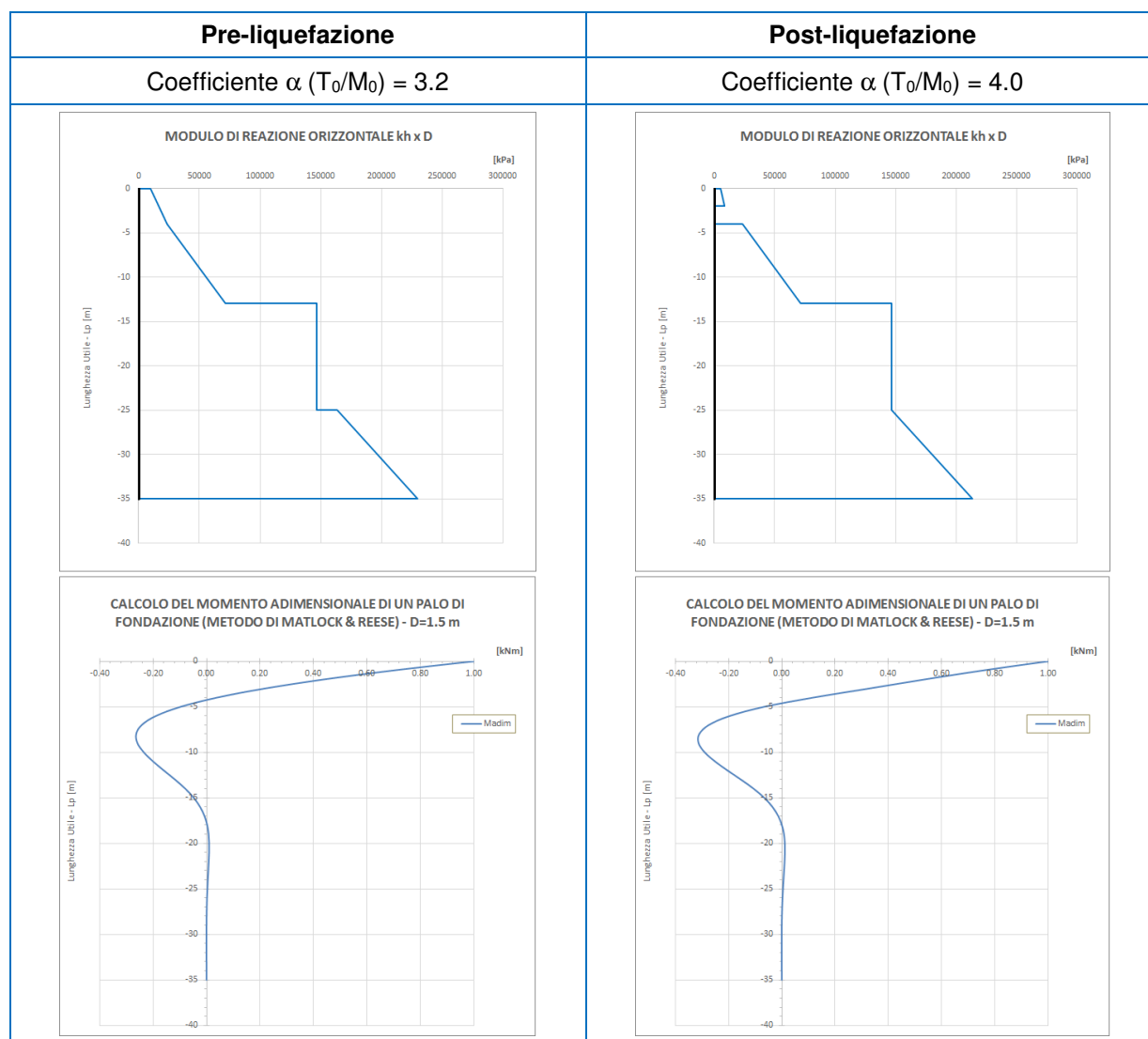


Figura 48. Palo $\phi 1500$ e $L_p=35m$ - Confronto tra moduli di reazione orizzontale e momento flettente

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 79 di 141

7.4.3 Cedimenti post-liquefazione

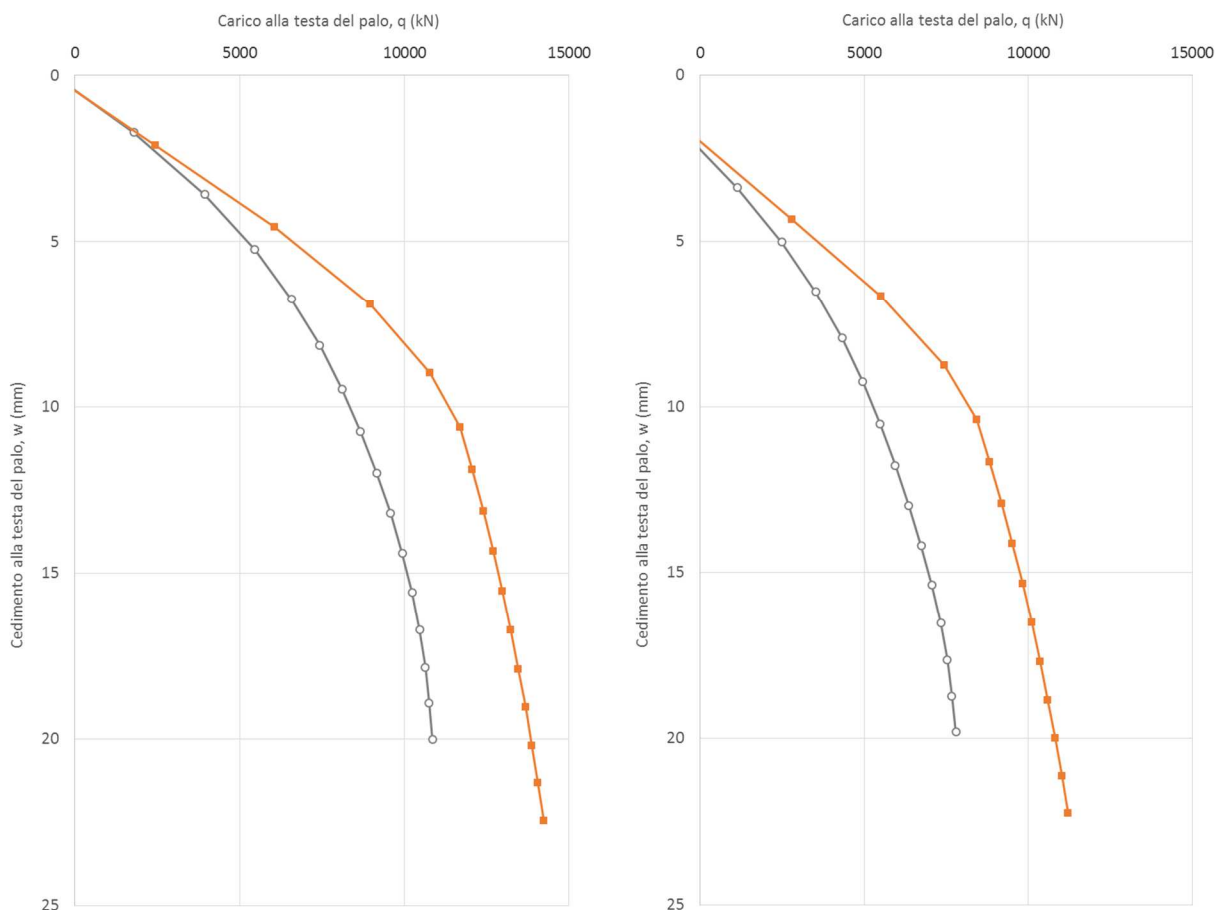
Come detto precedentemente, per effetto della consolidazione dovuta alla dissipazione delle sovrappressioni neutre sorte durante lo scuotimento (azione istantanea, comportamento non drenato del deposito di sabbia satura), il terreno subisce spostamenti. Qualora tali spostamenti risultassero superiori a quelli del palo, il terreno tenderà ad aggrapparsi al palo, inducendo uno spostamento superiore a quello che aveva in precedenza. Questo aumento di spostamento verrà tenuto in conto disegnando la curva carico-cedimento per il palo in condizioni di attrito negativo, iterando la procedura di calcolo del piano neutro (punto in cui lo spostamento del palo è superiore a quello del terreno e quindi punto di separazione tra azione laterale verso il basso e verso l'alto), e tenendo in conto l'aliquota di reazione laterale attritiva mobilitata (Q_{lat_mob}) e l'aliquota di portanza alla base mobilitata (Q_{base_mob}).

In particolare, una volta noti

- Diametro del palo
- Lunghezza del palo
- Andamento delle tensioni laterali τ_{lim} con la profondità
- Valore massimo di carico limite alla base q_{lim}
- Andamento dei cedimenti di post-liquefazione nel terreno

Con l'ausilio delle curve di trasferimento di letteratura si è proceduto al calcolo del cedimento del palo mediante le equazioni di equilibrio di ogni concio imponendo lo spostamento alla base del palo e controllando il delta di spostamento tra concio e terreno. In questo modo è possibile calcolare per equilibrio la coppia $Q_{testa}-W_{testa}$ per un dato cedimento alla base w_b . Iterando il procedimento per un numero adeguato di w_b è possibile ricavare la curva carico cedimento che tiene in conto dell'attrito negativo sviluppatosi.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO								
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 80 di 141			



Condizioni pre sisma – $\phi 1500$ L=40m

Condizioni post sisma – $\phi 1500$ L=40m

Figura 49. Curve carico cedimento: esempio dell'effetto dell'attrito negativo dovuto a cedimenti post-liquefazione

7.4.4 Analisi dei cedimento post-liquefazione sui viadotti

I calcoli sono eseguiti secondo quanto riportato in precedenza. Si vedano i commenti alla tipologia di analisi riportati al §7.3 - Analisi dei cedimenti.

Viadotto VI01

Ai fini del calcolo dei cedimenti vengono indicate in figura le verticali significative relative al primo tratto del viadotto VI01; tali verticali intercettano due zone distinte soggette a liquefazione e corrispondono ai sondaggi E15PZ ed E17DH.

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO									
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.		Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale				PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA		
				IF1M	0.0.E.ZZ	RG	GE.00.05.001	C	81 di 141		

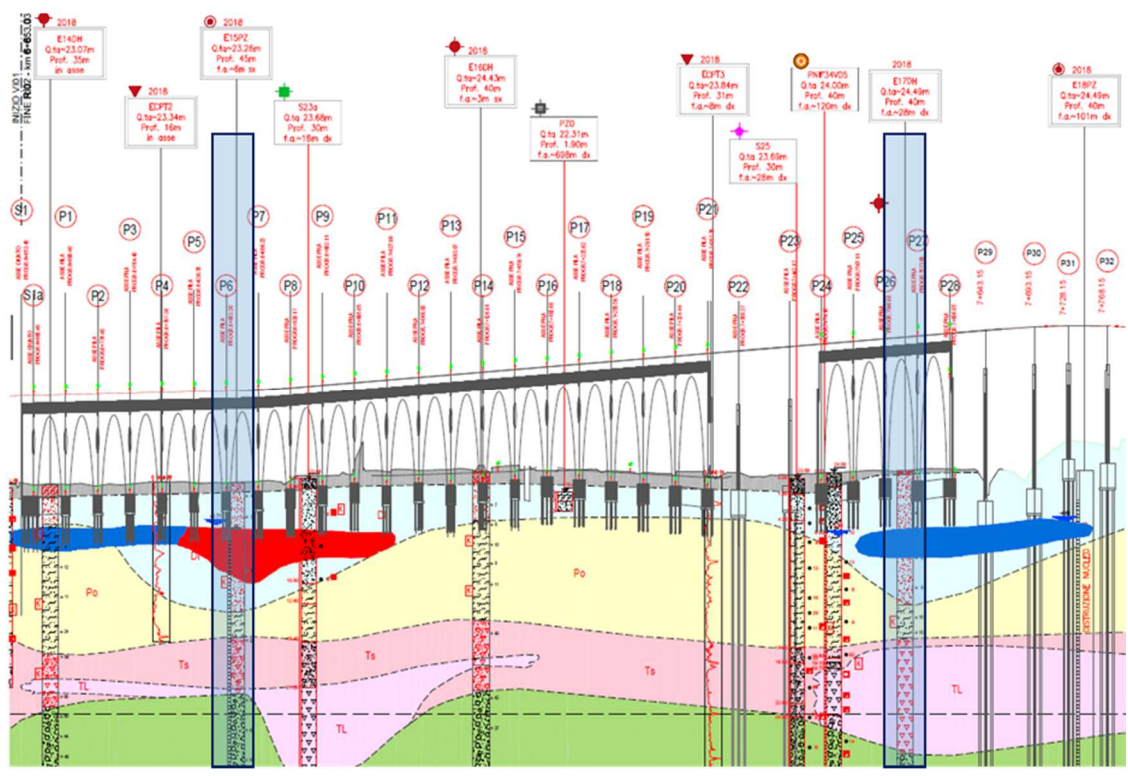


Figura 50. Viadotto VI01 - primo tratto, verticali di calcolo

Dati				Tokimatsu e seed, 1987				Idriss and Boulanger, 2008				Valore medio	
strato	z1	z2	(N1)60cs	Dw	w1	w2	tipo di spostamento	Dw	w1	w2	tipo di spostamento	w1	w2
	m	m		cm	cm	cm		cm	cm	cm		cm	cm
strato sup	0	4.3	-	0.0	15.3	15.3	spostamento rigido	0.0	23.1	23.1	spostamento rigido	19.2	19.2
1	4.3	8.5	7.6	12.6	15.3	2.7	ced. Post-liquefazione	18.2	23.1	4.9	ced. Post-liquefazione	19.2	3.8
2	8.5	9.5	9.7	2.5	2.7	0.2	ced. Post-liquefazione	3.8	4.9	1.1	ced. Post-liquefazione	3.8	0.6
3	9.5	11.5	14.4	0.2	0.2	0.0	ced. Post-liquefazione	1.1	1.1	0.0	ced. Post-liquefazione	0.6	0.0
4	11.5	13.5	32.3	0.0	0.0	0.0	nessun cedimento	0.0	0.0	0.0	nessun cedimento	0.0	0.0

Tabella 11. VI01 - Cedimenti, E15PZ

Dati				Tokimatsu e seed, 1987				Idriss and Boulanger, 2008				Valore medio	
strato	z1	z2	(N1)60cs	Dw	w1	w2	tipo di spostamento	Dw	w1	w2	tipo di spostamento	w1	w2
	m	m		cm	cm	cm		cm	cm	cm		cm	cm
strato sup	0	5.6	-	0.0	3.4	3.4	spostamento rigido	0.0	3.2	3.2	spostamento rigido	3.3	3.3
1	5.6	7	8.7	2.8	3.4	0.6	ced. Post-liquefazione	0.7	3.2	2.5	ced. Post-liquefazione	3.3	1.5
2	7	8.5	10.5	0.2	0.6	0.4	ced. Post-liquefazione	0.7	2.5	1.8	ced. Post-liquefazione	1.5	1.1
3	8.5	10	13.2	0.1	0.4	0.2	ced. Post-liquefazione	0.6	1.8	1.2	ced. Post-liquefazione	1.1	0.7
4	10	13	13.3	0.2	0.2	0.0	ced. Post-liquefazione	1.2	1.2	0.0	ced. Post-liquefazione	0.7	0.0

Tabella 12. VI01 - Cedimenti, E17DH

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014												
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE.00.05.001</td> <td>C</td> <td>82 di 141</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	RG	GE.00.05.001	C	82 di 141
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	RG	GE.00.05.001	C	82 di 141								

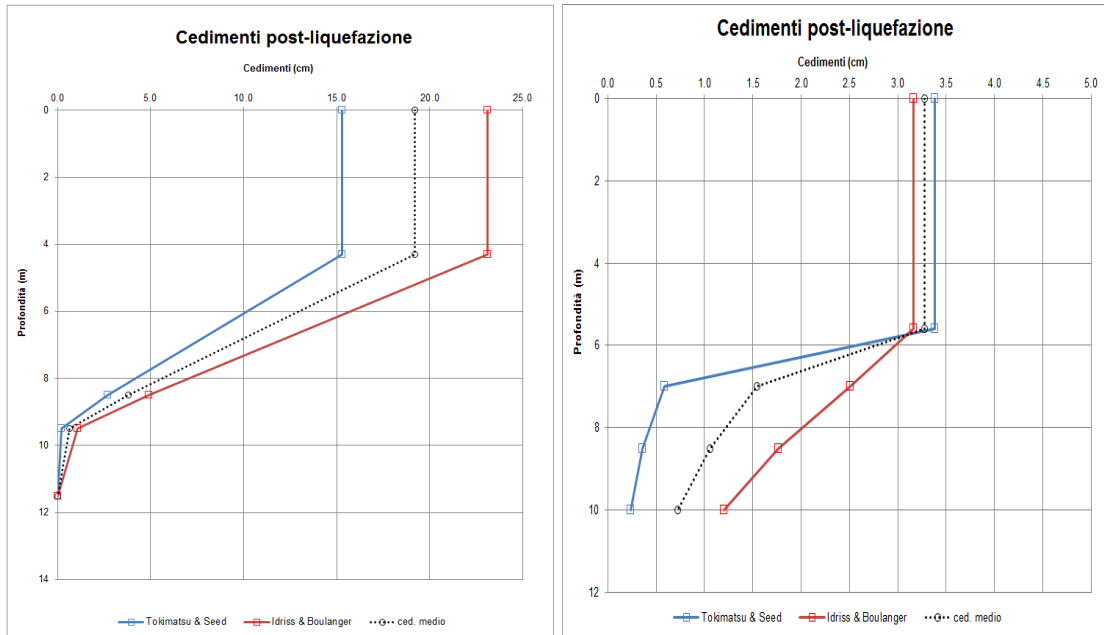


Figura 51. Vi01 - Andamento dei cedimenti, E15PZ (a) – E17DH (b)

I calcoli dei cedimenti nel secondo tratto del VI01, hanno riguardato i sondaggi E19, S26 ed E20DH.

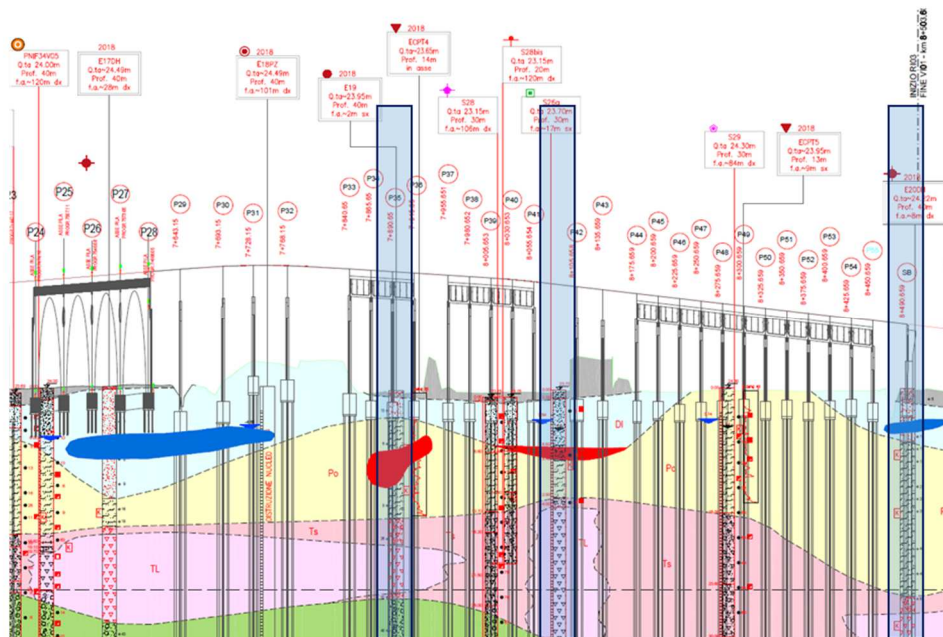


Figura 52. Viadotto VI01 - secondo tratto, verticali di calcolo

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ RG GE.00.05.001 C 83 di 141	

Dati				Tokimatsu e seed, 1987				Idriss and Boulanger, 2008				Valore medio	
strato	z1	z2	(N1)60cs	Dw	w1	w2	tipo di spostamento	Dw	w1	w2	tipo di spostamento	w1	w2
	m	m		cm	cm	cm		cm	cm	cm		cm	cm
strato sup	0	6	-	0.0	0.9	0.9	spostamento rigido	0.0	3.0	3.0	spostamento rigido	1.9	1.9
1	6	7.4	11.6	0.1	0.9	0.7	ced. Post-liquefazione	0.4	3.0	2.6	ced. Post-liquefazione	1.9	1.7
2	7.4	9.4	11.1	0.2	0.7	0.5	ced. Post-liquefazione	0.9	2.6	1.7	ced. Post-liquefazione	1.7	1.1
3	9.4	11.6	10.7	0.4	0.5	0.1	ced. Post-liquefazione	1.3	1.7	0.4	ced. Post-liquefazione	1.1	0.2
4	11.6	12.7	12.7	0.1	0.1	0.0	ced. Post-liquefazione	0.4	0.4	0.0	ced. Post-liquefazione	0.2	0.0

Tabella 13. VI01 - Cedimenti, E19

Dati				Tokimatsu e seed, 1987				Idriss and Boulanger, 2008				Valore medio	
strato	z1	z2	(N1)60cs	Dw	w1	w2	tipo di spostamento	Dw	w1	w2	tipo di spostamento	w1	w2
	m	m		cm	cm	cm		cm	cm	cm		cm	cm
strato sup	0	3.5	-	0.00	3.61	3.61	spostamento rigido	0.0	6.7	6.7	spostamento rigido	5.1	5.1
1	3.5	4.8	17.3	0.07	3.61	3.55	ced. Post-liquefazione	0.2	6.7	6.5	ced. Post-liquefazione	5.1	5.0
2	4.8	6.3	13.8	0.23	3.55	3.32	ced. Post-liquefazione	1.0	6.5	5.5	ced. Post-liquefazione	5.0	4.4
3	6.3	7.8	10.8	3.30	3.32	0.02	ced. Post-liquefazione	5.4	5.5	0.2	ced. Post-liquefazione	4.4	0.1
4	7.8	8.3	17.9	0.02	0.02	0.00	ced. Post-liquefazione	0.2	0.2	0.0	ced. Post-liquefazione	0.1	0.0

Tabella 14. VI01 - Cedimenti, S26

Dati				Tokimatsu e seed, 1987				Idriss and Boulanger, 2008				Valore medio	
strato	z1	z2	(N1)60cs	Dw	w1	w2	tipo di spostamento	Dw	w1	w2	tipo di spostamento	w1	w2
	m	m		cm	cm	cm		cm	cm	cm		cm	cm
strato sup	0	3.7	-	0.00	0.22	0.22	spostamento rigido	0.0	1.4	1.4	spostamento rigido	0.8	0.8
1	3.7	5	13.2	0.10	0.22	0.12	ced. Post-liquefazione	0.5	1.4	0.9	ced. Post-liquefazione	0.8	0.5
2	5	6.5	18.5	0.02	0.12	0.11	ced. Post-liquefazione	0.3	0.9	0.6	ced. Post-liquefazione	0.5	0.3
3	6.5	8	18.6	0.08	0.11	0.03	ced. Post-liquefazione	0.4	0.6	0.2	ced. Post-liquefazione	0.3	0.1
4	8	8.5	18.2	0.03	0.03	0.00	ced. Post-liquefazione	0.2	0.2	0.0	ced. Post-liquefazione	0.1	0.0

Tabella 15. VI01 - Cedimenti, E20DH

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014												
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE.00.05.001</td> <td>C</td> <td>84 di 141</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	RG	GE.00.05.001	C	84 di 141
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	RG	GE.00.05.001	C	84 di 141								
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale													

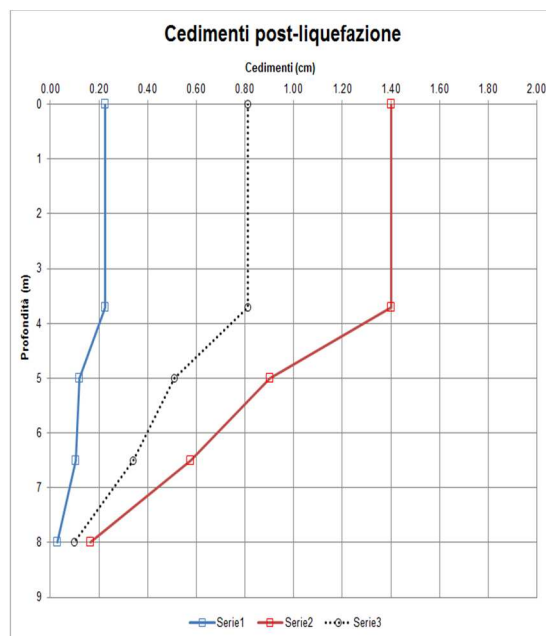
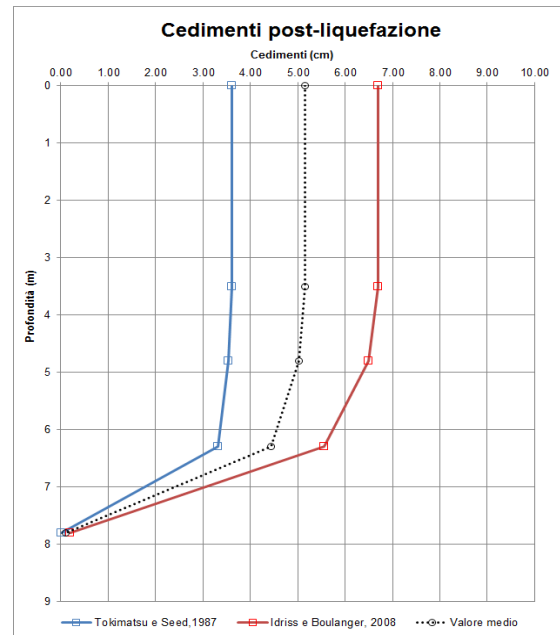
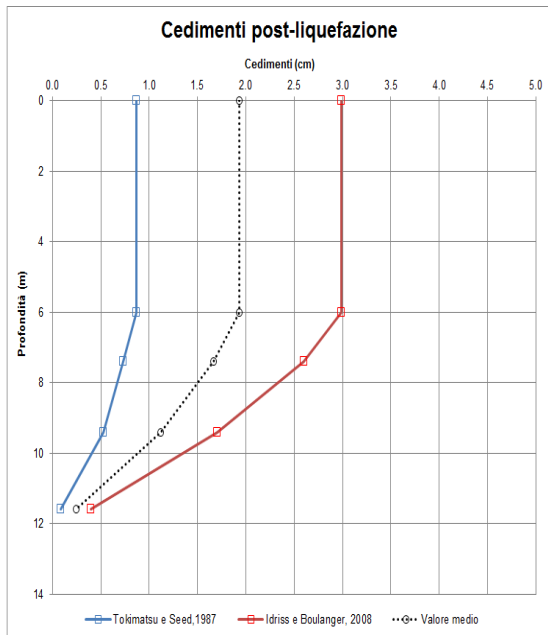


Figura 53. VI01 - Andamento dei cedimenti, E19 - S26 - E20DH

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.	Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ RG GE.00.05.001 C 85 di 141	

Viadotto VI02

Le prove SPT che hanno contribuito al calcolo dei cedimenti per il viadotto VI02 sono quelle relative ai sondaggi E23DH, S36, S40.

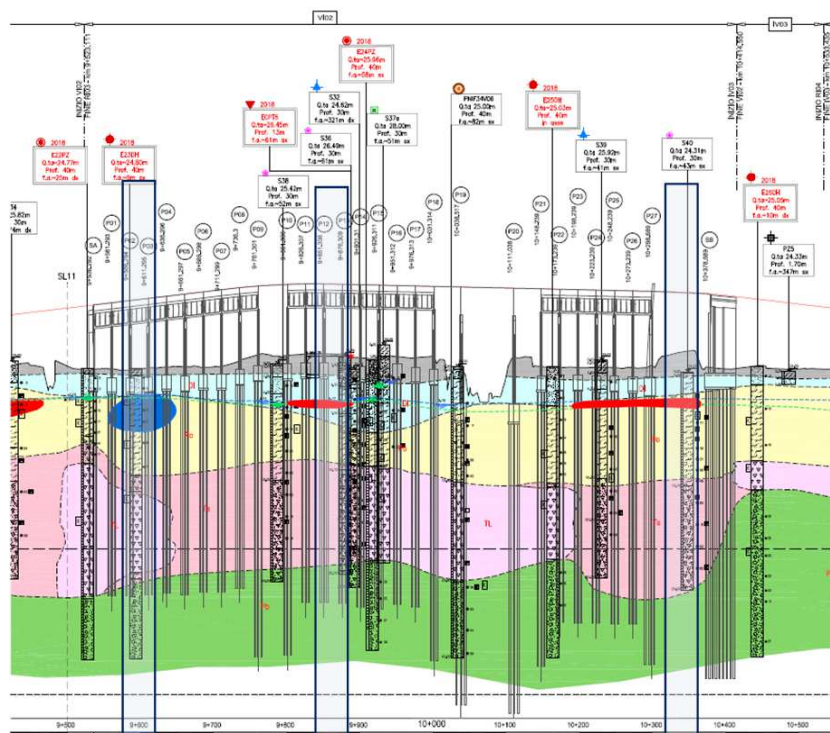


Figura 54. Viadotto VI02, verticali di calcolo

Dati				Tokimatsu e seed, 1987				Idriss and Boulanger, 2008				Valore medio	
strato	z1	z2	(N1)60cs	Dw	w1	w2	tipo di spostamento	Dw	w1	w2	tipo di spostamento	w1	w2
	m	m		cm	cm	cm		cm	cm	cm		cm	
strato sup	0	3.6	-	0.0	1.5	1.5	spostamento rigido	0.0	4.7	4.7	spostamento rigido	3.1	3.1
1	3.6	6.6	13.1	0.5	1.5	1.0	ced. Post-liquefazione	2.1	4.7	2.6	ced. Post-liquefazione	3.1	1.8
2	6.6	8.6	12.2	1.0	1.0	0.0	ced. Post-liquefazione	2.6	2.6	0.0	ced. Post-liquefazione	1.8	0.0
3	8.6	11	40.7	0.0	0.0	0.0	nessun cedimento	0.0	0.0	0.0	nessun cedimento	0.0	0.0
4	11	17	74.6	0.0	0.0	0.0	nessun cedimento	0.0	0.0	0.0	nessun cedimento	0.0	0.0

Tabella 16. VI02 - Cedimenti, E23DH

Dati				Tokimatsu e seed, 1987				Idriss and Boulanger, 2008				Valore medio	
strato	z1	z2	(N1)60cs	Dw	w1	w2	tipo di spostamento	Dw	w1	w2	tipo di spostamento	w1	w2
	m	m		cm	cm	cm		cm	cm	cm		cm	
strato sup	0	6.1	-	0.0	0.2	0.2	spostamento rigido	0.0	0.9	0.9	spostamento rigido	0.6	0.6
1	6.1	7.6	10.4	0.2	0.2	0.1	ced. Post-liquefazione	0.6	0.9	0.3	ced. Post-liquefazione	0.6	0.2
2	7.6	9.1	15.8	0.1	0.1	0.0	ced. Post-liquefazione	0.3	0.3	0.0	ced. Post-liquefazione	0.2	0.0
3	9.1	12.1	25.9	0.0	0.0	0.0	nessun cedimento	0.0	0.0	0.0	nessun cedimento	0.0	0.0

Tabella 17. VI02 - Cedimenti, S36

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.			
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 86 di 141

Dati				Tokimatsu e seed, 1987				Idriss and Boulanger, 2008				Valore medio	
strato	z1	z2	(N1)60cs	Dw	w1	w2	tipo di spostamento	Dw	w1	w2	tipo di spostamento	w1	w2
	m	m		cm	cm	cm		cm	cm	cm		cm	cm
strato sup	0	3.7	-	0.0	0.9	0.9	spostamento rigido	0.0	3.4	3.4	spostamento rigido	2.1	2.1
1	3.7	5.5	10.8	0.5	0.9	0.5	ced. Post-liquefazione	1.2	3.4	2.2	ced. Post-liquefazione	2.1	1.3
2	5.5	9	15.7	0.4	0.5	0.1	ced. Post-liquefazione	1.6	2.2	0.6	ced. Post-liquefazione	1.3	0.3
3	9	11	19.0	0.1	0.1	0.0	ced. Post-liquefazione	0.6	0.6	0.0	ced. Post-liquefazione	0.3	0.0
4	11	13	30.4	0.0	0.0	0.0	nessun cedimento	0.0	0.0	0.0	nessun cedimento	0.0	0.0

Tabella 18. VI02 - Cedimenti, S40

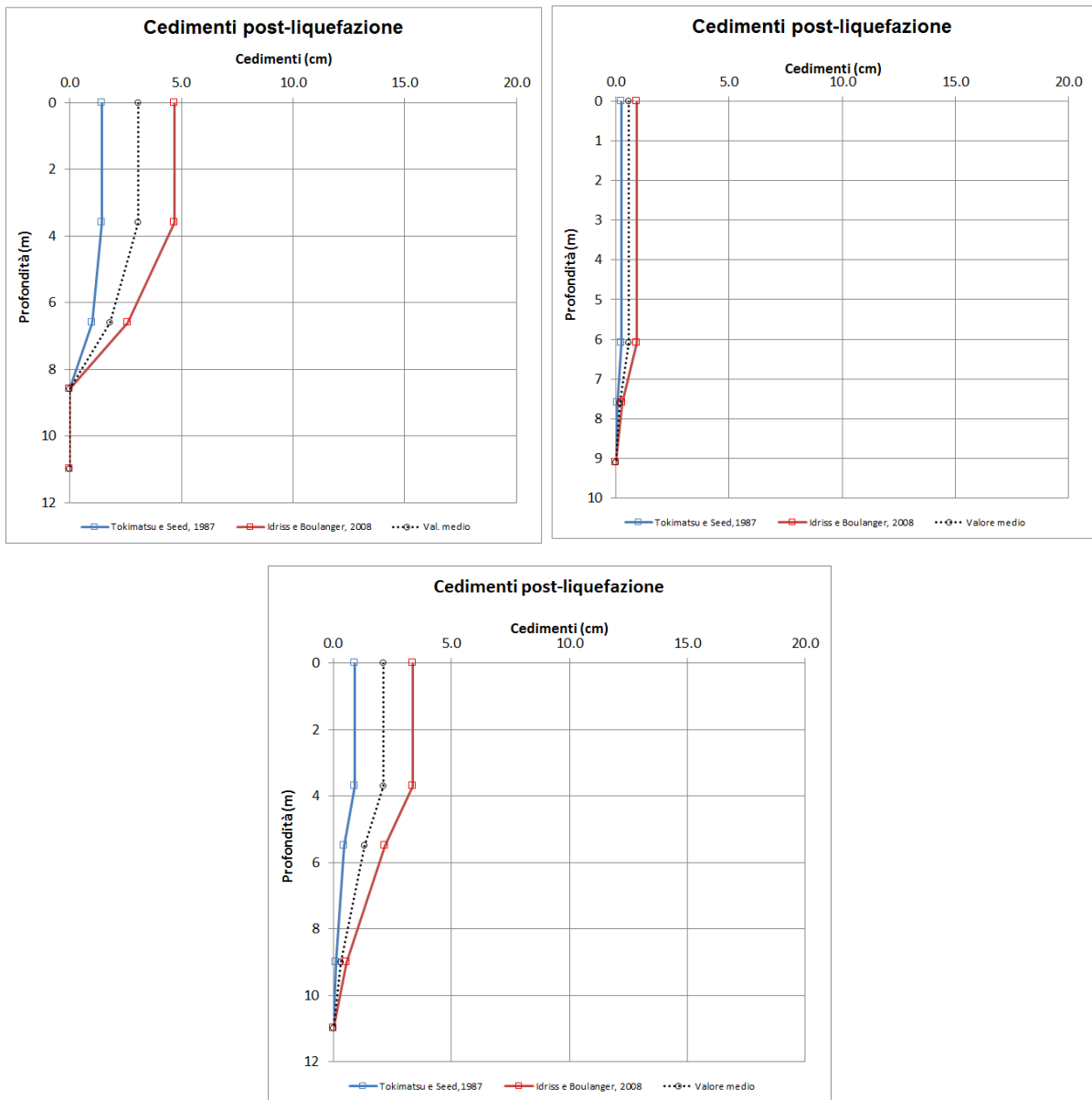


Figura 55. VI02 - Andamento dei cedimenti, E23DH – S36 - S40

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.	Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 87 di 141

Viadotto VI03

La totalità dei sondaggi ubicati in corrispondenza del viadotto VI03 ha individuato la presenza di un'unica zona soggetta a liquefazione estesa lungo tutto lo sviluppo dell'opera. Per il calcolo dei cedimenti le verticali significative sono quelle relative ai sondaggi S47, E29, E30DH.

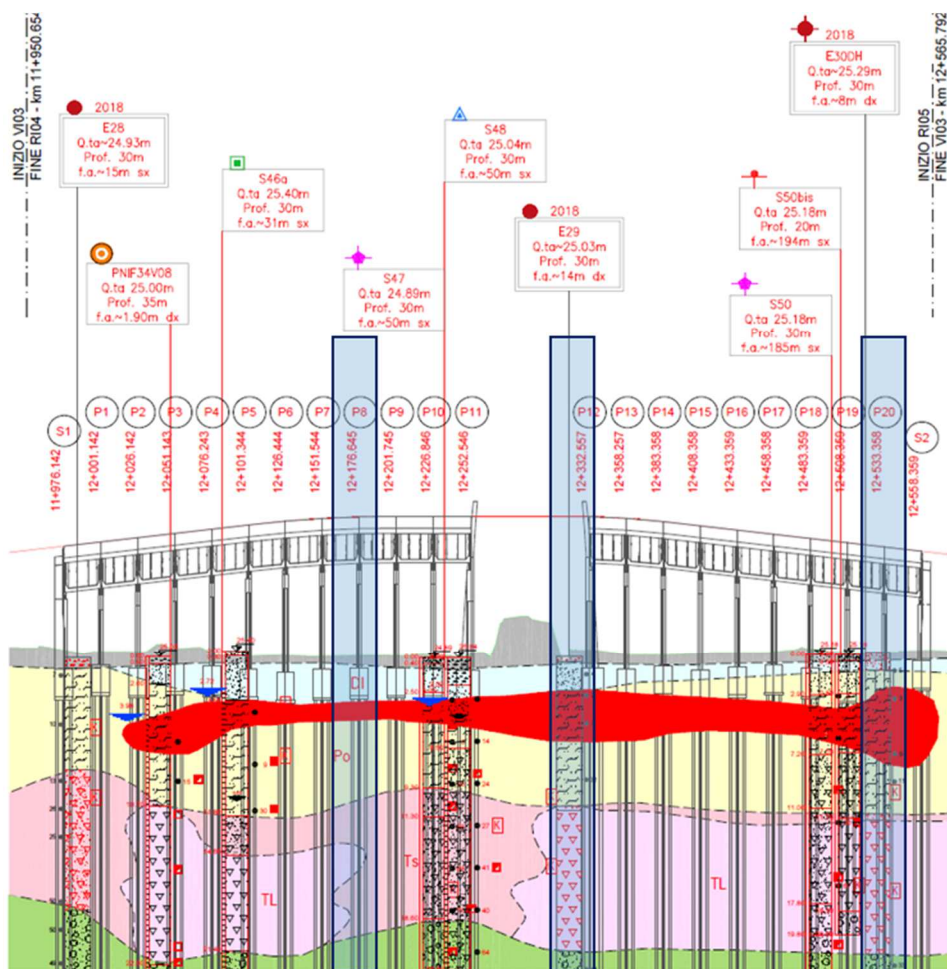


Figura 56. Viadotto VI03, verticali di calcolo

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ RG GE.00.05.001 C 88 di 141	

Dati				Tokimatsu e seed, 1987				Idriss and Boulanger, 2008				Valore medio	
strato	z1	z2	(N1)60cs	Dw	w1	w2	tipo di spostamento	Dw	w1	w2	tipo di spostamento	w1	w2
	m	m		cm	cm	cm		cm	cm	cm		cm	cm
strato sup	0	2.9	-	0.0	8.4	8.4	spostamento rigido	0.0	7.8	7.8	spostamento rigido	8.1	8.1
1	2.9	4.4	9.3	3.0	8.4	5.4	ced. Post-liquefazione	1.1	7.8	6.7	ced. Post-liquefazione	8.1	6.1
2	4.4	7.4	12.0	5.4	5.4	0.0	ced. Post-liquefazione	6.7	6.7	0.0	ced. Post-liquefazione	6.1	0.0
3	7.4	10.4	35.0	0.0	0.0	0.0	nessun cedimento	0.0	0.0	0.0	nessun cedimento	0.0	0.0

Tabella 19. VI03 - Cedimenti, S47

Dati				Tokimatsu e seed, 1987				Idriss and Boulanger, 2008				Valore medio	
strato	z1	z2	(N1)60cs	Dw	w1	w2	tipo di spostamento	Dw	w1	w2	tipo di spostamento	w1	w2
	m	m		cm	cm	cm		cm	cm	cm		cm	cm
strato sup	0	3	-	0.0	0.4	0.4	spostamento rigido	0.0	3.9	3.9	spostamento rigido	2.1	2.1
1	3	4	9.8	0.2	0.4	0.2	ced. Post-liquefazione	0.5	3.9	3.3	ced. Post-liquefazione	2.1	1.8
2	4	7.5	17.1	0.2	0.2	0.0	ced. Post-liquefazione	1.3	3.3	2.1	ced. Post-liquefazione	1.8	1.0
3	7.5	11.5	17.5	0.0	0.0	0.0	nessun cedimento	2.1	2.1	0.0	ced. Post-liquefazione	1.0	0.0

Tabella 20. VI03 - Cedimenti, E29

Dati				Tokimatsu e seed, 1987				Idriss and Boulanger, 2008				Valore medio	
strato	z1	z2	(N1)60cs	Dw	w1	w2	tipo di spostamento	Dw	w1	w2	tipo di spostamento	w1	w2
	m	m		cm	cm	cm		cm	cm	cm		cm	cm
strato sup	0	3	-	0.0	2.4	2.4	spostamento rigido	0.0	5.8	5.8	spostamento rigido	4.1	4.1
1	3	4.8	10.0	1.8	2.4	0.6	ced. Post-liquefazione	1.6	5.8	4.2	ced. Post-liquefazione	4.1	2.4
2	4.8	8.5	15.9	0.6	0.6	0.0	ced. Post-liquefazione	2.5	4.2	1.7	ced. Post-liquefazione	2.4	0.9
3	8.5	11.5	17.9	0.0	0.0	0.0	nessun cedimento	1.7	1.7	0.0	ced. Post-liquefazione	0.9	0.0

Tabella 21. VI03 - Cedimenti, E30DH

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 89 di 141
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale								

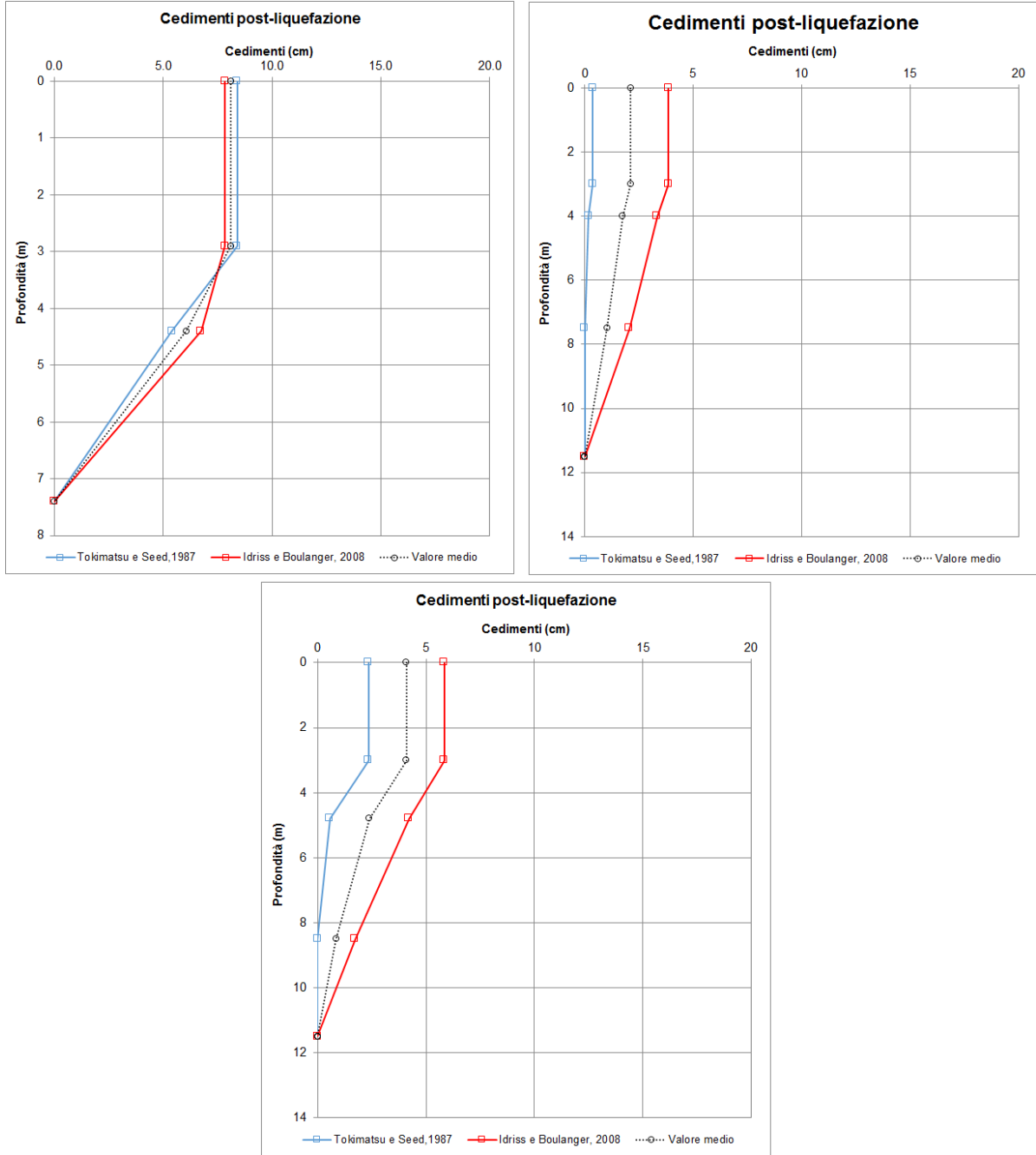


Figura 57. VI03 - Andamento dei cedimenti, S47, E29, E30DH

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO						
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.	Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA		
	IF1M	0.0.E.ZZ	RG	GE.00.05.001	C	90 di 141		

Viadotto VI04

Le verticali analizzate per il viadotto VI04 interessano una stessa zona soggetta a liquefazione, corrispondono ai sondaggi S52 ed E32PZ indicati in figura:

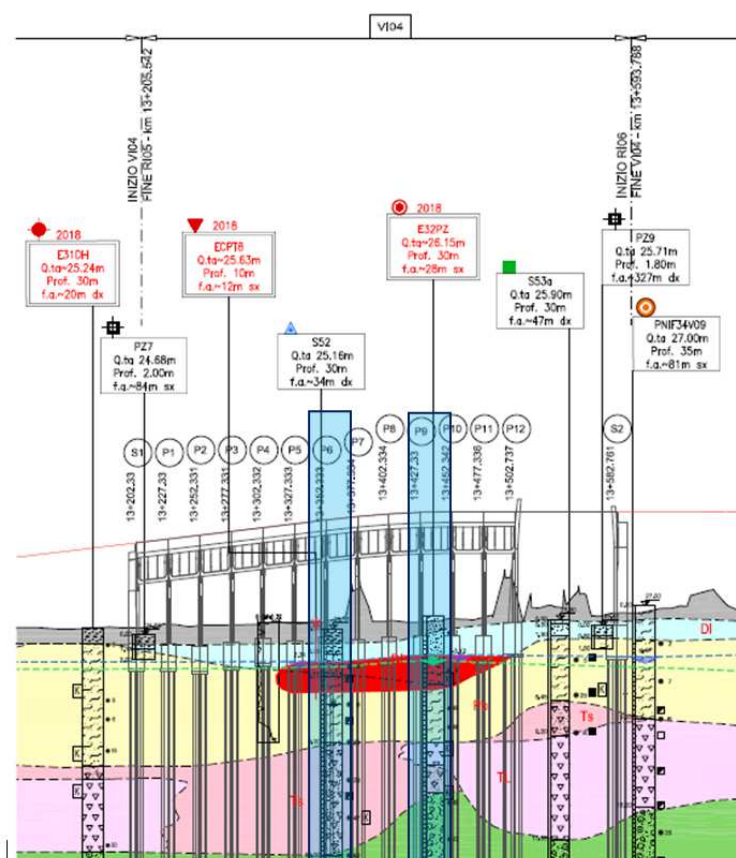


Figura 58. Viadotto VI04, verticali di calcolo

Dati				Tokimatsu e seed, 1987				Idriss and Boulanger, 2008				Valore medio	
strato	z1	z2	(N1)60cs	Dw	w1	w2	tipo di spostamento	Dw	w1	w2	tipo di spostamento	w1	w2
	m	m		cm	cm	cm		cm	cm	cm		cm	cm
strato sup	0	3	-	0.0	1.0	1.0	spostamento rigido	0.0	4.1	4.1	spostamento rigido	2.5	2.5
1	3	4	11.2	0.2	1.0	0.8	ced. Post-liquefazione	0.6	4.1	3.5	ced. Post-liquefazione	2.5	2.1
2	4	9	15.5	0.8	0.8	0.0	ced. Post-liquefazione	3.5	3.5	0.0	ced. Post-liquefazione	2.1	0.0
3	9	11	29.2	0.0	0.0	0.0	nessun cedimento	0.0	0.0	0.0	nessun cedimento	0.0	0.0

Tabella 22. VI04 - Cedimenti, S52

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ RG GE.00.05.001 C 91 di 141
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	

Dati				Tokimatsu e seed, 1987				Idriss and Boulanger, 2008				Valore medio	
strato	z1	z2	(N1) _{60cs}	Dw	w1	w2	tipo di spostamento	Dw	w1	w2	tipo di spostamento	w1	w2
	m	m		cm	cm	cm		cm	cm	cm		cm	
strato sup	0	3	-	0.0	2.6	2.6	spostamento rigido	0.0	3.2	3.2	spostamento rigido	2.9	2.9
1	3	5.6	11.0	2.6	2.6	0.0	ced. Post-liquefazione	3.2	3.2	0.0	ced. Post-liquefazione	2.9	0.0

Tabella 23. VI04 - Cedimenti, E32PZ

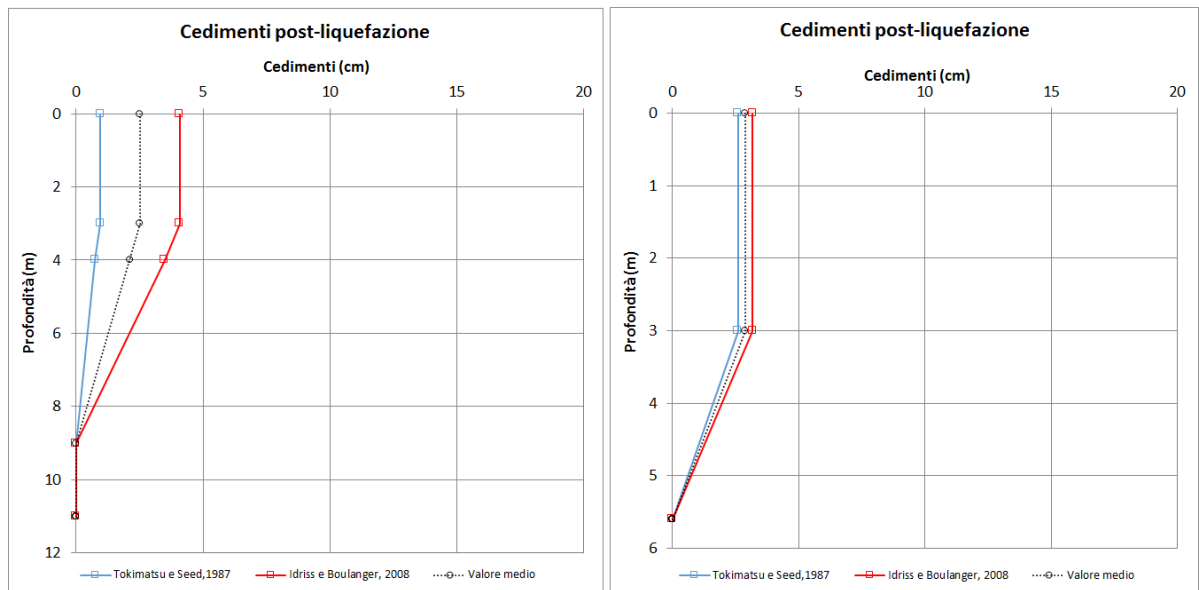


Figura 59. Andamento dei cedimenti S52 - E32PZ

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 92 di 141

8 CONCLUSIONI

Il presente documento ha sviluppato gli aspetti sismici relativi alla prima tratta della linea ferroviaria AV/AC Napoli-Bari.

Il tracciato attraversa Casoria, Casalnuovo, Afragola, Caivano e Acerra, comuni facenti parte della Città Metropolitana di Napoli, in zona a sismicità media.

Sulla base degli elementi di sismicità riportati in relazione geologica, è stata sviluppata una caratterizzazione sismica che ha integrato quella effettuata nelle precedenti fasi progettuali. Sono stati analizzati i dati delle prove DH e caratterizzate le unità e definendo le $V_{s,30}$ che hanno confermato la classe stratigrafica definita in PD. Sono stati definiti gli spettri di progetto ed è stata integrata l'analisi del potenziale di liquefazione effettuata in PD, integrandola con i dati della campagna di PE. Infine sono stati affrontati i possibili effetti legati al fenomeno della liquefazione, andando così a definire elementi progettuali che integreranno le verifiche delle opere e gli interventi di mitigazione.

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	RG	GE.00.05.001	C 93 di 141

9 ALLEGATI

9.1 ANALISI DI DISAGGREGAZIONE

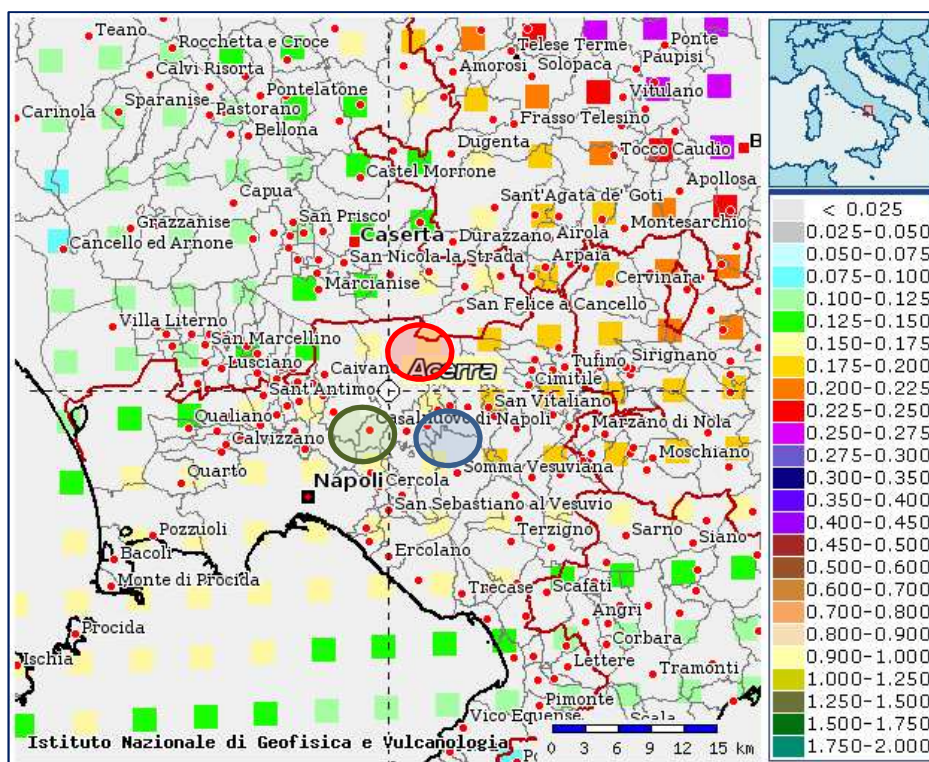
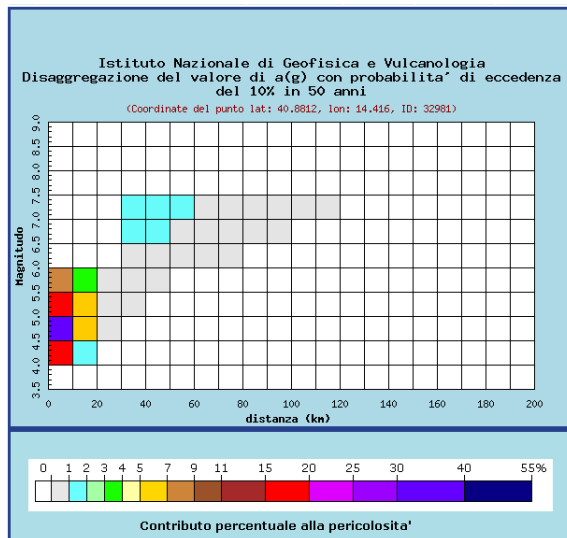


Figura 60. Zone di analisi (1-Zona Blu; 2-Zona verde; 3-Zona rossa)

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ RG GE.00.05.001 C 94 di 141

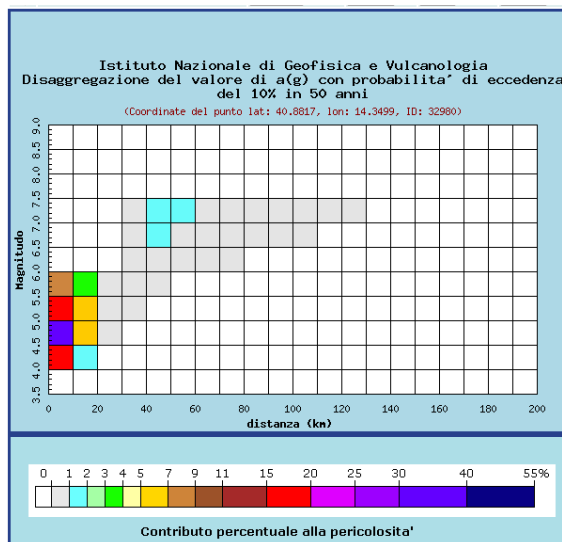
9.1.1 Zona Blu



Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni <small>(Coordinate del punto lat: 40.8812, lon: 14.416, ID: 32981)</small>										
	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	1.080

9.1.2 Zona Verde

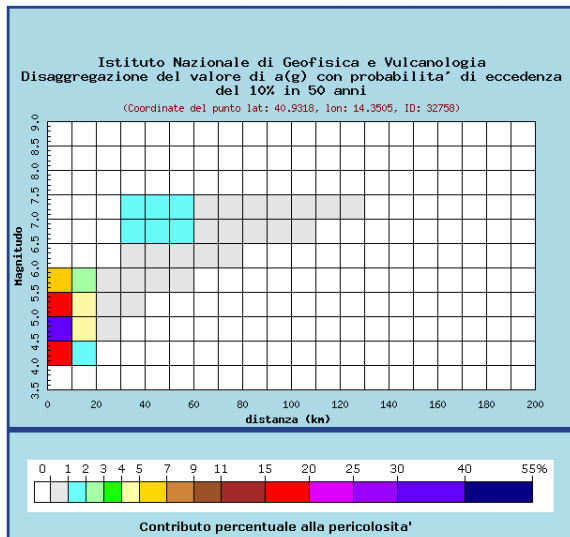


Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni <small>(Coordinate del punto lat: 40.8817, lon: 14.3499, ID: 32980)</small>										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	16.600	31.800	18.700	7.260	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	1.450	5.160	5.730	3.470	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.000	0.066	0.435	0.473	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.000	0.010	0.109	0.192	0.386	0.384	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.048	0.515	1.310	1.460	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.199	0.924	1.230	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.030	0.501	0.831	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.157	0.331	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.042	0.139	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.056	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.017	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	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
5.100	10.600	1.040

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	PROGETTO Relazione sismica generale	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 95 di 141

9.1.3 Zona Rossa



Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 40.9318, lon: 14.3505, ID: 32758)										
	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	16.600	31.100	17.800	6.710	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	1.210	4.330	4.810	2.910	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.000	0.099	0.556	0.576	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.000	0.020	0.316	0.783	1.460	1.380	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.081	0.719	1.750	1.920	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.260	1.110	1.440	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.042	0.527	0.812	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.170	0.312	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.051	0.141	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	0.058	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.021	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	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
5.170	11.900	1.010

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.	Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ RG GE.00.05.001 C 96 di 141	

9.2 ANALISI DI ESCLUSIONE DELLA VERIFICA A LIQUEFAZIONE

SONDAGGIO	Prof [m]	Falda [m]	FACIES	Granulometria	N'spt(60)	Verifica NSPT	Verifica granulom.	Verifica falda	Verifica liquefazione
E1PZ	2,23	4,00	DI	Ghiaie e sabbie	18	SI	SI	SI	NECESSARIA
E1PZ	4,23	4,00	Po	Ghiaie e sabbie	2	SI	SI	SI	NECESSARIA
E1PZ	6,83	4,00	Po	Sabbia con limo	3	SI	SI	SI	NECESSARIA
E1PZ	10,23	4,00	Po	Ghiaia con sabbia	33	NO	NO	SI	
E1PZ	12,23	4,00	Po	Sabbia e ghiaia	26	SI	SI	SI	NECESSARIA
E1PZ	14,23	4,00	Po	Sabbia e ghiaia	23	SI	SI	SI	NECESSARIA
E1PZ	16,23	4,00	Po	Limo con sabbia e ghiaia	22	SI	SI	SI	NECESSARIA
E1PZ	18,23	4,00	Po	Limo con sabbia e ghiaia	18	SI	SI	SI	NECESSARIA
E1PZ	20,23	4,00	Po	Limo con sabbia e ghiaia	24	SI	SI	SI	NECESSARIA
E1PZ	23,73	4,00	Po	Limo con sabbia e ghiaia	18	SI	SI	SI	NECESSARIA
E1PZ	27,03	4,00	Po	Limo con sabbia e ghiaia	21	SI	SI	SI	NECESSARIA
E2DH	4,73	8,60	DI	Piroclastite a granulometria sabbiosa-ghiaiosa debolmente limosa	3	SI	SI	SI	NECESSARIA
E2DH	7,73	8,60	DI	Piroclastite a granulometria sabbiosa-ghiaiosa debolmente limosa	9	SI	SI	SI	NECESSARIA
E2DH	14,73	8,60	Po	Piroclastite a granulometria sabbiosa-ghiaiosa debolmente limosa	10	SI	SI	SI	NECESSARIA
E2DH	21,23	8,60	Po	Piroclastite a granulometria sabbiosa-ghiaiosa debolmente limosa	10	SI	SI	SI	NECESSARIA
E2DH	23,83	8,60	Po	Piroclastite a granulometria sabbiosa-limosa debolmente ghiaiosa	15	SI	SI	SI	NECESSARIA
E2DH	26,53	8,60	Po	Piroclastite a granulometria sabbiosa-limosa debolmente ghiaiosa	25	SI	SI	SI	NECESSARIA
E2DH	29,23	8,60	Po	Piroclastite a granulometria sabbiosa-ghiaiosa debolmente limosa	15	SI	SI	SI	NECESSARIA
E5PZ	1,73	19,40	Po	Piroclastite a granulometria sabbioso-limosa	9	SI	SI	NO	
E5PZ	4,73	19,40	Po	Piroclastite a granulometria sabbioso-limosa	10	SI	SI	NO	
E5PZ	7,73	19,40	Po	Piroclastite a granulometria sabbiosa-ghiaiosa debolmente limosa	10	SI	SI	NO	
E5PZ	10,43	19,40	Po	Piroclastite a granulometria sabbioso-ghiaiosa	15	SI	SI	NO	
E5PZ	13,73	19,40	Po	Piroclastite a granulometria sabbioso-ghiaiosa	25	SI	SI	NO	
E5PZ	17,53	19,40	Pb	Piroclastite a granulometria ghiaiosa-sabbiosa debolmente limosa	22	SI	SI	NO	
E5PZ	21,93	19,40	Pb	Piroclastite a granulometria ghiaiosa-sabbiosa debolmente limosa	20	SI	SI	NO	
E5PZ	26,93	19,40	Pb	Piroclastite a granulometria ghiaiosa-sabbiosa debolmente limosa	22	SI	SI	NO	
E5PZ	28,93	19,40	Pb	Piroclastite a granulometria sabbiosa-ghiaiosa debolmente limosa	20	SI	SI	NO	
E5PZ	30,73	19,40	Pb	Piroclastite a granulometria sabbiosa-ghiaiosa debolmente limosa	14	SI	SI	NO	
E7	2,43	28,50	Po	Piroclastite a granulometria sabbioso-ghiaiosa	12	SI	SI	NO	
E7	4,73	28,50	Po	Piroclastite a granulometria sabbioso-ghiaiosa	15	SI	SI	NO	
E7	7,23	28,50	Po	Piroclastite a granulometria sabbiosa-limosa	19	SI	SI	NO	
E7	10,73	28,50	Po	Piroclastite a granulometria sabbiosa-limosa	11	SI	SI	NO	
E7	13,73	28,50	Po	Piroclastite a granulometria sabbiosa-ghiaiosa	26	SI	SI	NO	
E7	21,23	28,50	Pb	Piroclastite a granulometria sabbiosa-limosa	22	SI	SI	NO	
E7	24,23	28,50	Pb	Piroclastite a granulometria sabbiosa-limosa	23	SI	SI	NO	
E7	28,23	28,50	Pb	Piroclastite a granulometria sabbiosa-limosa	13	SI	SI	NO	
E8DH	1,73	25,75	Po	Piroclastite sabbiosa-limosa	9	SI	SI	NO	
E8DH	4,73	25,75	Po	Piroclastite sabbiosa debolmente limosa	22	SI	SI	NO	
E8DH	6,23	25,75	Po	Piroclastite sabbiosa debolmente limosa	21	SI	SI	NO	
E8DH	7,73	25,75	Po	Piroclastite limosa debolmente sabbiosa	8	SI	SI	NO	
E8DH	10,73	25,75	Po	Tufo litoide alterato, ghiaia con ciottoli, sabbia debolmente limosa	42	NO	NO	NO	
E8DH	27,23	25,75	Pb	Piroclastite sabbiosa-limosa con ghiaia	22	SI	SI	NO	
E8DH	30,23	25,75	Pb	Piroclastite sabbiosa-limosa con ghiaia	100	NO	NO	NO	
E9	2,23	12,00	Po	Piroclastite a granulometria sabbiosa-ghiaiosa debolmente limosa	4	SI	SI	SI	NECESSARIA
E9	4,73	12,00	Po	Piroclastite a granulometria sabbiosa-limosa	7	SI	SI	SI	NECESSARIA
E9	6,23	12,00	Po	Piroclastite a granulometria sabbiosa-ghiaiosa debolmente limosa	6	SI	SI	SI	NECESSARIA
E9	7,73	12,00	Po	Piroclastite a granulometria sabbiosa-ghiaiosa debolmente limosa	19	SI	SI	SI	NECESSARIA
E9	10,73	12,00	Po	Piroclastite a granulometria sabbiosa-ghiaiosa debolmente limosa	3	SI	SI	SI	NECESSARIA
E9	12,23	12,00	Po	Piroclastite a granulometria sabbiosa-ghiaiosa debolmente limosa	3	SI	SI	SI	NECESSARIA
E9	13,73	12,00	Po	Piroclastite a granulometria sabbiosa-ghiaiosa debolmente limosa	13	SI	SI	SI	NECESSARIA
E9	15,23	12,00	Po	Tufo litoide altamente alterato	30	SI	SI	SI	NECESSARIA
E10PZ	2,83	9,00	Po	Limo sabbioso con ghiaia	7	SI	SI	SI	NECESSARIA
E10PZ	5,03	9,00	Po	Limo sabbioso con ghiaia	12	SI	SI	SI	NECESSARIA
E10PZ	7,23	9,00	Po	Limo sabbioso con ghiaia	6	SI	SI	SI	NECESSARIA
E10PZ	10,23	9,00	Po	Limo sabbioso debolmente argilloso	6	SI	SI	SI	NECESSARIA
E10PZ	12,73	9,00	Po	Limo sabbioso debolmente argilloso	9	SI	SI	SI	NECESSARIA
E10PZ	14,73	9,00	Po	Limo sabbioso debolmente argilloso	11	SI	SI	SI	NECESSARIA
E10PZ	16,73	9,00	Po	Limo sabbioso debolmente argilloso	14	SI	SI	SI	NECESSARIA
E10PZ	33,83	9,00	Pb	Sabbia debolmente limosa	20	SI	SI	SI	NECESSARIA
E10PZ	35,83	9,00	Pb	Sabbia debolmente limosa	21	SI	SI	SI	NECESSARIA
E10PZ	38,23	9,00	Pb	Sabbia debolmente limosa	19	SI	SI	SI	NECESSARIA

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.	Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ RG GE.00.05.001 C 97 di 141	

SONDAGGIO	Prof [m]	Falda [m]	FACIES	Granulometria	N'spt(60)	Verifica NSPT	Verifica granulom.	Verifica falda	Verifica liquefazione
E12DH	1,73	3,50	DI	Limo con sabbia	5	SI	SI	SI	NECESSARIA
E12DH	3,23	3,50	DI	Limo con sabbia	4	SI	SI	SI	NECESSARIA
E12DH	5,23	3,50	DI	Sabbia e ghiaia con limo	2	SI	SI	SI	NECESSARIA
E12DH	7,23	3,50	DI	Limo con sabbia	2	SI	SI	SI	NECESSARIA
E12DH	9,23	3,50	Po	Ghiaia e sabbia	9	SI	SI	SI	NECESSARIA
E12DH	11,23	3,50	Po	Limo con sabbia	7	SI	SI	SI	NECESSARIA
E12DH	13,23	3,50	Po	Limo con sabbia	6	SI	SI	SI	NECESSARIA
E12DH	16,73	3,50	Po	Limo con sabbia	20	SI	SI	SI	NECESSARIA
E12DH	21,23	3,50	Pb	Sabbia e ghiaia debolmente limosa	33	NO		SI	
E12DH	24,23	3,50	Pb	Sabbia e limo debolmente ghiaioso	29	SI	SI	SI	NECESSARIA
E12DH	26,23	3,50	Pb	Sabbia e limo debolmente ghiaioso	27	SI	SI	SI	NECESSARIA
E12DH	28,83	3,50	Pb	Sabbia e ghiaia limosa	19	SI	SI	SI	NECESSARIA
E12DH	32,23	3,50	Pb	Sabbia e ghiaia limosa	27	SI	SI	SI	NECESSARIA
E12DH	35,23	3,50	Pb	Sabbia e ghiaia limosa	26	SI	SI	SI	NECESSARIA
E12DH	37,23	3,50	Pb	Sabbia e ghiaia	28	SI	SI	SI	NECESSARIA
E13PZ	2,73	3,30	DI	Sabbia e ghiaia con limo	4	SI	SI	SI	NECESSARIA
E13PZ	4,73	3,30	DI	Limo con sabbia	7	SI	SI	SI	NECESSARIA
E13PZ	6,83	3,30	Po	Ghiaia e sabbia	2	SI	SI	SI	NECESSARIA
E13PZ	8,83	3,30	Po	Limo con sabbia	2	SI	SI	SI	NECESSARIA
E13PZ	15,23	3,30	Ts	Sabbia e limo debolmente ghiaioso	4	SI	SI	SI	NECESSARIA
E13PZ	17,23	3,30	Ts	Sabbia e limo debolmente ghiaioso	5	SI	SI	SI	NECESSARIA
E13PZ	19,23	3,30	Ts	Sabbia e limo debolmente ghiaioso	10	SI	SI	SI	NECESSARIA
E13PZ	21,23	3,30	Ts	Sabbia e limo debolmente ghiaioso	8	SI	SI	SI	NECESSARIA
E13PZ	23,23	3,30	Ts	Sabbia e limo debolmente ghiaioso	15	SI	SI	SI	NECESSARIA
E13PZ	25,23	3,30	Ts	Sabbia e limo debolmente ghiaioso	17	SI	SI	SI	NECESSARIA
E13PZ	27,23	3,30	Ts	Sabbia con ghiaia	20	SI	SI	SI	NECESSARIA
E13PZ	29,23	3,30	Ts	Limo con sabbia	20	SI	SI	SI	NECESSARIA
E13PZ	31,23	3,30	Ts	Limo con sabbia	23	SI	SI	SI	NECESSARIA
E13PZ	33,23	3,30	Pb	Sabbia e ghiaia limosa	22	SI	SI	SI	NECESSARIA
E14DH	2,63	3,50	DI	Sabbia limosa debolmente argillosa	11	SI	SI	SI	NECESSARIA
E14DH	6,73	3,50	Po	Sabbia e limo	5	SI	SI	SI	NECESSARIA
E14DH	8,73	3,50	Po	Sabbia e limo	13	SI	SI	SI	NECESSARIA
E14DH	11,73	3,50	Po	Sabbia e limo	11	SI	SI	SI	NECESSARIA
E14DH	15,23	3,50	Po	Sabbia e limo	21	SI	SI	SI	NECESSARIA
E14DH	17,73	3,50	Ts	Tufo alterato: ghiaia angolare	49	NO		SI	
E14DH	21,73	3,50	Ts	Tufo alterato: ghiaia angolare	45	NO		SI	
E14DH	23,73	3,50	Pb	Sabbia con limo	36	NO		SI	
E14DH	25,73	3,50	Pb	Sabbia con limo	30	NO		SI	
E14DH	27,83	3,50	Pb	Sabbia debolmente limosa	30	NO		SI	
E15PZ	1,73	4,10	DI	Sabbia debolmente limosa	14	SI	SI	SI	NECESSARIA
E15PZ	3,83	4,10	DI	Sabbia debolmente limosa	9	SI	SI	SI	NECESSARIA
E15PZ	9,23	4,10	DI	Sabbia limosa debolmente argillosa	6	SI	SI	SI	NECESSARIA
E15PZ	16,23	4,10	Ts	Tufo alterato: ghiaia a spigoli vivi	27	SI	SI	SI	NECESSARIA
E15PZ	22,23	4,10	Pb	Sabbia debolmente limosa	28	SI	SI	SI	NECESSARIA
E15PZ	25,23	4,10	Pb	Sabbia debolmente limosa	29	SI	SI	SI	NECESSARIA
E15PZ	28,23	4,10	Pb	Sabbia debolmente limosa	28	SI	SI	SI	NECESSARIA
E16DH	3,83	5,00	DI	Limo sabbioso	9	SI	SI	SI	NECESSARIA
E16DH	5,83	5,00	Po	Sabbia debolmente limosa	6	SI	SI	SI	NECESSARIA
E16DH	7,83	5,00	Po	Sabbia debolmente limosa	10	SI	SI	SI	NECESSARIA
E16DH	9,73	5,00	Po	Limo sabbioso debolmente argilloso	6	SI	SI	SI	NECESSARIA
E16DH	11,83	5,00	Po	Limo sabbioso debolmente argilloso	10	SI	SI	SI	NECESSARIA
E16DH	16,73	5,00	Ts	Tufo alterato: ghiaia angolare	38	NO		SI	
E16DH	20,23	5,00	Ts	Tufo alterato: sabbia con limo debolmente ghiaioso	30	NO		SI	
E16DH	23,23	5,00	Pb	Sabbia debolmente limosa	29	SI	SI	SI	NECESSARIA
E16DH	26,23	5,00	Pb	Sabbia e ghiaia	24	SI	SI	SI	NECESSARIA
E16DH	30,73	5,00	Pb	Sabbia debolmente limosa	22	SI	SI	SI	NECESSARIA
E16DH	36,23	5,00	Pb	Sabbia e ghiaia	22	SI	SI	SI	NECESSARIA

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ RG GE.00.05.001 C 98 di 141	

SONDAGGIO	Prof [m]	Falda [m]	FACIES	Granulometria	N'spt(60)	Verifica NSPT	Verifica granulom.	Verifica falda	Verifica liquefazione
E17DH	1,73	5,00	DI	Piroclastite a granulometria sabbiosa debolmente limosa	3	SI	SI	SI	NECESSARIA
E17DH	4,73	5,00	DI	Piroclastite a granulometria sabbiosa-ghiaiosa	7	SI	SI	SI	NECESSARIA
E17DH	6,23	5,00	DI	Piroclastite a granulometria sabbiosa debolmente limosa	3	SI	SI	SI	NECESSARIA
E17DH	7,73	5,00	DI	Piroclastite a granulometria sabbiosa debolmente limosa	5	SI	SI	SI	NECESSARIA
E17DH	9,23	5,00	DI	Piroclastite a granulometria sabbiosa debolmente limosa	8	SI	SI	SI	NECESSARIA
E17DH	12,23	5,00	DI	Piroclastite a granulometria sabbiosa debolmente limosa	8	SI	SI	SI	NECESSARIA
E17DH	15,23	5,00	Po	Piroclastite a granulometria sabbiosa debolmente limosa	13	SI	SI	SI	NECESSARIA
E17DH	16,73	5,00	Po	Piroclastite a granulometria sabbiosa debolmente limosa	14	SI	SI	SI	NECESSARIA
E17DH	30,23	5,00	Pb	Piroclastite sabbioso-ghiaiosa debolmente limosa	26	SI	SI	SI	NECESSARIA
E17DH	33,23	5,00	Pb	Piroclastite sabbioso-ghiaiosa debolmente limosa	30	NO		SI	
E17DH	36,23	5,00	Pb	Piroclastite sabbioso-ghiaiosa debolmente limosa	30	SI	SI	SI	NECESSARIA
E17DH	39,23	5,00	Pb	Piroclastite sabbioso-ghiaiosa debolmente limosa	100	NO		SI	
E19	2,83	5,00	DI	Limo sabbioso debolmente argilloso	18	SI	SI	SI	NECESSARIA
E19	6,83	5,00	Po	Limo sabbioso debolmente argilloso	6	SI	SI	SI	NECESSARIA
E19	8,73	5,00	Po	Limo sabbioso debolmente argilloso	6	SI	SI	SI	NECESSARIA
E19	11,23	5,00	Po	Limo sabbioso debolmente argilloso	6	SI	SI	SI	NECESSARIA
E19	14,23	5,00	Po	Sabbia limosa debolmente argillosa	8	SI	SI	SI	NECESSARIA
E19	18,23	5,00	Ts	Tufo alterato: limo sabbioso	20	SI	SI	SI	NECESSARIA
E19	25,23	5,00	Ts	Sabbia debolmente limosa	21	SI	SI	SI	NECESSARIA
E19	29,23	5,00	Pb	Sabbia limosa	30	SI	SI	SI	NECESSARIA
E20DH	1,73	3,50	DI	Limo sabbioso argilloso	8	SI	SI	SI	NECESSARIA
E20DH	4,73	3,50	DI	Piroclastite a granulometria sabbiosa ghiaiosa	7	SI	SI	SI	NECESSARIA
E20DH	6,23	3,50	DI	Piroclastite a granulometria limosa-argillosa-sabbiosa	13	SI	SI	SI	NECESSARIA
E20DH	7,73	3,50	Po	Piroclastite a granulometria sabbiosa ghiaiosa	14	SI	SI	SI	NECESSARIA
E20DH	9,23	3,50	Po	Piroclastite a granulometria limoso-sabbiosa	13	SI	SI	SI	NECESSARIA
E20DH	12,23	3,50	Po	Piroclastite a granulometria sabbiosa ghiaiosa	21	SI	SI	SI	NECESSARIA
E20DH	13,73	3,50	Po	Piroclastite a granulometria sabbiosa ghiaiosa	24	SI	SI	SI	NECESSARIA
E20DH	15,23	3,50	Po	Piroclastite a granulometria sabbiosa ghiaiosa	29	SI	SI	SI	NECESSARIA
E20DH	19,73	3,50	Po	Piroclastite a granulometria sabbiosa-ghiaiosa debolmente limosa	35	NO		SI	
E20DH	22,73	3,50	Po	Piroclastite a granulometria sabbiosa-ghiaiosa debolmente limosa	34	NO		SI	
E20DH	25,73	3,50	Ts	Tufo alterato: piroclastite a granulometria ghiaiosa-sabbiosa-limosa	46	NO		SI	
E21PZ	1,73	4,00	DI	Piroclastite a granulometria sabbioso-limosa	5	SI	SI	SI	NECESSARIA
E21PZ	4,73	4,00	DI	Piroclastite a granulometria sabbioso-limosa debolmente ghiaiosa	2	SI	SI	SI	NECESSARIA
E21PZ	6,23	4,00	DI	Piroclastite a granulometria sabbioso-limosa debolmente ghiaiosa	7	SI	SI	SI	NECESSARIA
E21PZ	9,23	4,00	DI	Piroclastite a granulometria sabbioso-limosa debolmente ghiaiosa	7	SI	SI	SI	NECESSARIA
E21PZ	12,23	4,00	Po	Piroclastite a granulometria ghiaiosa-sabbiosa debolmente limosa	7	SI	SI	SI	NECESSARIA
E21PZ	13,73	4,00	Po	Piroclastite a granulometria ghiaiosa-sabbiosa debolmente limosa	16	SI	SI	SI	NECESSARIA
E21PZ	15,23	4,00	Po	Piroclastite a granulometria ghiaiosa-sabbiosa debolmente limosa	19	SI	SI	SI	NECESSARIA
E21PZ	16,23	4,00	Po	Piroclastite a granulometria ghiaiosa-sabbiosa debolmente limosa	14	SI	SI	SI	NECESSARIA
E22PZ	1,73	3,95	DI	Sabbia limosa	14	SI	SI	SI	NECESSARIA
E22PZ	3,23	3,95	DI	Sabbia con ghiaia	4	SI	SI	SI	NECESSARIA
E22PZ	4,73	3,95	Po	Limo con sabbia	2	SI	SI	SI	NECESSARIA
E22PZ	6,23	3,95	Po	Sabbia limosa	11	SI	SI	SI	NECESSARIA
E22PZ	7,73	3,95	Po	Sabbia limosa	12	SI	SI	SI	NECESSARIA
E22PZ	9,23	3,95	Po	Tufo alterato: sabbia ghiaiosa	28	SI	SI	SI	NECESSARIA
E22PZ	10,73	3,95	Ts	Tufo alterato: sabbia ghiaiosa	43	NO		SI	
E22PZ	12,23	3,95	Ts	Tufo alterato: sabbia ghiaiosa	67	NO		SI	
E23DH	1,73	3,60	DI	Sabbia limosa	19	SI	SI	SI	NECESSARIA
E23DH	3,23	3,60	DI	Sabbia debolmente limosa	7	SI	SI	SI	NECESSARIA
E23DH	6,23	3,60	Po	Sabbia debolmente limosa	9	SI	SI	SI	NECESSARIA
E23DH	7,83	3,60	Po	Limo sabbioso	7	SI	SI	SI	NECESSARIA
E23DH	10,73	3,60	Po	Sabbia con inclusi ghiaiosi	35	NO		SI	
E23DH	14,03	3,60	Po	Sabbia con inclusi ghiaiosi	65	NO		SI	

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.	Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ RG GE.00.05.001 C 99 di 141	

SONDAGGIO	Prof [m]	Falda [m]	FACIES	Granulometria	N'spt(60)	Verifica NSPT	Verifica granulom.	Verifica falda	Verifica liquefazione
E24PZ	1,73	4,00	DI	Piroclastite a granulometria sabbiosa debolmente limosa	3	SI	SI	SI	NECESSARIA
E24PZ	3,23	4,00	DI	Piroclastite a granulometria sabbiosa debolmente limosa	5	SI	SI	SI	NECESSARIA
E24PZ	4,73	4,00	DI	Piroclastite a granulometria sabbiosa debolmente limosa	11	SI	SI	SI	NECESSARIA
E24PZ	7,73	4,00	DI	Piroclastite a granulometria sabbiosa con ghiaia	25	SI	SI	SI	NECESSARIA
E24PZ	11,53	4,00	Po	Piroclastite a granulometria sabbiosa	25	SI	SI	SI	NECESSARIA
E24PZ	14,83	4,00	Ts	Tufo litoide da tenero a mediamente duro	57	NO		SI	
E24PZ	30,93	4,00	Pb	Piroclastite a granulometria sabbiosa-ghiaiosa	16	SI	SI	SI	NECESSARIA
E24PZ	33,23	4,00	Pb	Piroclastite a granulometria sabbiosa-ghiaiosa	13	SI	SI	SI	NECESSARIA
E24PZ	36,23	4,00	Pb	Piroclastite a granulometria sabbiosa-ghiaiosa	17	SI	SI	SI	NECESSARIA
E24PZ	39,23	4,00	Pb	Piroclastite a granulometria sabbiosa-ghiaiosa	14	SI	SI	SI	NECESSARIA
E25DH	1,73	4,00	DI	Limo sabbioso argilloso	11	SI	SI	SI	NECESSARIA
E25DH	4,73	4,00	DI	Piroclastite a granulometria limoso-argilloso-sabbiosa	5	SI	SI	SI	NECESSARIA
E25DH	7,73	4,00	Po	Piroclastite a granulometria limoso-argilloso-sabbiosa	20	SI	SI	SI	NECESSARIA
E25DH	10,23	4,00	Po	Piroclastite a granulometria sabbioso-ghiaioso-limosa	24	SI	SI	SI	NECESSARIA
E25DH	12,23	4,00	Po	Piroclastite a granulometria sabbioso-limoso-ghiaiosa	27	SI	SI	SI	NECESSARIA
E25DH	13,73	4,00	Po	Piroclastite a granulometria sabbioso-limoso-ghiaiosa	25	SI	SI	SI	NECESSARIA
E25DH	15,23	4,00	Po	Piroclastite a granulometria sabbioso-limoso-argillosa	39	NO		SI	
E25DH	28,73	4,00	Pb	Piroclastite a granulometria sabbioso-ghiaiosa	25	SI	SI	SI	NECESSARIA
E25DH	30,23	4,00	Pb	Piroclastite a granulometria sabbioso-ghiaiosa	34	NO		SI	
E25DH	33,23	4,00	Pb	Piroclastite a granulometria sabbioso-ghiaiosa	48	NO		SI	
E26DH	1,73	5,00	DI	Piroclastite a granulometria sabbioso-limosa	5	SI	SI	SI	NECESSARIA
E26DH	6,23	5,00	Po	Piroclastite a granulometria sabbioso debolmente limosa	14	SI	SI	SI	NECESSARIA
E26DH	11,23	5,00	Po	Piroclastite a granulometria ghiaiosa-sabbiosa debolmente limosa	17	SI	SI	SI	NECESSARIA
E26DH	21,03	5,00	Pb	Piroclastite a granulometria sabbioso-ghiaiosa	22	SI	SI	SI	NECESSARIA
E26DH	24,03	5,00	Pb	Piroclastite a granulometria sabbioso-ghiaiosa	20	SI	SI	SI	NECESSARIA
E26DH	26,43	5,00	Pb	Piroclastite a granulometria sabbioso-ghiaiosa	21	SI	SI	SI	NECESSARIA
E26DH	29,23	5,00	Pb	Piroclastite a granulometria ghiaiosa-sabbiosa	20	SI	SI	SI	NECESSARIA
E26DH	31,23	5,00	Pb	Piroclastite a granulometria ghiaiosa-sabbiosa	31	NO		SI	
E26DH	32,73	5,00	Pb	Piroclastite a granulometria ghiaiosa-sabbiosa	100	NO		SI	
E26DH	38,23	5,00	Pb	Piroclastite a granulometria sabbioso-limosa	20	SI	SI	SI	NECESSARIA
E27PZ	1,73	3,80	Po	Piroclastite sabbiosa	9	SI	SI	SI	NECESSARIA
E27PZ	4,73	3,80	Po	Piroclastite sabbiosa	2	SI	SI	SI	NECESSARIA
E27PZ	7,73	3,80	Po	Piroclastite limosa-argillosa-sabbiosa	13	SI	SI	SI	NECESSARIA
E27PZ	9,23	3,80	Po	Piroclastite sabbiosa-ghiaiosa	16	SI	SI	SI	NECESSARIA
E27PZ	10,73	3,80	Po	Piroclastite sabbiosa-ghiaiosa	20	SI	SI	SI	NECESSARIA
E27PZ	23,93	3,80	Ts	Tufo semi-lapideo con livelli di piroclastite sabbiosa limosa	20	SI	SI	SI	NECESSARIA
E27PZ	27,23	3,80	Pb	Piroclastite a granulometria sabbiosa limosa	25	SI	SI	SI	NECESSARIA
E27PZ	30,23	3,80	Pb	Piroclastite a granulometria sabbiosa limosa	24	SI	SI	SI	NECESSARIA
E28	1,73	4,00	Po	Limo sabbioso	11	SI	SI	SI	NECESSARIA
E28	5,23	4,00	Po	Limo sabbioso	12	SI	SI	SI	NECESSARIA
E28	9,23	4,00	Ts	Tufo alterato: sabbia con ghiaia	13	SI	SI	SI	NECESSARIA
E28	11,23	4,00	Ts	Tufo alterato: sabbia con ghiaia	25	SI	SI	SI	NECESSARIA
E28	13,23	4,00	Ts	Tufo alterato: sabbia con ghiaia	23	SI	SI	SI	NECESSARIA
E28	17,83	4,00	Ts	Tufo alterato: sabbia con ghiaia	40	NO		SI	
E28	19,83	4,00	Pb	Ghiaia con sabbia	39	NO		SI	
E28	22,23	4,00	Pb	Ghiaia con sabbia	36	NO		SI	
E28	25,23	4,00	Pb	Ghiaia con sabbia	34	NO		SI	
E29	1,73	2,50	DI	Limo sabbioso	6	SI	SI	SI	NECESSARIA
E29	3,23	2,50	pO	Limo sabbioso	3	SI	SI	SI	NECESSARIA
E29	5,23	2,50	pO	Limo sabbioso	4	SI	SI	SI	NECESSARIA
E29	9,23	2,50	pO	Limo sabbioso	35	NO		SI	
E29	22,73	2,50	Pb	Sabbia e ghiaia con limo	34	NO		SI	
E29	24,73	2,50	Pb	Sabbia e ghiaia con limo	31	NO		SI	
E29	26,73	2,50	Pb	Sabbia e ghiaia con limo	34	NO		SI	
E29	28,73	2,50	Pb	Sabbia e ghiaia con limo	37	NO		SI	

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.	Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ RG GE.00.05.001 C 100 di 141	

SONDAGGIO	Prof [m]	Falda [m]	FACIES	Granulometria	N'spt(60)	Verifica NSPT	Verifica granulom.	Verifica falda	Verifica liquefazione
E30DH	1,73	2,50	DI	Sabbia e ghiaia con limo	8	SI	SI	SI	NECESSARIA
E30DH	3,73	2,50	Po	Sabbia e ghiaia con limo	4	SI	SI	SI	NECESSARIA
E30DH	7,73	2,50	Po	Limo e sabbia	11	SI	SI	SI	NECESSARIA
E30DH	9,63	2,50	Po	Limo e sabbia	12	SI	SI	SI	NECESSARIA
E30DH	22,73	2,50	Pb	Sabbia e ghiaia con limo	25	SI	SI	SI	NECESSARIA
E30DH	24,23	2,50	Pb	Sabbia e ghiaia con limo	33	NO		SI	
E30DH	26,23	2,50	Pb	Sabbia e ghiaia con limo	36	NO		SI	
E30DH	28,23	2,50	Pb	Sabbia e ghiaia con limo	34	NO		SI	
E31DH	1,83	2,30	DI	Sabbia e ghiaia con limo	8	SI	SI	SI	NECESSARIA
E31DH	6,23	2,30	Po	Sabbia e limo	11	SI	SI	SI	NECESSARIA
E31DH	7,73	2,30	Po	Sabbia e limo	7	SI	SI	SI	NECESSARIA
E31DH	10,23	2,30	Po	Sabbia e ghiaia	16	SI	SI	SI	NECESSARIA
E31DH	17,73	2,30	Ts	Tufo litoide	26	SI	SI	SI	NECESSARIA
E31DH	20,23	2,30	Pb	Sabbia e ghiaia con limo	24	SI	SI	SI	NECESSARIA
E31DH	22,73	2,30	Pb	Sabbia e ghiaia con limo	19	SI	SI	SI	NECESSARIA
E31DH	24,73	2,30	Pb	Sabbia e ghiaia con limo	23	SI	SI	SI	NECESSARIA
E31DH	26,23	2,30	Pb	Sabbia e ghiaia con limo	19	SI	SI	SI	NECESSARIA
E24PZ	4,73	4,00	DI	Piroclastite a granulometria sabbiosa debolmente limosa	11	SI	SI	SI	NECESSARIA
E24PZ	7,73	4,00	DI	Piroclastite a granulometria sabbiosa con ghiaia	25	SI	SI	SI	NECESSARIA
E24PZ	11,53	4,00	Po	Piroclastite a granulometria sabbiosa	25	SI	SI	SI	NECESSARIA
E24PZ	14,83	4,00	Ts	Tufo litoide da tenero a mediamente duro	57	NO		SI	
E24PZ	30,93	4,00	Pb	Piroclastite a granulometria sabbiosa-ghiaiosa	16	SI	SI	SI	NECESSARIA
E24PZ	33,23	4,00	Pb	Piroclastite a granulometria sabbiosa-ghiaiosa	13	SI	SI	SI	NECESSARIA
E24PZ	36,23	4,00	Pb	Piroclastite a granulometria sabbiosa-ghiaiosa	17	SI	SI	SI	NECESSARIA
E24PZ	39,23	4,00	Pb	Piroclastite a granulometria sabbiosa-ghiaiosa	14	SI	SI	SI	NECESSARIA
E25DH	1,73	4,00	DI	Limo sabbioso argilloso	11	SI	SI	SI	NECESSARIA
E25DH	4,73	4,00	DI	Piroclastite a granulometria limoso-argilloso-sabbiosa	5	SI	SI	SI	NECESSARIA
E25DH	7,73	4,00	Po	Piroclastite a granulometria limoso-argilloso-sabbiosa	20	SI	SI	SI	NECESSARIA
E25DH	10,23	4,00	Po	Piroclastite a granulometria sabbioso-ghiaioso-limosa	24	SI	SI	SI	NECESSARIA
E25DH	12,23	4,00	Po	Piroclastite a granulometria sabbioso-limoso-ghiaiosa	27	SI	SI	SI	NECESSARIA
E25DH	13,73	4,00	Po	Piroclastite a granulometria sabbioso-limoso-ghiaiosa	25	SI	SI	SI	NECESSARIA
E25DH	15,23	4,00	Po	Piroclastite a granulometria sabbioso-limoso-argillosa	39	NO		SI	
E25DH	28,73	4,00	Pb	Piroclastite a granulometria sabbioso-ghiaiosa	25	SI	SI	SI	NECESSARIA
E25DH	30,23	4,00	Pb	Piroclastite a granulometria sabbioso-ghiaiosa	34	NO		SI	
E25DH	33,23	4,00	Pb	Piroclastite a granulometria sabbioso-ghiaiosa	48	NO		SI	
E26DH	1,73	5,00	DI	Piroclastite a granulometria sabbioso-limosa	5	SI	SI	SI	NECESSARIA
E26DH	6,23	5,00	Po	Piroclastite a granulometria sabbioso debolmente limosa	14	SI	SI	SI	NECESSARIA
E26DH	11,23	5,00	Po	Piroclastite a granulometria ghiaiosa-sabbiosa debolmente limosa	17	SI	SI	SI	NECESSARIA
E26DH	21,03	5,00	Pb	Piroclastite a granulometria sabbioso-ghiaiosa	22	SI	SI	SI	NECESSARIA
E26DH	24,03	5,00	Pb	Piroclastite a granulometria sabbioso-ghiaiosa	20	SI	SI	SI	NECESSARIA
E26DH	26,43	5,00	Pb	Piroclastite a granulometria sabbioso-ghiaiosa	21	SI	SI	SI	NECESSARIA
E26DH	29,23	5,00	Pb	Piroclastite a granulometria ghiaiosa-sabbiosa	20	SI	SI	SI	NECESSARIA
E26DH	31,23	5,00	Pb	Piroclastite a granulometria ghiaiosa-sabbiosa	31	NO		SI	
E26DH	32,73	5,00	Pb	Piroclastite a granulometria ghiaiosa-sabbiosa	100	NO		SI	
E26DH	38,23	5,00	Pb	Piroclastite a granulometria sabbioso-limosa	20	SI	SI	SI	NECESSARIA
E27PZ	1,73	3,80	Po	Piroclastite sabbiosa	9	SI	SI	SI	NECESSARIA
E27PZ	4,73	3,80	Po	Piroclastite sabbiosa	2	SI	SI	SI	NECESSARIA
E27PZ	7,73	3,80	Po	Piroclastite limosa-argillosa-sabbiosa	13	SI	SI	SI	NECESSARIA
E27PZ	9,23	3,80	Po	Piroclastite sabbiosa-ghiaiosa	16	SI	SI	SI	NECESSARIA
E27PZ	10,73	3,80	Po	Piroclastite sabbiosa-ghiaiosa	20	SI	SI	SI	NECESSARIA
E27PZ	23,93	3,80	Ts	Tufo semi-lapideo con livelli di piroclastite sabbiosa limosa	20	SI	SI	SI	NECESSARIA
E27PZ	27,23	3,80	Pb	Piroclastite a granulometria sabbiosa limosa	25	SI	SI	SI	NECESSARIA
E27PZ	30,23	3,80	Pb	Piroclastite a granulometria sabbiosa limosa	24	SI	SI	SI	NECESSARIA

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.	Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ RG GE.00.05.001 C 101 di 141	

SONDAGGIO	Prof [m]	Falda [m]	FACIES	Granulometria	N'spt(60)	Verifica NSPT	Verifica granulom.	Verifica falda	Verifica liquefazione
E28	1,73	4,00	Po	Limo sabbioso	11	SI	SI	SI	NECESSARIA
E28	5,23	4,00	Po	Limo sabbioso	12	SI	SI	SI	NECESSARIA
E28	9,23	4,00	Ts	Tufo alterato: sabbia con ghiaia	13	SI	SI	SI	NECESSARIA
E28	11,23	4,00	Ts	Tufo alterato: sabbia con ghiaia	25	SI	SI	SI	NECESSARIA
E28	13,23	4,00	Ts	Tufo alterato: sabbia con ghiaia	23	SI	SI	SI	NECESSARIA
E28	17,83	4,00	Ts	Tufo alterato: sabbia con ghiaia	40	NO		SI	
E28	19,83	4,00	Pb	Ghiaia con sabbia	39	NO		SI	
E28	22,23	4,00	Pb	Ghiaia con sabbia	36	NO		SI	
E28	25,23	4,00	Pb	Ghiaia con sabbia	34	NO		SI	
E29	1,73	2,50	DI	Limo sabbioso	6	SI	SI	SI	NECESSARIA
E29	3,23	2,50	pO	Limo sabbioso	3	SI	SI	SI	NECESSARIA
E29	5,23	2,50	pO	Limo sabbioso	4	SI	SI	SI	NECESSARIA
E29	9,23	2,50	pO	Limo sabbioso	35	NO		SI	
E29	22,73	2,50	Pb	Sabbia e ghiaia con limo	34	NO		SI	
E29	24,73	2,50	Pb	Sabbia e ghiaia con limo	31	NO		SI	
E29	26,73	2,50	Pb	Sabbia e ghiaia con limo	34	NO		SI	
E29	28,73	2,50	Pb	Sabbia e ghiaia con limo	37	NO		SI	
E30DH	1,73	2,50	DI	Sabbia e ghiaia con limo	8	SI	SI	SI	NECESSARIA
E30DH	3,73	2,50	Po	Sabbia e ghiaia con limo	4	SI	SI	SI	NECESSARIA
E30DH	7,73	2,50	Po	Limo e sabbia	11	SI	SI	SI	NECESSARIA
E30DH	9,63	2,50	Po	Limo e sabbia	12	SI	SI	SI	NECESSARIA
E30DH	22,73	2,50	Pb	Sabbia e ghiaia con limo	25	SI	SI	SI	NECESSARIA
E30DH	24,23	2,50	Pb	Sabbia e ghiaia con limo	33	NO		SI	
E30DH	26,23	2,50	Pb	Sabbia e ghiaia con limo	36	NO		SI	
E30DH	28,23	2,50	Pb	Sabbia e ghiaia con limo	34	NO		SI	
E31DH	1,83	2,30	DI	Sabbia e ghiaia con limo	8	SI	SI	SI	NECESSARIA
E31DH	6,23	2,30	Po	Sabbia e limo	11	SI	SI	SI	NECESSARIA
E31DH	7,73	2,30	Po	Sabbia e limo	7	SI	SI	SI	NECESSARIA
E31DH	10,23	2,30	Po	Sabbia e ghiaia	16	SI	SI	SI	NECESSARIA
E31DH	17,73	2,30	Ts	Tufo litoide	26	SI	SI	SI	NECESSARIA
E31DH	20,23	2,30	Pb	Sabbia e ghiaia con limo	24	SI	SI	SI	NECESSARIA
E31DH	22,73	2,30	Pb	Sabbia e ghiaia con limo	19	SI	SI	SI	NECESSARIA
E31DH	24,73	2,30	Pb	Sabbia e ghiaia con limo	23	SI	SI	SI	NECESSARIA
E31DH	26,23	2,30	Pb	Sabbia e ghiaia con limo	19	SI	SI	SI	NECESSARIA
E31DH	28,23	2,30	Pb	Sabbia e ghiaia con limo	17,79	SI	SI	SI	NECESSARIA
E32PZ	1,73	3,47	DI	Piroclastite limoso-sabbiosa	4,70	SI	SI	SI	NECESSARIA
E32PZ	4,73	3,47	DI	Piroclastite sabbiosa-limosa	4,91	SI	SI	SI	NECESSARIA
E32PZ	7,73	3,47	Po	Tufo alterato: piroclastite sabbioso-ghiaiosa debolmente limosa	54,13	NO		SI	
E32PZ	9,23	3,47	Po	Tufo alterato: piroclastite sabbioso-ghiaiosa debolmente limosa	50,51	NO		SI	
E32PZ	15,23	3,47	Pb	Piroclastite a granulometria sabbioso-ghiaiosa debolmente limosa	35,39	NO		SI	
E32PZ	18,23	3,47	Pb	Piroclastite a granulometria sabbioso-ghiaiosa debolmente limosa	34,42	NO		SI	
E32PZ	21,23	3,47	Pb	Piroclastite a granulometria sabbioso-ghiaiosa limosa	32,82	NO		SI	
E32PZ	24,23	3,47	Pb	Piroclastite a granulometria sabbioso-ghiaiosa limosa	22,85	SI	SI	SI	NECESSARIA
E32PZ	27,23	3,47	Pb	Piroclastite a granulometria sabbioso-ghiaiosa limosa	20,80	SI	SI	SI	NECESSARIA
E33DH	1,73	2,50	DI	Sabbia limosa	4,70	SI	SI	SI	NECESSARIA
E33DH	4,73	2,50	Po	Sabbia con limo debolmente ghiaiosa	7,83	SI	SI	SI	NECESSARIA
E33DH	6,23	2,50	Po	Sabbia con limo debolmente ghiaiosa	2,46	SI	SI	SI	NECESSARIA
E33DH	9,23	2,50	Ts	Tufo litoide alterato: sabbia con ghiaia debolmente limosa	76,52	NO		SI	
E33DH	21,23	2,50	Pb	Ghiaia con sabbia	7,93	SI	SI	SI	NECESSARIA
E33DH	24,23	2,50	Pb	Ghiaia con sabbia	8,14	SI	SI	SI	NECESSARIA
E34DH	1,73	4,00	Po	Piroclastite a granulometria sabbiosa debolmente limosa	3,13	SI	SI	SI	NECESSARIA
E34DH	4,73	4,00	Po	Piroclastite a granulometria sabbiosa debolmente limosa	3,56	SI	SI	SI	NECESSARIA
E34DH	7,23	4,00	Ts	Tufo litoide alterato: ghiaia sabbiosa debolmente limosa	69,81	NO		SI	
E34DH	15,23	4,00	Ts	Tufo semi-litoide alterato: sabbia con inclusi ghiaiosi	35,44	NO		SI	
E34DH	16,73	4,00	Ts	Piroclastite a granulometria sabbiosa debolmente limosa	36,61	NO		SI	
E34DH	18,23	4,00	Pb	Piroclastite a granulometria sabbiosa debolmente limosa	31,28	NO		SI	
E34DH	21,23	4,00	Pb	Piroclastite a granulometria sabbiosa debolmente limosa	36,66	NO		SI	
E34DH	27,23	4,00	Pb	Piroclastite limosa debolmente argillosa-sabbiosa	27,03	SI	SI	SI	NECESSARIA

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ RG GE.00.05.001 C 102 di 141	

SONDAGGIO	Prof [m]	Falda [m]	FACIES	Granulometria	N'spt(60)	Verifica NSPT	Verifica granulom.	Verifica falda	Verifica liquefazione
E35DH	4,73	4,50	Ts	Tufo litoido alterato: sabbia ghiaiosa	9,23	SI	SI	SI	NECESSARIA
E35DH	16,23	4,50	Pb	Piroclastite a granulometria sabbioso-ghiaiosa debolmente limosa	9,08	SI	SI	SI	NECESSARIA
E35DH	18,73	4,50	Pb	Piroclastite a granulometria sabbioso-ghiaiosa debolmente limosa	6,99	SI	SI	SI	NECESSARIA
E35DH	23,23	4,50	Pb	Piroclastite a granulometria sabbioso-ghiaiosa debolmente limosa	2,11	SI	SI	SI	NECESSARIA
E35DH	26,23	4,50	Pb	Piroclastite a granulometria sabbioso-ghiaiosa debolmente limosa	2,65	SI	SI	SI	NECESSARIA
E35DH	28,23	4,50	Pb	Piroclastite a granulometria sabbioso-limosa	2,54	SI	SI	SI	NECESSARIA
E38DH	1,73	24,56	Po	Piroclastite a granulometria limoso-sabbiosa	6,27	SI	SI	NO	
E38DH	4,73	24,56	Po	Piroclastite a granulometria sabbiosa-limosa	9,11	SI	SI	NO	
E38DH	6,53	24,56	Po	Piroclastite a granulometria sabbiosa-limosa	8,81	SI	SI	NO	
E38DH	9,23	24,56	Ts	Tufo alterato: piroclastite sabbiosa debolmente limosa	100,00	NO		NO	
E38DH	21,73	24,56	Pb	Piroclastite a granulometria sabbiosa-limosa	16,98	SI	SI	NO	
E38DH	24,23	24,56	Pb	Piroclastite a granulometria sabbiosa-limosa	16,41	SI	SI	NO	
E38DH	27,23	24,56	Pb	Piroclastite a granulometria sabbiosa-limosa	23,58	SI	SI	NO	
E39DH	1,73	2,50	Po	Piroclastite a granulometria sabbiosa con ghiaia	4,70	SI	SI	SI	NECESSARIA
E39DH	4,93	2,50	Ts	Tufo litoido compatto	100,00	NO		SI	
E39DH	18,73	2,50	Pb	Piroclastite a granulometria ghiaiosa-sabbiosa	5,90	SI	SI	SI	NECESSARIA
E39DH	20,23	2,50	Pb	Piroclastite a granulometria sabbiosa-limosa	8,12	SI	SI	SI	NECESSARIA
E39DH	26,23	2,50	Pb	Piroclastite a granulometria sabbiosa-ghiaiosa	10,63	SI	SI	SI	NECESSARIA
E40PZ	1,73	2,50	Po	Piroclastite a granulometria sabbiosa-limosadebolmente ghiaiosa	4,70	SI	SI	SI	NECESSARIA
E40PZ	4,73	2,50	Ts	Tufo litoido alterato: sabbia ghiaiosa debolmente limosa	10,43	SI	SI	SI	NECESSARIA
E40PZ	15,23	2,50	Pb	Piroclastite a granulometria sabbiosa-ghiaiosa debolmente limosa	9,24	SI	SI	SI	NECESSARIA
E40PZ	18,23	2,50	Pb	Piroclastite a granulometria sabbiosa-ghiaiosa debolmente limosa	11,09	SI	SI	SI	NECESSARIA
E40PZ	20,23	2,50	Pb	Piroclastite a granulometria sabbiosa-ghiaiosa debolmente limosa	4,06	SI	SI	SI	NECESSARIA
E41PZ	4,73	4,80	Ts	Tufo alterato: sabbia limosa ghiaiosa	83,14	NO		SI	
E41PZ	8,73	4,80	Pb	Sabbia	30,95	NO		SI	
E41PZ	10,23	4,80	Pb	Sabbia debolmente ghiaiosa	32,48	NO		SI	
E41PZ	12,23	4,80	Pb	Sabbia limosa	38,85	NO		SI	
E41PZ	13,73	4,80	Pb	Sabbia limosa	42,54	NO		SI	
E41PZ	15,23	4,80	Pb	Limo con sabbia e ghiaia	38,44	NO		SI	
E41PZ	19,23	4,80	Pb	Limo con sabbia e ghiaia	37,21	NO		SI	
E41PZ	22,73	4,80	Pb	Sabbia debolmente limosa con ghiaia	35,87	NO		SI	
E41PZ	27,23	4,80	Pb	Sabbia limosa con ghiaia	34,05	NO		SI	

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 103 di 141
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale								

9.3 VERIFICHE DI LIQUEFAZIONE

9.3.1 Tratta 1 - pk 0+000,000 – 6+653,035

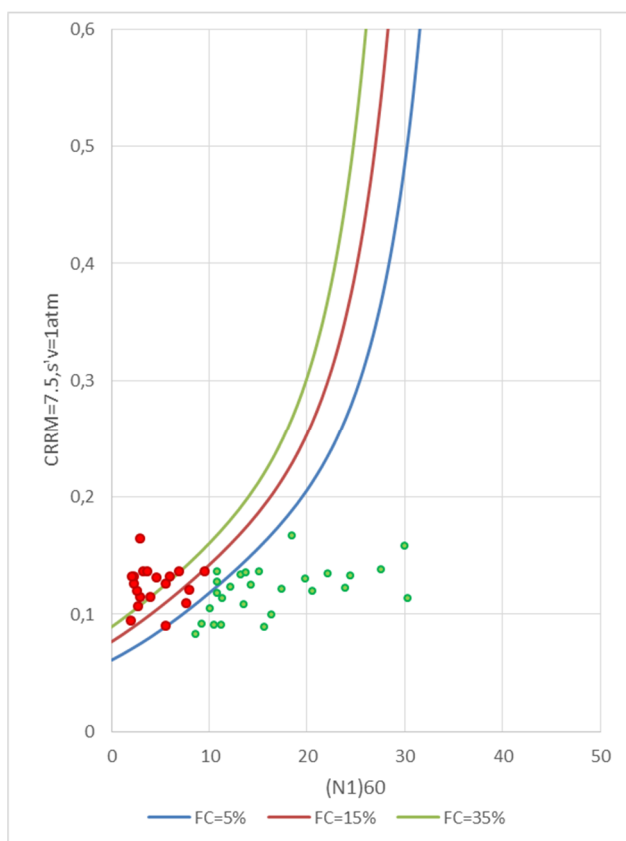


Figura 61. Verifica a liquefazione – pk 0+000,000 – 6+653,035 – CRR da N_{SPT}

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.		Mandante: ASTALDI S.p.A.		LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO			
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.			
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 104 di 141

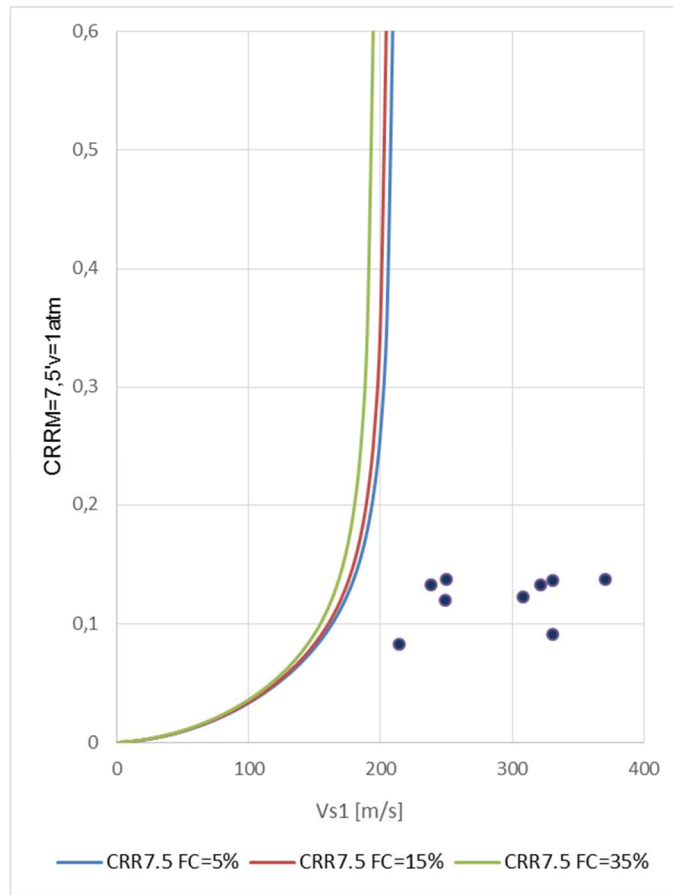


Figura 62. Verifica a liquefazione – pk 0+000,000 – 6+653,035 – CRR da Vs

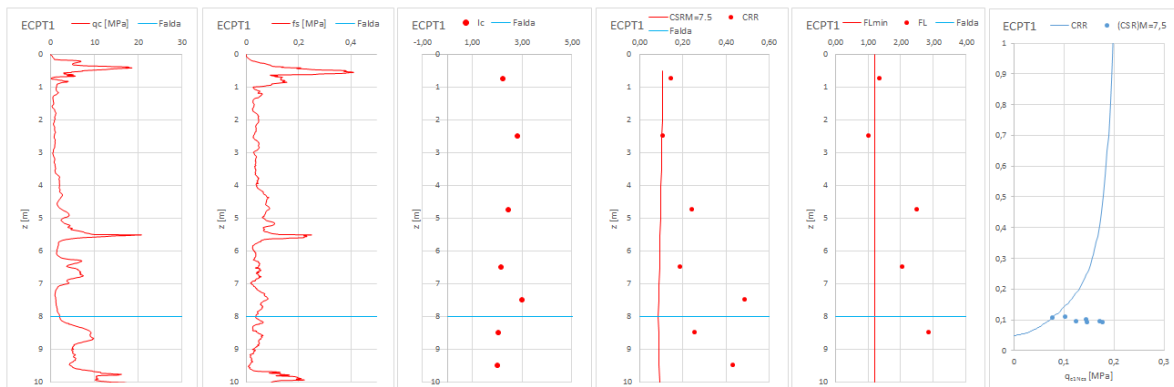


Figura 63. Verifica a liquefazione – tratta pk 0+000,000 – 6+653,035 – CRR da CPT

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.	Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ RG GE.00.05.001 C 105 di 141	

Sondaggio	γ [kN/m ³]	z [m]	z[alida] [m]	σ_v [kPa]	σ'_v [kPa]	r_d	CSR	CSR _{M=7.5, Sv=1atm}	N _{SPT}	CN	FC	(N ₁) ₆₀	(N ₁) _{60, cs}	CRR _{M=7.5, Sv=1atm}	FL
S2	16,0	9,0	3,4	144,0	0,9	0,778	0,246	0,136	3	1,078	33	3,2	8,7	0,109	0,80
E1PZ	16,0	4,0	3,2	64,0	56,0	0,922	0,205	0,114	2	1,460	18	2,9	7,0	0,098	0,86
E1PZ	16,0	6,6	3,2	105,6	71,6	0,849	0,244	0,136	3	1,237	25	3,7	8,8	0,110	0,81
E1PZ	16,0	12,0	3,2	192,0	104,0	0,690	0,248	0,138	28	0,985	19	27,6	31,9	0,632	4,58
E1PZ	16,0	14,0	3,2	224,0	116,0	0,634	0,239	0,133	26	0,942	25	24,5	29,6	0,459	3,46
E1PZ	16,0	18,0	3,2	288,0	140,0	0,536	0,215	0,120	22	0,937	33	20,6	26,1	0,318	2,66
E1PZ	16,0	20,0	3,2	320,0	152,0	0,496	0,203	0,113	32	0,948	29	30,3	35,6	1,274	11,27
S4	16,0	3,0	1,9	48,0	37,0	0,947	0,240	0,133	8	1,652	43	13,2	18,8	0,192	1,44
S4	16,0	6,0	1,9	96,0	55,0	0,867	0,295	0,164	2	1,477	43	3,0	8,6	0,108	0,66
S4	16,0	9,0	1,9	144,0	73,0	0,778	0,299	0,166	16	1,154	43	18,5	24,1	0,269	1,62
S4	16,0	12,0	1,9	192,0	91,0	0,690	0,284	0,158	29	1,035	43	30,0	35,6	1,262	8,00
S4	16,0	18,5	1,9	296,0	130,0	0,526	0,233	0,130	19	1,043	43	19,8	25,4	0,300	2,31
S5	16,0	6,0	6,0	96,0	96,0	0,867	0,169	0,094	2	1,028	43	2,1	7,7	0,102	1,09
S5	16,0	8,8	6,0	140,8	112,8	0,784	0,191	0,106	3	0,924	43	2,8	8,4	0,107	1,01
S5	16,0	13,3	6,0	212,8	139,8	0,653	0,194	0,108	16	0,845	43	13,5	19,1	0,196	1,82
S5	16,0	18,0	6,0	288,0	168,0	0,536	0,179	0,100	21	0,783	43	16,4	22,0	0,234	2,34
E2DH	16,0	7,5	8,5	120,0	130,0	0,823	0,148	0,082	10	0,864	54	8,6	14,3	0,150	1,82
E2DH	16,0	14,5	8,5	232,0	172,0	0,621	0,163	0,091	14	0,748	27	10,5	15,7	0,162	1,79
E10PZ	16,0	10,0	8,5	160,0	145,0	0,748	0,161	0,089	7	0,799	4	5,6	5,6	0,090	1,00
E10PZ	16,0	12,5	8,5	200,0	160,0	0,676	0,165	0,091	12	0,772	16	9,3	12,8	0,139	1,52
E10PZ	16,0	14,5	8,5	232,0	172,0	0,621	0,163	0,091	15	0,752	1	11,3	11,3	0,127	1,40
E10PZ	16,0	16,5	8,5	264,0	184,0	0,571	0,160	0,089	21	0,746	1	15,7	15,7	0,162	1,83
S19	16,0	5,5	4,7	88,0	80,0	0,881	0,189	0,105	9	1,128	78	10,2	15,7	0,162	1,54
S19	16,0	9,0	4,7	144,0	101,0	0,778	0,216	0,120	8	0,994	83	8,0	13,5	0,144	1,20
E12DH	16,0	5,0	3,5	80,0	65,0	0,895	0,215	0,119	2	1,328	17	2,7	6,5	0,095	0,80
E12DH	16,0	7,0	3,5	112,0	77,0	0,838	0,238	0,132	2	1,190	21	2,4	7,0	0,098	0,74
E12DH	16,0	9,0	3,5	144,0	89,0	0,778	0,246	0,136	9	1,066	25	9,6	14,7	0,153	1,12
E12DH	16,0	11,0	3,5	176,0	101,0	0,719	0,244	0,136	7	0,994	8	7,0	7,3	0,100	0,74
E12DH	16,0	13,0	3,5	208,0	113,0	0,662	0,237	0,132	6	0,994	11	6,0	7,6	0,102	0,77
E12DH	16,0	16,5	3,5	264,0	134,0	0,571	0,219	0,122	24	0,996	29	23,9	29,2	0,440	3,62
S20	16,0	7,5	5,0	120,0	94,5	0,823	0,204	0,113	11	1,030	50	11,3	16,9	0,173	1,53
S20	16,0	12,0	5,0	192,0	121,5	0,690	0,213	0,118	12	0,902	60	10,8	16,4	0,169	1,43
E13PZ	16,0	4,5	3,8	72,0	65,0	0,908	0,196	0,109	6	1,279	17	7,7	11,5	0,129	1,18
E13PZ	16,0	6,6	3,8	105,6	77,6	0,849	0,225	0,125	2	1,184	15	2,4	5,6	0,090	0,72
E13PZ	16,0	8,6	3,8	137,6	89,6	0,790	0,237	0,131	2	1,077	4	2,2	2,2	0,071	0,54
E13PZ	15,0	15,0	3,8	225,0	113,0	0,608	0,236	0,131	5	0,927	1	4,6	4,6	0,084	0,64
E13PZ	15,0	17,0	3,8	255,0	123,0	0,559	0,226	0,126	6	0,929	30	5,6	10,9	0,125	0,99
E13PZ	16,0	18,0	3,8	270,0	128,0	0,536	0,221	0,123	13	0,939	30	12,2	17,6	0,179	1,46
S1	16,0	5,8	3,6	92,8	70,5	0,872	0,224	0,124	12	1,188	19	14,3	18,6	0,189	1,52
S1	16,0	9,0	3,6	144,0	89,7	0,778	0,244	0,135	13	1,056	27	13,7	18,9	0,194	1,43
S1	16,0	16,5	3,6	264,0	134,7	0,571	0,218	0,121	20	0,871	26	17,4	22,6	0,242	2,00
S21	16,0	4,5	3,5	72,0	62,0	0,908	0,206	0,114	3	1,351	35	4,1	9,6	0,115	1,01
S21	16,0	6,0	3,5	96,0	71,0	0,867	0,229	0,127	9	1,200	36	10,8	16,3	0,168	1,32
S21	16,0	8,5	3,5	136,0	86,0	0,793	0,245	0,136	10	1,083	63	10,8	16,4	0,169	1,24
S21	16,0	10,5	3,5	168,0	98,0	0,734	0,245	0,136	15	1,010	25	15,1	20,2	0,209	1,53
S21	16,0	12,0	3,5	192,0	107,0	0,690	0,241	0,134	22	1,009	32	22,2	27,6	0,369	2,75

Sondaggio	γ [kN/m ³]	z [m]	z[alida] [m]	σ_v [kPa]	σ'_v [kPa]	r_d	CSR	CSR _{M=7.5, Sv=1atm}	Vs [m/s]	Cv	Vs1 [m/s]	FC	Vs1* [m/s]	CRR	FL
S2	16,0	9,0	3,4	144,0	0,9	0,778	0,246	0,136	243,0	1,030	250,2	33	201	0,067	NON LIQUEF
E2DH	16,0	7,5	8,5	120,0	130,0	0,823	0,148	0,082	229,0	0,937	214,5	54	200	-0,106	NON LIQUEF
E2DH	16,0	14,5	8,5	232,0	172,0	0,621	0,163	0,091	379,0	0,873	330,9	27	204	0,205	NON LIQUEF
E12DH	16,0	5,0	3,5	80,0	65,0	0,895	0,215	0,119	224,0	1,114	249,5	17	209	0,054	NON LIQUEF
E12DH	16,0	7,0	3,5	112,0	77,0	0,838	0,238	0,132	224,0	1,068	239,1	21	207	0,025	NON LIQUEF
E12DH	16,0	9,0	3,5	144,0	89,0	0,778	0,246	0,136	360,0	1,030	370,6	25	205	0,272	NON LIQUEF
E12DH	16,0	11,0	3,5	176,0	101,0	0,719	0,244	0,136	332,0	0,998	331,2	8	213,5	0,204	NON LIQUEF
E12DH	16,0	13,0	3,5	208,0	113,0	0,662	0,237	0,132	332,0	0,970	322,0	11	212	0,189	NON LIQUEF
E12DH	16,0	16,5	3,5	264,0	134,0	0,571	0,219	0,122	332,0	0,929	308,6	29	203	0,169	NON LIQUEF

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 106 di 141
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale								

9.3.2 Tratta 2 – pk 6+653,035 – 9+503,600

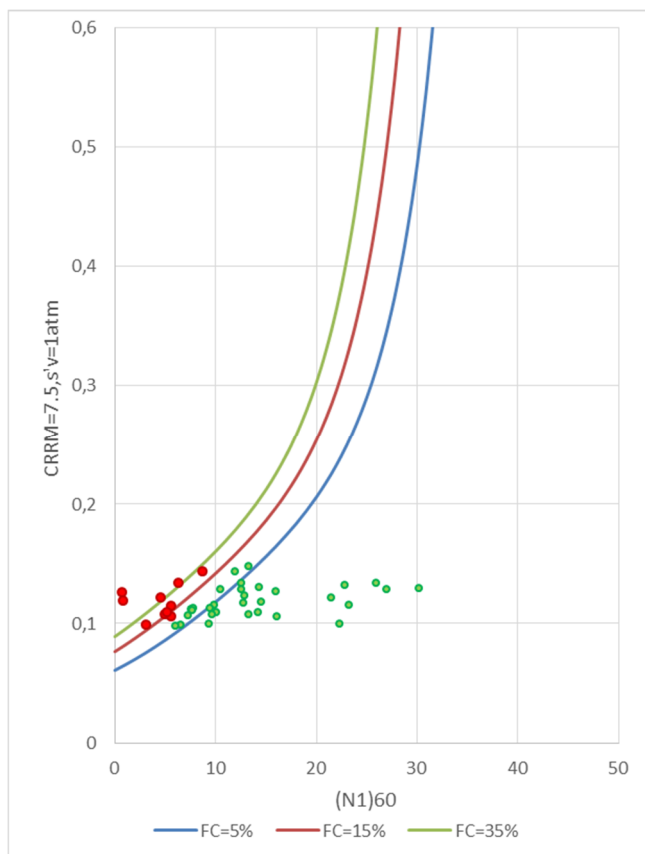


Figura 64. Verifica a liquefazione –pk 6+653,035 – 9+503,600 – CRR da N_{SPT}

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 107 di 141
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale								

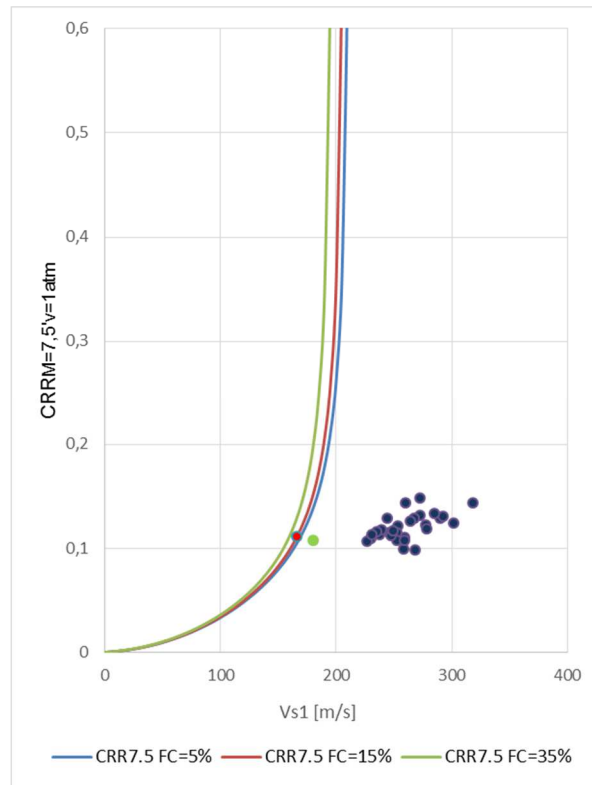
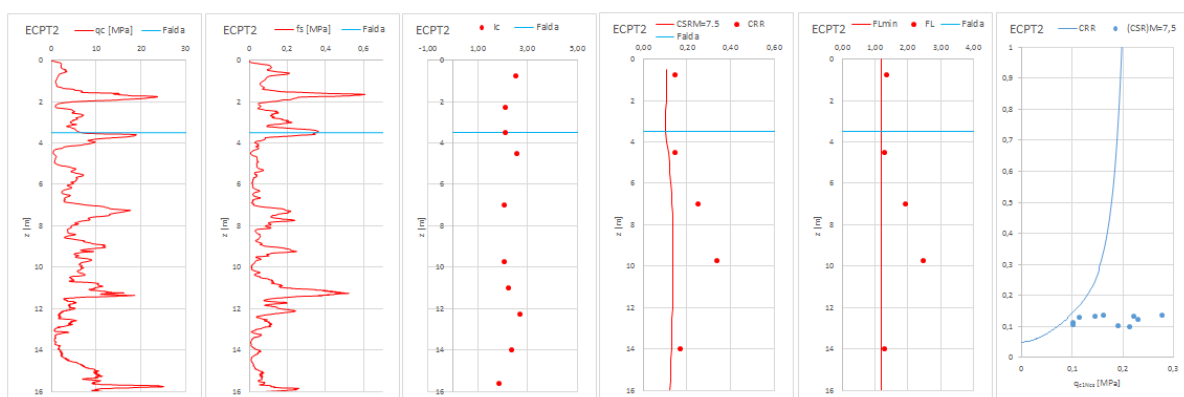


Figura 65. Verifica a liquefazione –pk 6+653,035 – 9+503,600 – CRR da Vs



APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.		<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.		LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014			
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale				PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 108 di 141

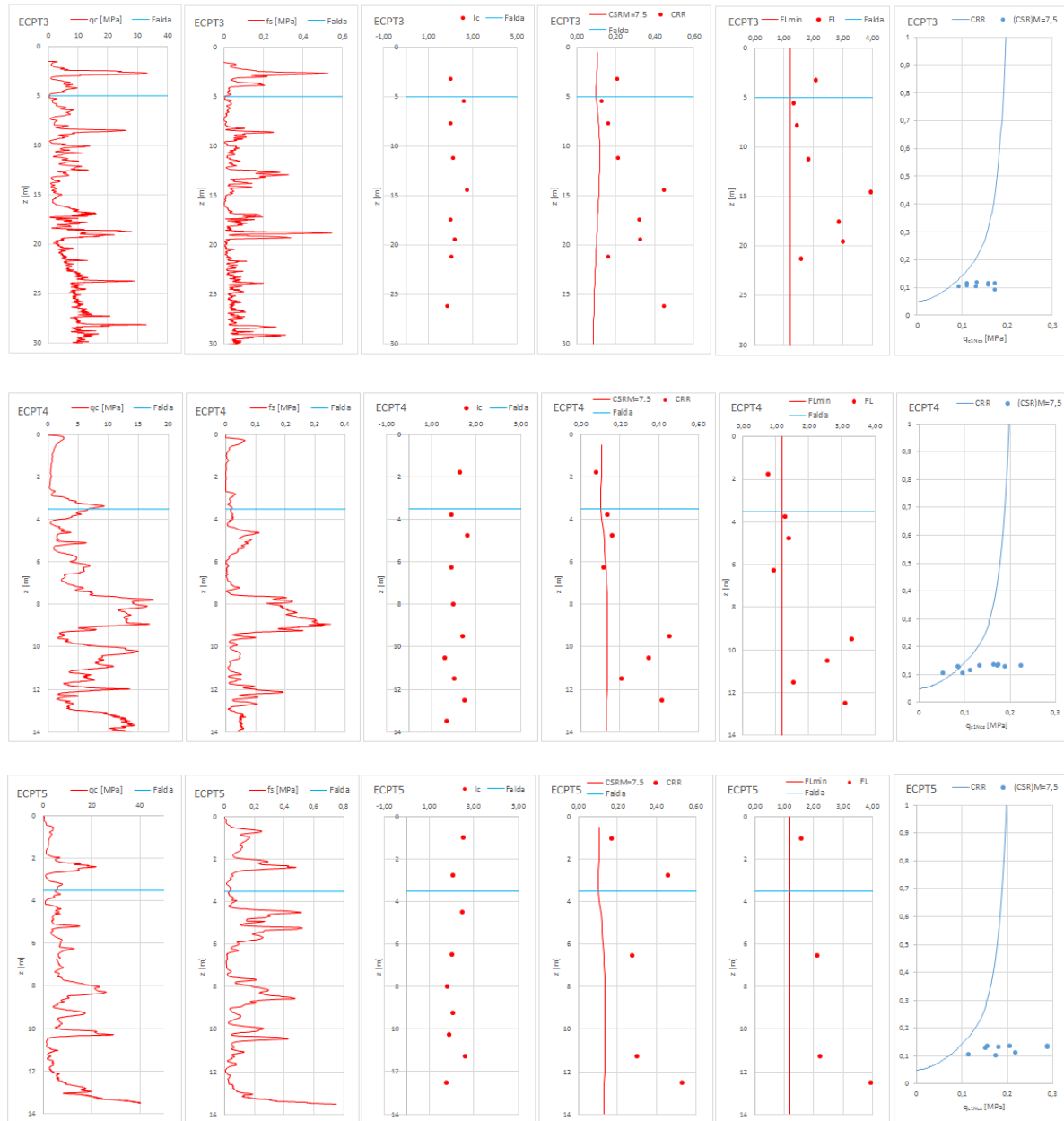


Figura 66. Verifica a liquefazione -pk 6+653,035 - 9+503,600 - CRR da CPT

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.	Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ RG GE.00.05.001 C 109 di 141	

Sondaggio	γ [kN/m ³]	z [m]	Zfalda [m]	σ_v [kPa]	σ'_v [kPa]	rd	CSR	CSR _{M=7.5,Sv=1atm}	N _{SPT}	CN	FC	(N _i) ₆₀	(N _i) _{60_CS}	CRR _{M=7.5,Sv=1atm}	FL
E14DH	16,0	6,5	4,0	104,0	79,0	0,852	0,219	0,122	4	1,157	20	4,6	9,1	0,112	0,92
E14DH	16,0	8,5	4,0	136,0	91,0	0,793	0,231	0,128	12	1,049	26	12,6	17,7	0,181	1,41
E14DH	16,0	11,5	4,0	184,0	109,0	0,704	0,232	0,129	11	0,955	20	10,5	15,0	0,156	1,21
E14DH	16,0	15,0	4,0	240,0	130,0	0,608	0,219	0,122	24	0,894	14	21,4	24,4	0,275	2,27
E15PZ	16,0	3,6	3,7	57,6	58,6	0,932	0,179	0,099	7	1,341	23	9,4	14,3	0,150	1,51
E15PZ	16,0	9,0	3,7	144,0	91,0	0,778	0,240	0,133	6	1,057	16	6,3	9,9	0,117	0,88
E15PZ	15,0	16,0	3,7	240,0	117,0	0,583	0,233	0,129	32	0,945	10	30,2	31,4	0,586	4,53
E16DH	16,0	5,6	5,3	89,6	86,6	0,878	0,177	0,098	6	1,088	29	6,5	11,8	0,131	1,33
E16DH	16,0	7,6	5,3	121,6	98,6	0,820	0,197	0,110	10	1,008	29	10,1	15,4	0,159	1,46
E16DH	16,0	9,5	5,3	152,0	110,0	0,763	0,206	0,114	6	0,944	26	5,7	10,8	0,124	1,08
E16DH	16,0	11,6	5,3	185,6	122,6	0,701	0,207	0,115	11	0,895	26	9,8	15,0	0,156	1,36
E17DH	16,0	6,0	5,5	96,0	91,0	0,867	0,178	0,099	3	1,063	37	3,2	8,7	0,109	1,10
E17DH	16,0	7,5	5,5	120,0	100,0	0,823	0,193	0,107	5	1,000	35	5,0	10,5	0,122	1,14
E17DH	16,0	9,0	5,5	144,0	109,0	0,778	0,201	0,111	8	0,952	35	7,6	13,1	0,141	1,27
E17DH	16,0	12,0	5,5	192,0	127,0	0,690	0,203	0,113	9	0,873	32	7,9	13,3	0,142	1,26
E17DH	16,0	15,0	5,5	240,0	145,0	0,608	0,196	0,109	16	0,889	32	14,2	19,6	0,202	1,85
E17DH	16,0	16,5	5,5	264,0	154,0	0,571	0,191	0,106	18	0,892	20	16,1	20,5	0,213	2,01
E19	16,0	6,6	6,0	105,6	99,6	0,849	0,176	0,098	6	1,002	40	6,0	11,6	0,129	1,33
E19	16,0	8,5	6,0	136,0	111,0	0,793	0,190	0,105	6	0,939	35	5,6	11,1	0,126	1,20
E19	16,0	11,0	6,0	176,0	126,0	0,719	0,196	0,109	6	0,869	35	5,2	10,7	0,123	1,13
E19	16,0	14,0	6,0	224,0	144,0	0,634	0,192	0,107	9	0,810	31	7,3	12,7	0,138	1,29
E19	16,0	18,0	6,0	288,0	168,0	0,536	0,179	0,100	26	0,858	31	22,3	27,7	0,372	3,73
E20DH	16,0	4,5	3,7	72,0	64,0	0,908	0,199	0,111	6	1,290	48	7,7	13,4	0,143	1,29
E20DH	16,0	6,0	3,7	96,0	73,0	0,867	0,222	0,123	11	1,173	48	12,9	18,5	0,189	1,53
E20DH	16,0	7,5	3,7	120,0	82,0	0,823	0,235	0,130	13	1,103	48	14,3	19,9	0,205	1,57
E20DH	16,0	9,0	3,7	144,0	91,0	0,778	0,240	0,133	12	1,049	48	12,6	18,2	0,186	1,39
E20DH	16,0	12,0	3,7	192,0	109,0	0,690	0,237	0,132	22	1,040	48	22,9	28,5	0,405	3,08
E20DH	16,0	13,5	3,7	216,0	118,0	0,648	0,231	0,128	26	1,037	48	27,0	32,6	0,707	5,50
S23	16,0	6,8	4,3	108,8	83,8	0,844	0,214	0,119	2	1,125	34	0,8	0,2	0,103	0,87
S23	16,0	10,1	4,3	161,6	103,6	0,746	0,227	0,126	9	0,981	34	0,7	0,2	0,151	1,20
S25	16,0	6,4	5,0	102,4	88,4	0,855	0,193	0,107	9	1,070	26	9,6	14,8	0,154	1,44
S25	16,0	9,0	5,0	144,0	104,0	0,778	0,210	0,117	13	0,980	26	12,7	17,9	0,183	1,56
S25	16,0	12,0	5,0	192,0	122,0	0,690	0,212	0,118	16	0,907	26	14,5	19,7	0,202	1,72
S25	16,0	13,5	5,0	216,0	131,0	0,648	0,208	0,116	26	0,894	26	23,3	28,4	0,401	3,46
S25	16,0	15,0	5,0	240,0	140,0	0,608	0,203	0,113	11	0,863	26	9,5	14,6	0,153	1,36
S29	16,0	6,5	3,7	104,0	76,0	0,852	0,227	0,126	14	1,140	48	16,0	21,6	0,227	1,79
S29	16,0	9,0	3,7	144,0	91,0	0,778	0,240	0,133	25	1,038	36	25,9	31,5	0,594	4,45
S28	16,0	3,0	2,8	48,0	46,0	0,947	0,193	0,107	9	1,479	23	13,3	18,2	0,186	1,73
S28	16,0	6,5	2,8	104,0	67,0	0,852	0,258	0,143	7	1,250	30	8,7	14,1	0,149	1,04
S28	16,0	9,0	2,8	144,0	82,0	0,778	0,267	0,148	12	1,105	74	13,3	18,8	0,192	1,30
S28	16,0	12,0	2,8	192,0	100,0	0,690	0,258	0,143	12	1,000	75	12,0	17,6	0,179	1,25

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.	Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ RG GE.00.05.001 C 110 di 141	

Sondaggio	γ [kN/m ³]	z [m]	z(falda) [m]	σ_v [kPa]	σ'_v [kPa]	rd	CSR	CSR _{m=7.5, Sv=1atm}	Vs [m/s]	Cv	Vs1 [m/s]	FC	Vs1* [m/s]	CRR	FL
E14DH	16,0	6,5	4,0	104,0	79,0	0,852	0,219	0,122	239,0	1,061	253,5	20	207,5	0,067	NON LIQUEF
E14DH	16,0	8,5	4,0	136,0	91,0	0,793	0,231	0,128	239,0	1,024	244,7	26	204,5	0,048	NON LIQUEF
E14DH	16,0	11,5	4,0	184,0	109,0	0,704	0,232	0,129	297,0	0,979	290,7	20	207,5	0,139	NON LIQUEF
E14DH	16,0	15,0	4,0	240,0	130,0	0,608	0,219	0,122	297,0	0,937	278,1	14	210,5	0,116	NON LIQUEF
E16DH	16,0	5,6	5,3	89,6	86,6	0,878	0,177	0,098	259,0	1,037	268,5	29	203	0,102	NON LIQUEF
E16DH	16,0	7,6	5,3	121,6	98,6	0,820	0,197	0,110	259,0	1,004	259,9	29	203	0,086	NON LIQUEF
E16DH	16,0	9,5	5,3	152,0	110,0	0,763	0,206	0,114	259,0	0,976	252,9	26	204,5	0,069	NON LIQUEF
E16DH	16,0	11,6	5,3	185,6	122,6	0,701	0,207	0,115	259,0	0,950	246,1	26	204,5	0,052	NON LIQUEF
E17DH	16,0	6,0	5,5	96,0	91,0	0,867	0,178	0,099	253,0	1,024	259,0	37	200	0,086	NON LIQUEF
E17DH	16,0	7,5	5,5	120,0	100,0	0,823	0,193	0,107	253,0	1,000	253,0	35	200	0,074	NON LIQUEF
E17DH	16,0	9,0	5,5	144,0	109,0	0,778	0,201	0,111	253,0	0,979	247,6	35	200	0,062	NON LIQUEF
E17DH	16,0	12,0	5,5	192,0	127,0	0,690	0,203	0,113	253,0	0,942	238,3	32	201,5	0,035	NON LIQUEF
E17DH	16,0	15,0	5,5	240,0	145,0	0,608	0,196	0,109	253,0	0,911	230,6	32	201,5	0,007	NON LIQUEF
E17DH	16,0	16,5	5,5	264,0	154,0	0,571	0,191	0,106	253,0	0,898	227,1	20	207,5	-0,043	NON LIQUEF
E20DH	16,0	4,5	3,7	72,0	64,0	0,908	0,199	0,111	149,0	1,118	166,6	48	200	0,131	1,182
E20DH	16,0	6,0	3,7	96,0	73,0	0,867	0,222	0,123	279,0	1,082	301,8	48	200	0,159	NON LIQUEF
E20DH	16,0	7,5	3,7	120,0	82,0	0,823	0,235	0,130	279,0	1,051	293,2	48	200	0,145	NON LIQUEF
E20DH	16,0	9,0	3,7	144,0	91,0	0,778	0,240	0,133	279,0	1,024	285,7	48	200	0,133	NON LIQUEF
E20DH	16,0	12,0	3,7	192,0	109,0	0,690	0,237	0,132	279,0	0,979	273,1	48	200	0,112	NON LIQUEF
E20DH	16,0	13,5	3,7	216,0	118,0	0,648	0,231	0,128	279,0	0,959	267,7	48	200	0,102	NON LIQUEF
S23	16,0	6,8	4,3	108,8	83,8	0,844	0,214	0,119	267,0	1,045	279,1	34	200,5	0,122	NON LIQUEF
S23	16,0	10,1	4,3	161,6	103,6	0,746	0,227	0,126	267,0	0,991	264,6	34	200	0,097	NON LIQUEF
S25	16,0	6,4	5,0	102,4	88,4	0,855	0,193	0,107	252,0	1,031	259,9	26	204,5	0,084	NON LIQUEF
S25	16,0	9,0	5,0	144,0	104,0	0,778	0,210	0,117	252,0	0,990	249,5	26	204,5	0,061	NON LIQUEF
S25	16,0	12,0	5,0	192,0	122,0	0,690	0,212	0,118	252,0	0,952	239,8	26	204,5	0,033	NON LIQUEF
S25	16,0	13,5	5,0	216,0	131,0	0,648	0,208	0,116	252,0	0,935	235,5	26	204,5	0,018	NON LIQUEF
S25	16,0	15,0	5,0	240,0	140,0	0,608	0,203	0,113	252,0	0,919	231,7	26	204,5	0,001	NON LIQUEF
S28	16,0	3,0	2,8	48,0	46,0	0,947	0,193	0,107	149,0	1,214	180,9	23	206	0,170	1,589
S28	16,0	6,5	2,8	104,0	67,0	0,852	0,258	0,143	288,0	1,105	318,3	30	202,5	0,185	NON LIQUEF
S28	16,0	9,0	2,8	144,0	82,0	0,778	0,267	0,148	260,0	1,051	273,2	74	200	0,112	NON LIQUEF
S28	16,0	12,0	2,8	192,0	100,0	0,690	0,258	0,143	260,0	1,000	260,0	75	200	0,088	NON LIQUEF

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 111 di 141
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale								

9.3.3 Tratta 3 – pk 9+503,600 – 10+533,435

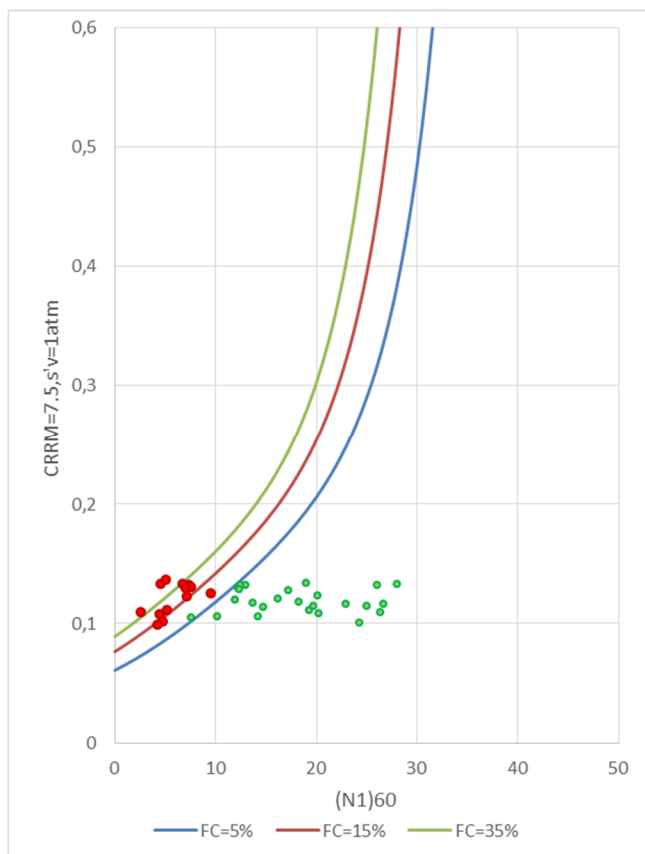


Figura 67. Verifica a liquefazione –pk 9+503,600 – 10+533,435– CRR da N_{SPT}

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 112 di 141
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale								

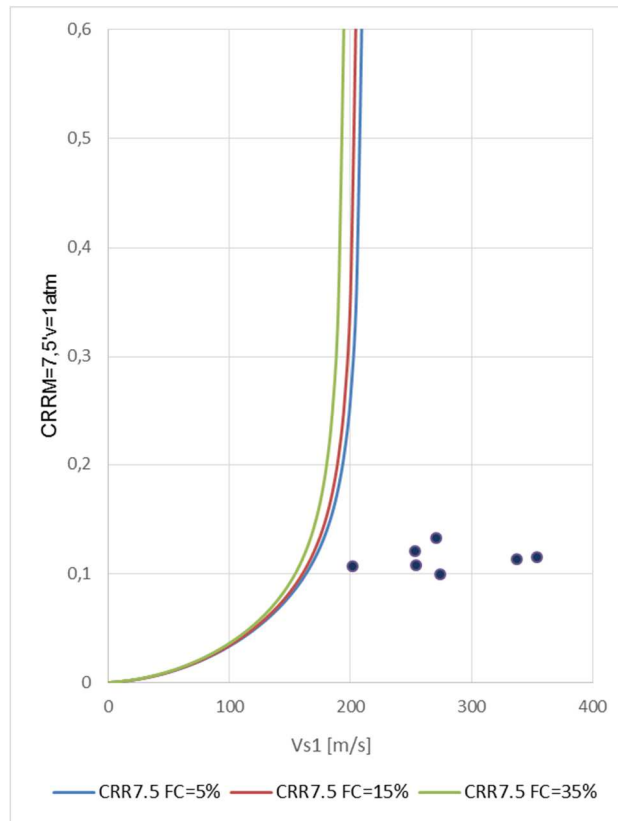


Figura 68. Verifica a liquefazione -pk 9+503,600 – 10+533,435- CRR da Vs

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.	Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ RG GE.00.05.001 C 113 di 141	

Sondaggio	γ [kN/m ³]	z [m]	z[falda] [m]	σ_v [kPa]	σ'_v [kPa]	rd	CSR	CSR _{M=7.5, Sv=1atm}	N _{SPT}	CN	FC	(N ₁) ₆₀	(N1) _{60, CS}	CRR _{M=7.5, Sv=1atm}	FL
E21PZ	16,0	4,5	3,8	72,0	64,9	0,908	0,197	0,109	2	1,329	36,5	2,7	8,2	0,106	0,97
E21PZ	16,0	6,0	3,8	96,0	73,9	0,867	0,220	0,122	6	1,191	8,5	7,1	7,7	0,102	0,84
E21PZ	16,0	9,0	3,8	144,0	91,9	0,778	0,238	0,132	7	1,050	52,4	7,3	13,0	0,140	1,06
E21PZ	16,0	12,0	3,8	192,0	109,9	0,690	0,235	0,131	8	0,947	32	7,6	13,0	0,140	1,07
E21PZ	16,0	13,5	3,8	216,0	118,9	0,648	0,229	0,127	18	0,957	32	17,2	22,7	0,244	1,91
E21PZ	16,0	15,0	3,8	240,0	127,9	0,608	0,222	0,124	21	0,959	33	20,1	25,6	0,305	2,47
E21PZ	16,0	16,0	3,8	256,0	133,9	0,583	0,217	0,121	17	0,956	33	16,3	21,7	0,229	1,90
E22PZ	16,0	5,6	3,8	89,6	71,1	0,878	0,216	0,120	10	1,194	44	11,9	17,5	0,179	1,49
E22PZ	16,0	7,3	3,8	116,8	81,3	0,829	0,232	0,129	11	1,113	24	12,2	17,2	0,176	1,36
E22PZ	16,0	8,8	3,8	140,8	90,3	0,784	0,238	0,132	27	1,039	44	28,1	33,7	0,853	6,44
E23DH	16,0	6,0	3,6	96,0	72,0	0,867	0,225	0,125	8	1,197	20	9,6	14,0	0,148	1,18
E23DH	16,0	7,6	3,6	121,6	81,6	0,820	0,238	0,132	6	1,126	16	6,8	10,3	0,120	0,91
E24PZ	16,0	5,8	5,3	92,8	87,3	0,872	0,181	0,100	23	1,057	52	24,3	29,9	0,480	4,78
E24PZ	16,0	7,3	5,3	116,8	96,3	0,829	0,196	0,109	26	1,015	47	26,4	32,0	0,644	5,91
E25DH	16,0	7,5	5,2	120,0	96,5	0,823	0,200	0,111	19	1,016	34	19,3	24,8	0,285	2,57
E25DH	16,0	10,0	5,2	160,0	111,5	0,748	0,209	0,116	24	0,956	27	22,9	28,1	0,390	3,35
E25DH	16,0	12,0	5,2	192,0	123,5	0,690	0,209	0,116	29	0,922	27	26,7	31,9	0,638	5,49
E25DH	16,0	13,5	5,2	216,0	132,5	0,648	0,206	0,114	28	0,894	18	25,0	29,1	0,434	3,80
E26DH	16,0	5,8	4,8	92,8	82,8	0,872	0,191	0,106	13	1,098	51	14,3	19,9	0,204	1,93
E26DH	16,0	7,3	4,8	116,8	91,8	0,829	0,206	0,114	19	1,039	14	19,7	22,6	0,243	2,13
S30	16,0	8,0	3,7	128,0	85,0	0,808	0,237	0,132	12	1,086	30	13,0	18,4	0,188	1,42
S30	16,0	12,0	3,7	192,0	109,0	0,690	0,237	0,132	13	0,957	33	12,4	17,9	0,183	1,39
S31	16,0	8,0	3,5	116,8	78,8	0,829	0,240	0,133	4	1,159	30	4,6	10,0	0,118	0,89
S31	16,0	12,0	3,5	168,0	98,0	0,734	0,245	0,136	5	1,012	33	5,1	10,5	0,122	0,89
S34	16,0	6,0	4,8	96,0	84,0	0,867	0,193	0,107	4	1,115	24	4,5	9,4	0,114	1,06
S40	16,0	4,5	3,7	72,0	64,0	0,908	0,199	0,111	4	1,312	35	5,2	10,8	0,123	1,11
S40	16,0	7,0	3,7	112,0	79,0	0,838	0,232	0,129	11	1,129	15	12,4	15,7	0,162	1,26
S40	16,0	10,5	3,7	168,0	100,0	0,734	0,240	0,134	19	1,000	5	19,0	19,0	0,194	1,46
S40	16,0	12,0	3,7	192,0	109,0	0,690	0,237	0,132	27	0,967	19	26,1	30,4	0,511	3,88
S38	16,0	6,0	5,0	96,0	86,0	0,867	0,189	0,105	7	1,090	17	7,6	11,5	0,129	1,23
S38	16,0	9,0	5,0	144,0	104,0	0,778	0,210	0,117	14	0,981	45	13,7	19,3	0,198	1,70
S38	16,0	12,0	5,0	192,0	122,0	0,690	0,212	0,118	20	0,913	13	18,3	20,8	0,216	1,83
S36	16,0	7,5	6,1	120,0	106,0	0,823	0,182	0,101	5	0,965	45	4,8	10,4	0,121	1,20
S36	16,0	9,0	6,1	144,0	115,0	0,778	0,190	0,106	11	0,927	50	10,2	15,8	0,163	1,55
S36	16,0	12,0	6,1	192,0	133,0	0,690	0,194	0,108	23	0,883	45	20,3	25,9	0,313	2,90
S39	16,0	6,0	5,5	96,0	91,0	0,867	0,178	0,099	4	1,061	51	4,2	9,9	0,117	1,18
S39	16,0	10,5	5,5	168,0	118,0	0,734	0,204	0,113	16	0,922	20	14,8	19,2	0,197	1,74
S32	16,0	6,0	3,9	96,0	75,0	0,778	0,233	0,129	6	1,181	69	7,1	12,7	0,137	1,14
S32	16,0	12,0	3,9	192,0	111,0	0,690	0,233	0,129	27	0,960	22	25,9	30,7	0,531	4,11

Sondaggio	γ [kN/m ³]	z [m]	z[falda] [m]	σ_v [kPa]	σ'_v [kPa]	rd	CSR	CSR _{M=7.5, Sv=1atm}	V _s [m/s]	C _v	V _{s1} [m/s]	FC	V _{s1} * [m/s]	CRR	FL
E23DH	16,0	6,0	3,6	96,0	72,0	0,867	0,225	0,125	394,0	1,086	427,7	20	207,5	0,376	NON LIQUEF
E23DH	16,0	7,6	3,6	121,6	81,6	0,820	0,238	0,132	394,0	1,052	414,5	16	209,5	0,351	NON LIQUEF
E25DH	16,0	7,5	5,2	120,0	96,5	0,823	0,200	0,111	554,0	1,009	559,0	34	200,5	0,666	NON LIQUEF
E25DH	16,0	10,0	5,2	160,0	111,5	0,748	0,209	0,116	554,0	0,973	539,1	27	204	0,617	NON LIQUEF
E25DH	16,0	12,0	5,2	192,0	123,5	0,690	0,209	0,116	554,0	0,949	525,5	27	204	0,585	NON LIQUEF
E25DH	16,0	13,5	5,2	216,0	132,5	0,648	0,206	0,114	554,0	0,932	516,4	18	208,5	0,564	NON LIQUEF
E26DH	16,0	5,8	4,8	92,8	82,8	0,872	0,191	0,106	193,0	1,048	202,3	51	200	-1,128	NON LIQUEF
E26DH	16,0	7,3	4,8	116,8	91,8	0,829	0,206	0,114	347,0	1,022	354,5	14	210,5	0,244	NON LIQUEF
S30	16,0	8,0	3,7	128,0	85,0	0,808	0,237	0,132	260,0	1,041	270,8	30	202,5	0,106	NON LIQUEF
S30	16,0	12,0	3,7	192,0	109,0	0,690	0,237	0,132	410,0	0,979	401,3	33	201	0,326	NON LIQUEF
S34	16,0	6,0	4,8	96,0	84,0	0,867	0,193	0,107	244,0	1,045	254,9	24	205,5	0,073	NON LIQUEF
S39	16,0	6,0	5,5	96,0	91,0	0,867	0,178	0,099	268,0	1,024	274,4	51	200	0,114	NON LIQUEF
S39	16,0	10,5	5,5	168,0	118,0	0,734	0,204	0,113	352,0	0,959	337,7	20	207,5	0,216	NON LIQUEF
S32	16,0	6,0	3,9	96,0	75,0	0,778	0,233	0,129	236,0	1,075	253,6	69	200	0,100	NON LIQUEF
S32	16,0	12,0	3,9	192,0	111,0	0,690	0,233	0,129	471,0	0,974	458,9	22	206,5	0,400	NON LIQUEF

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 114 di 141
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale								

9.3.4 Tratta 4- pk 10+533,435 – 13+205,542

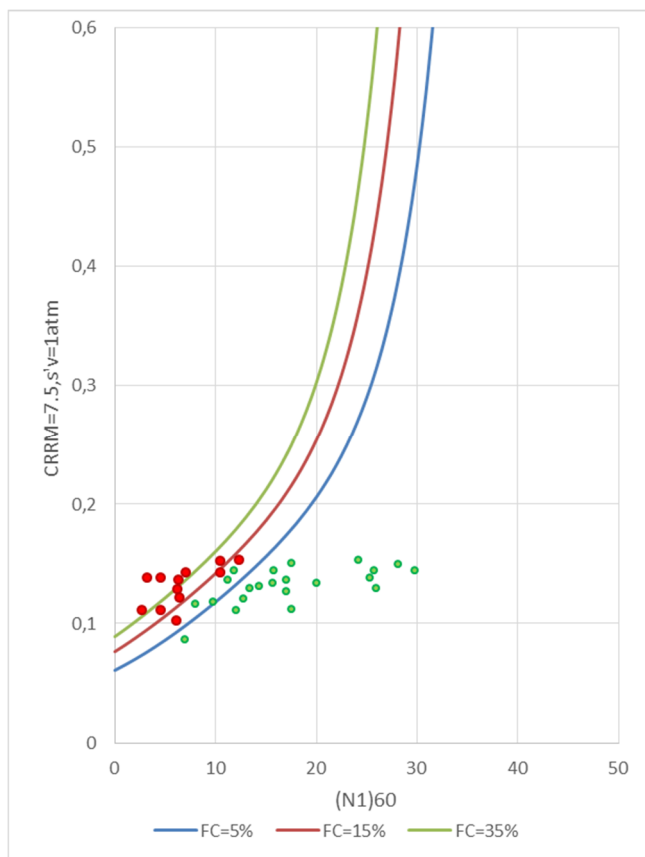


Figura 69. Verifica a liquefazione –pk 10+533,435 – 13+205,542– CRR da N_{SPT}

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.		Mandante: ASTALDI S.p.A.		LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO							
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale				PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 115 di 141		

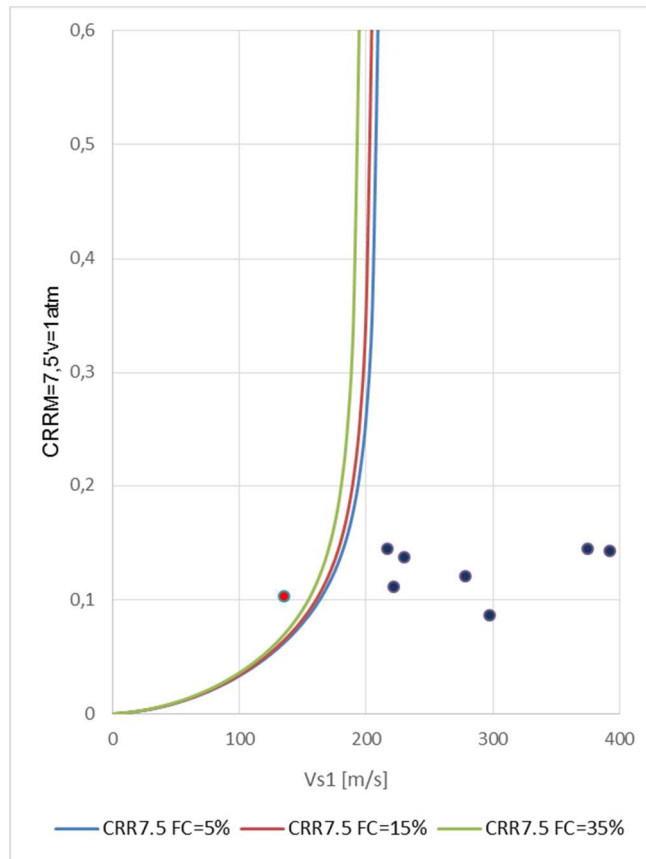


Figura 70. Verifica a liquefazione –pk 10+533,435 – 13+205,542– CRR da Vs

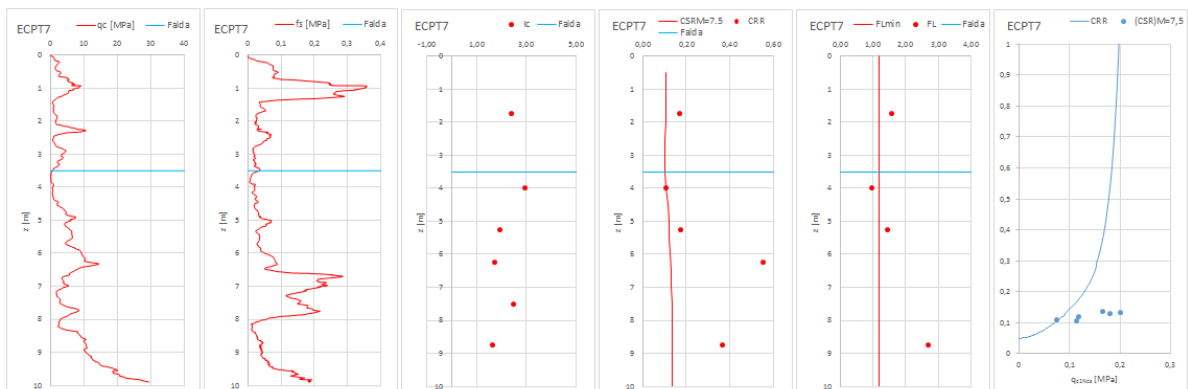


Figura 71. Verifica a liquefazione –pk 10+533,435 – 13+205,542– CRR da CPT

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.	Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ RG GE.00.05.001 C 116 di 141	

Sondaggio	γ [kN/m ³]	z [m]	zfalda [m]	σ_v [kPa]	σ'_v [kPa]	rd	CSR	CSR _{M=7.5, Sv=1atm}	N _{SPT}	CN	FC	(N ₁) ₆₀	(N ₁) _{60, cs}	CRR _{M=7.5, Sv=1atm}	FL
E27PZ	16,0	4,5	3,7	72,0	63,8	0,908	0,200	0,111	2	1,344	34	2,7	8,2	0,106	0,95
E27PZ	16,0	7,5	3,7	120,0	81,8	0,823	0,235	0,131	13	1,104	41	14,4	19,9	0,205	1,57
E27PZ	16,0	9,0	3,7	144,0	90,8	0,778	0,241	0,134	15	1,047	41	15,7	21,3	0,223	1,67
E27PZ	16,0	10,5	3,7	168,0	99,8	0,734	0,241	0,134	20	1,001	41	20,0	25,6	0,305	2,28
E28	16,0	5,0	4,0	80,0	69,8	0,895	0,200	0,111	10	1,204	28	12,0	17,3	0,177	1,59
E28	16,0	9,0	4,0	144,0	93,8	0,778	0,233	0,129	13	1,033	28	13,4	18,7	0,191	1,48
E29	16,0	5,0	2,6	80,0	56,0	0,895	0,249	0,138	3	1,436	28	4,6	10,0	0,115	0,83
E29	16,0	9,0	2,6	144,0	80,0	0,778	0,273	0,152	9	1,128	41	10,5	15,9	0,162	1,07
E30DH	16,0	3,5	3,0	56,0	51,0	0,934	0,200	0,111	3	1,518	31	4,6	10,0	0,118	1,06
E30DH	16,0	7,5	3,0	120,0	75,0	0,823	0,257	0,143	9	1,166	31	10,5	15,9	0,164	1,15
E30DH	16,0	9,4	3,0	150,4	86,4	0,766	0,260	0,145	11	1,079	29	11,9	17,2	0,176	1,22
E31DH	16,0	6,0	3,0	96,0	66,0	0,867	0,246	0,137	9	1,245	27	11,2	16,4	0,168	1,23
E31DH	16,0	7,5	3,0	120,0	75,0	0,823	0,257	0,143	6	1,181	28	7,1	12,4	0,135	0,95
E31DH	16,0	10,0	3,0	160,0	90,0	0,748	0,259	0,144	15	1,052	14	15,8	18,7	0,191	1,32
S41	16,0	6,1	4,2	97,6	78,6	0,864	0,209	0,116	7	1,146	28	8,0	13,3	0,142	1,22
S41	16,0	9,5	4,2	152,0	99,0	0,763	0,229	0,127	17	1,005	28	17,1	22,3	0,239	1,88
S42	16,0	3,0	2,6	48,0	44,0	0,947	0,201	0,112	12	1,462	15	17,5	20,8	0,216	1,93
S42	16,0	7,5	2,6	120,0	71,0	0,823	0,271	0,151	15	1,171	37	17,6	23,1	0,251	1,67
S43	16,0	3,7	2,4	59,2	46,4	0,929	0,231	0,128	4	1,575	30	6,3	11,7	0,130	1,01
S43	16,0	6,9	2,4	110,4	65,6	0,841	0,276	0,153	10	1,242	30	12,4	17,8	0,181	1,18
S43	16,0	10,7	2,4	171,2	88,4	0,728	0,275	0,153	23	1,051	30	24,2	29,5	0,458	3,00
S44	16,0	3,0	3,9	48,0	57,0	0,947	0,155	0,086	5	1,387	31	6,9	12,3	0,135	1,56
S44	16,0	6,0	3,9	96,0	75,0	0,867	0,216	0,120	11	1,158	31	12,7	18,1	0,185	1,54
S44	16,0	12,0	3,9	192,0	111,0	0,690	0,233	0,129	27	0,960	31	25,9	31,3	0,581	4,49
S51	16,0	5,0	3,4	80,0	64,0	0,895	0,218	0,121	5	1,300	31	6,5	11,9	0,132	1,09
S51	16,0	9,0	3,4	144,0	88,0	0,778	0,248	0,138	3	1,086	29	3,3	8,6	0,108	0,79
S51	16,0	10,4	3,4	166,4	96,4	0,737	0,248	0,138	25	1,015	29	25,4	30,7	0,531	3,86
S47	16,0	3,0	3,0	48,0	48,0	0,947	0,185	0,103	4	1,545	14,5	6,2	9,3	0,113	1,10
S47	16,0	6,0	3,0	96,0	66,0	0,867	0,246	0,137	5	1,278	39	6,4	12,0	0,132	0,97
S47	16,0	9,0	3,0	144,0	84,0	0,778	0,260	0,145	28	1,066	25	29,8	34,9	1,088	7,52
S48	16,0	4,0	3,0	64,0	54,0	0,922	0,213	0,118	7	1,398	26	9,8	14,9	0,156	1,31
S48	16,0	6,0	3,0	96,0	66,0	0,867	0,246	0,137	14	1,214	26	17,0	22,1	0,235	1,72
S48	16,0	9,0	3,0	144,0	84,0	0,778	0,260	0,145	24	1,071	31	25,7	31,1	0,564	3,90
S48	15,0	12,0	3,0	180,0	90,0	0,690	0,269	0,149	27	1,041	31	28,1	33,5	0,828	5,54

Sondaggio	γ [kN/m ³]	z [m]	zfalda [m]	σ_v [kPa]	σ'_v [kPa]	rd	CSR	CSR _{M=7.5, Sv=1atm}	Vs [m/s]	Cv	Vs1 [m/s]	FC	Vs1* [m/s]	CRR	FL
E30DH	16,0	3,5	3,0	56,0	51,0	0,934	0,200	0,111	188,0	1,183	222,5	31	202	-0,042	NON LIQUEF
E30DH	16,0	7,5	3,0	120,0	75,0	0,823	0,257	0,143	488,0	1,075	524,4	31	202	0,582	NON LIQUEF
E30DH	16,0	9,4	3,0	150,4	86,4	0,766	0,260	0,145	488,0	1,037	506,2	29	203	0,541	NON LIQUEF
E31DH	16,0	6,0	3,0	96,0	66,0	0,867	0,246	0,137	365,0	1,109	405,0	27	204	0,333	NON LIQUEF
E31DH	16,0	7,5	3,0	120,0	75,0	0,823	0,257	0,143	365,0	1,075	392,2	28	203,5	0,310	NON LIQUEF
E31DH	16,0	10,0	3,0	160,0	90,0	0,748	0,259	0,144	365,0	1,027	374,7	14	210,5	0,279	NON LIQUEF
S44	16,0	3,0	3,9	48,0	57,0	0,947	0,155	0,086	259,0	1,151	298,1	31	202	0,152	NON LIQUEF
S44	16,0	6,0	3,9	96,0	75,0	0,867	0,216	0,120	259,0	1,075	278,3	31	202	0,120	NON LIQUEF
S44	16,0	12,0	3,9	192,0	111,0	0,690	0,233	0,129	601,0	0,974	585,5	31	202	0,733	NON LIQUEF
S47	16,0	3,0	3,0	48,0	48,0	0,947	0,185	0,103	113,0	1,201	135,8	14,5	210,25	0,065	0,632
S47	16,0	6,0	3,0	96,0	66,0	0,867	0,246	0,137	208,0	1,109	230,8	39	200	0,012	NON LIQUEF
S47	16,0	9,0	3,0	144,0	84,0	0,778	0,260	0,145	208,0	1,045	217,3	25	205	-0,138	NON LIQUEF

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. PAGINA C 117 di 141

9.3.5 Tratta 5 – pk 13+205,542-15+819,914

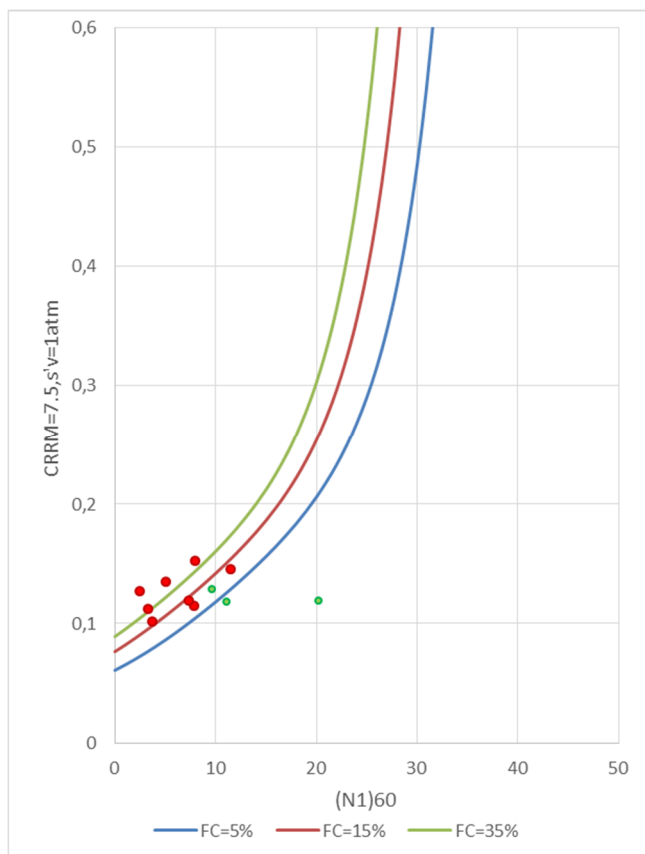


Figura 72. Verifica a liquefazione –pk 13+205,542-15+819,914– CRR da NSPT

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.		Mandante: ASTALDI S.p.A.		LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO			
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.			
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 118 di 141

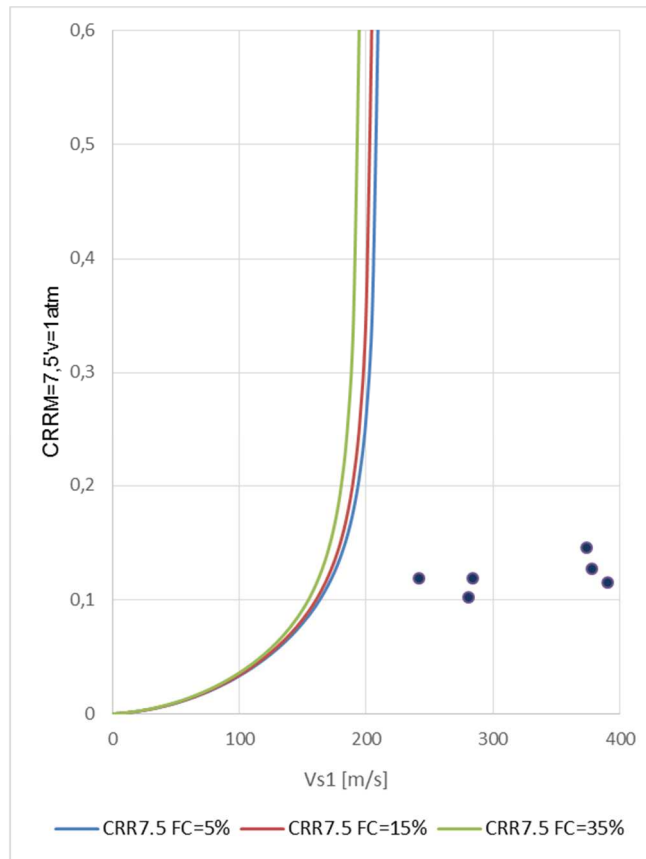


Figura 73. Verifica a liquefazione –pk 13+205,542-15+819,914– CRR da Vs

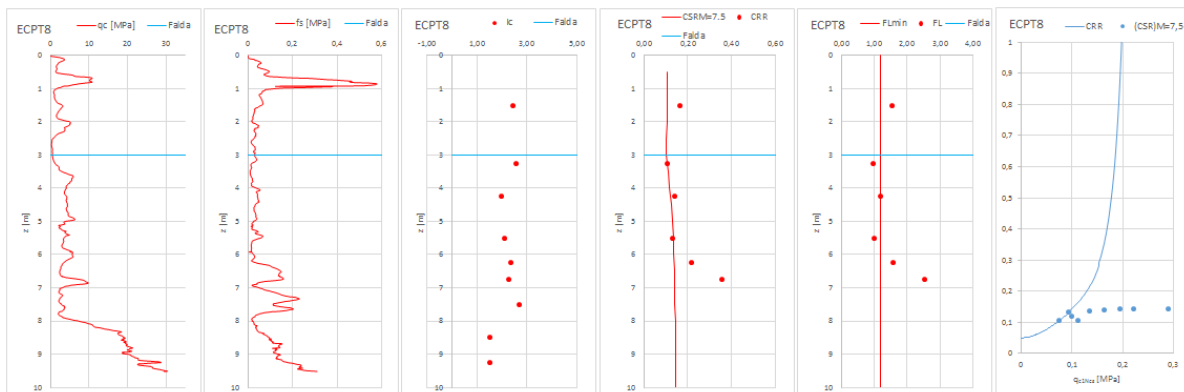


Figura 74. Verifica a liquefazione –pk 13+205,542-15+819,914– CRR da CPT

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.	Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ RG GE.00.05.001 C 119 di 141	

Sondaggio	γ [kN/m ³]	z [m]	zfallida [m]	σ_v [kPa]	σ'_v [kPa]	r_d	CSR	CSR _{M=7.5, Sv=1atm}	N _{SP} T	CN	FC	(N ₁) ₆₀	(N ₁) _{60, CS}	CRR _{M=7.5, Sv=1atm}	FL
E32PZ	16,0	6,0	3,1	96,0	67,2	0,867	0,241	0,134	4	1,275	29	5,1	10,4	0,121	0,90
E33DH	16,0	4,5	3,5	72,0	62,0	0,908	0,206	0,114	6	1,312	20	7,9	12,3	0,135	1,18
E33DH	16,0	6,0	3,5	96,0	71,0	0,867	0,229	0,127	2	1,255	33	2,5	8,0	0,104	0,82
E34DH	16,0	4,5	4,3	72,0	70,0	0,908	0,182	0,101	3	1,254	29	3,8	9,1	0,112	1,10
S55	16,0	6,0	2,3	96,0	59,3	0,867	0,274	0,152	6	1,344	48	8,1	13,7	0,145	0,96
S62	16,0	6,0	4,0	96,0	76,0	0,867	0,213	0,119	18	1,128	20	20,3	24,8	0,285	2,40
S59	16,0	3,0	2,6	48,0	44,0	0,947	0,201	0,112	2	1,695	36	3,4	8,9	0,111	0,99
S59	16,0	6,0	2,6	96,0	62,0	0,867	0,262	0,145	9	1,284	31	11,6	17,0	0,173	1,19
E35DH	16,0	4,0	3,0	64,0	54,0	0,922	0,213	0,118	8	1,385	32	11,1	16,5	0,169	1,43
E35DH	16,0	16,0	3,0	256,0	126,0	0,583	0,231	0,128	11	0,882	26	9,7	14,8	0,155	1,21
E35DH	16,0	18,7	3,0	299,2	142,2	0,521	0,214	0,119	9	0,817	36	7,3	12,9	0,139	1,17

Sondaggio	γ [kN/m ³]	z [m]	zfallida [m]	σ_v [kPa]	σ'_v [kPa]	r_d	CSR	CSR _{M=7.5, Sv=1atm}	Vs [m/s]	Cv	Vs1 [m/s]	FC	Vs1* [m/s]	CRR	FL
E33DH	16,0	4,5	3,5	72,0	62,0	0,908	0,206	0,114	347,0	1,127	391,0	20	207,5	0,308	NON LIQUEF
E33DH	16,0	6,0	3,5	96,0	71,0	0,867	0,229	0,127	347,0	1,089	378,0	33	201	0,285	NON LIQUEF
E34DH	16,0	4,5	4,3	72,0	70,0	0,908	0,182	0,101	257,0	1,093	281,0	29	203	0,124	NON LIQUEF
S62	16,0	6,0	4,0	96,0	76,0	0,867	0,213	0,119	226,0	1,071	242,0	20	207,5	0,034	NON LIQUEF
S59	16,0	3,0	2,6	48,0	44,0	0,947	0,201	0,112	332,0	1,228	407,6	36	200	0,338	NON LIQUEF
S59	16,0	6,0	2,6	96,0	62,0	0,867	0,262	0,145	332,0	1,127	374,1	31	202	0,278	NON LIQUEF
E35DH	16,0	4	3	64	54	0,922	0,213	0,118	244,0	1,167	284,6	32	201,5	0,131	NON LIQUEF
E35DH	16,0	16	3	256	126	0,583	0,231	0,128	580,0	0,944	547,4	26	204,5	0,637	NON LIQUEF
E35DH	16,0	18,7	3	299,2	142,2	0,521	0,214	0,119	580,0	0,916	531,1	36	200	0,598	NON LIQUEF

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 120 di 141
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale								

9.3.6 Altre Aree

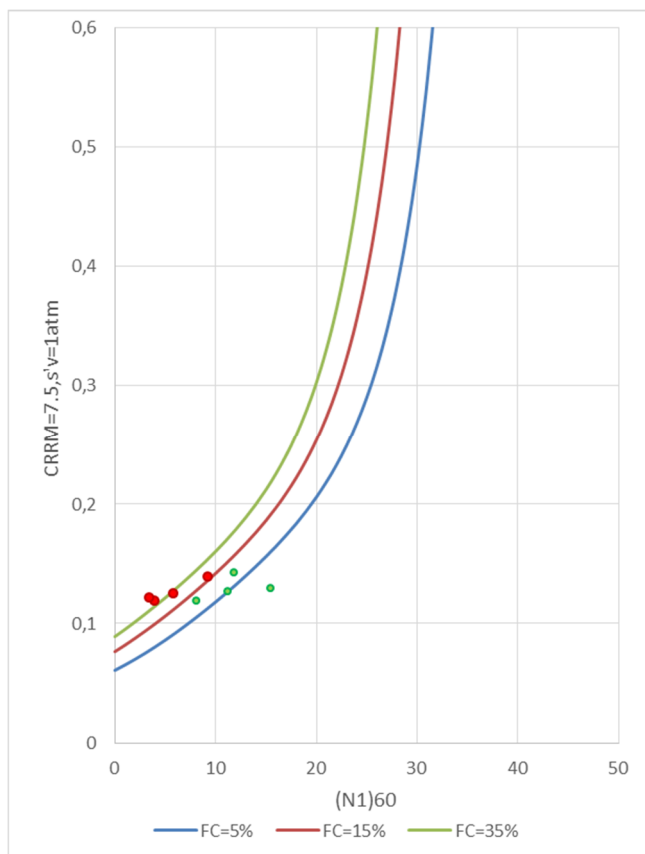


Figura 75. Verifica a liquefazione – CRR da NSPT

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO								
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 121 di 141			

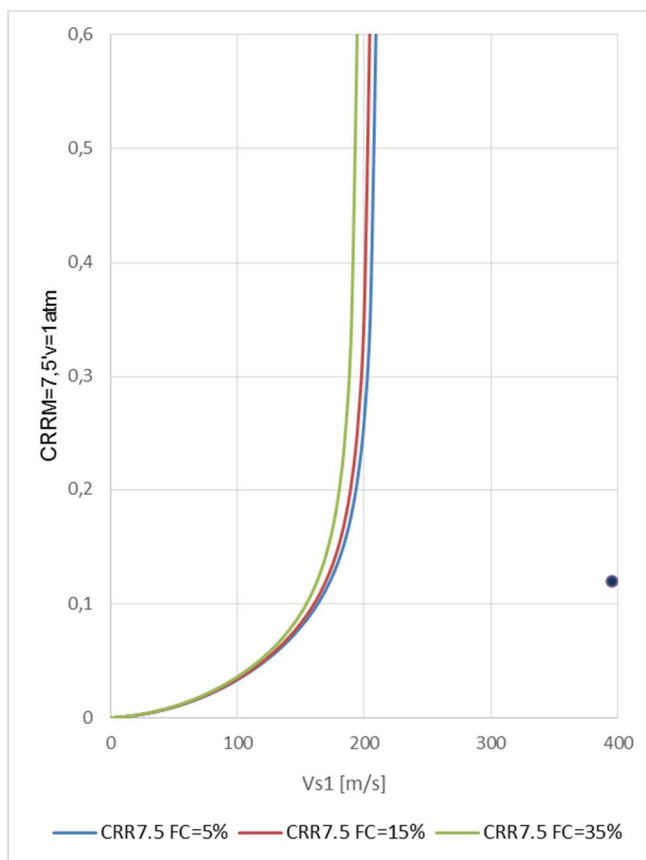


Figura 76. Verifica a liquefazione – CRR da Vs

Sondaggio	γ [kN/m ³]	z [m]	z _{falda} [m]	σ_v [kPa]	σ'_v [kPa]	rd	CSR	N _{SPT}	CN	FC	(N ₁) ₆₀	(N ₁) _{60,CS}	CRR _{M=7,5,Sv=1atm}	FL
E39DH	16,0	18,5	2,4	296,0	135,1	0,526	0,225	7	0,835	37	5,8	11,4	0,125	1,03
E39DH	16,0	20,0	2,4	320,0	144,1	0,496	0,215	10	0,814	37	8,1	13,7	0,119	1,22
E40PZ	16,0	4,5	2,4	67,5	46,6	0,908	0,257	8	1,486	40	11,9	17,5	0,143	1,25
E40PZ	16,0	15,0	2,4	240,0	114,1	0,608	0,249	10	0,930	37	9,3	14,8	0,139	1,12
E40PZ	16,0	18,0	2,4	288,0	132,1	0,536	0,228	13	0,864	37	11,2	16,8	0,127	1,36
E40PZ	16,0	20,0	2,4	320,0	144,1	0,496	0,215	5	0,794	37	4,0	9,5	0,119	0,96
S61	16,0	2,0	1,6	32,0	27,7	0,970	0,219	2	1,700	30	3,4	8,8	0,121	0,90

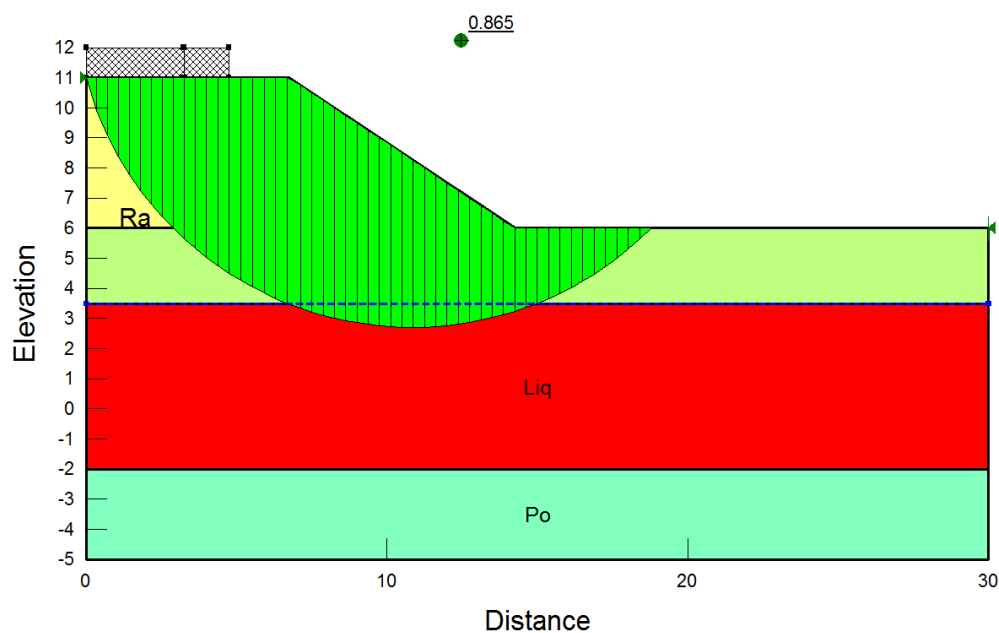
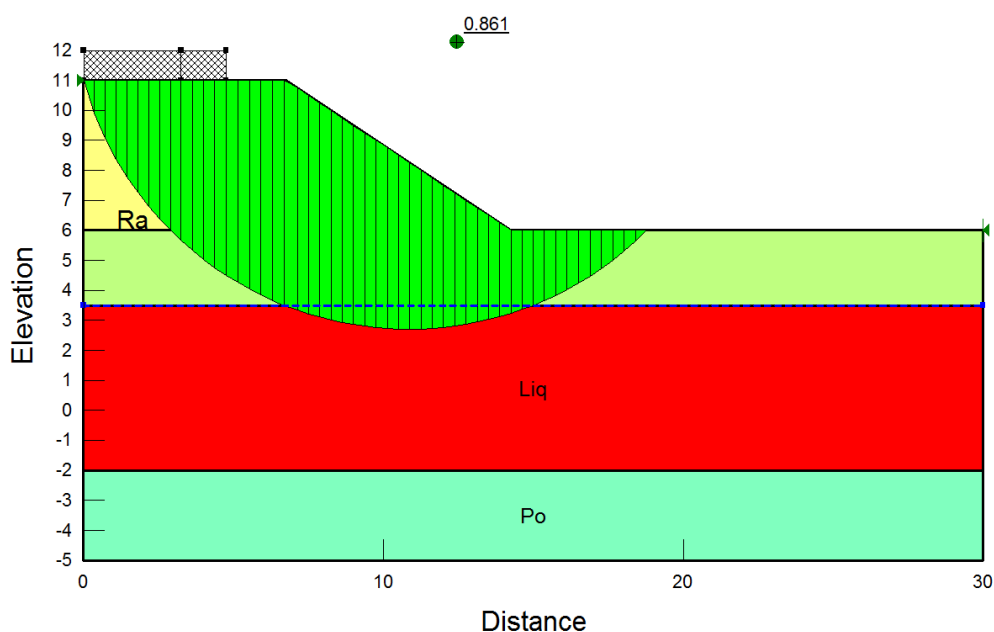
Sondaggio	γ [kN/m ³]	z [m]	z _{falda} [m]	σ_v [kPa]	σ'_v [kPa]	rd	CSR	CRR _{M=7,5,Sv=1atm}	Vs [m/s]	Cv	Vs1 [m/s]	FC	Vs1* [m/s]	CRR	FL
E39DH	16,0	18,5	2,4	296,0	135,1	0,526	0,225	0,125	434,0	0,928	402,6	37	200	0,329	NON LIQUEF
E39DH	16,0	20,0	2,4	320,0	144,1	0,496	0,215	0,119	434,0	0,913	396,1	37	200	0,317	NON LIQUEF

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C PAGINA 122 di 141

9.4 ANALISI DI STABILITÀ IN CONDIZIONE DI LIQUEFAZIONE (SENSIBILITÀ)

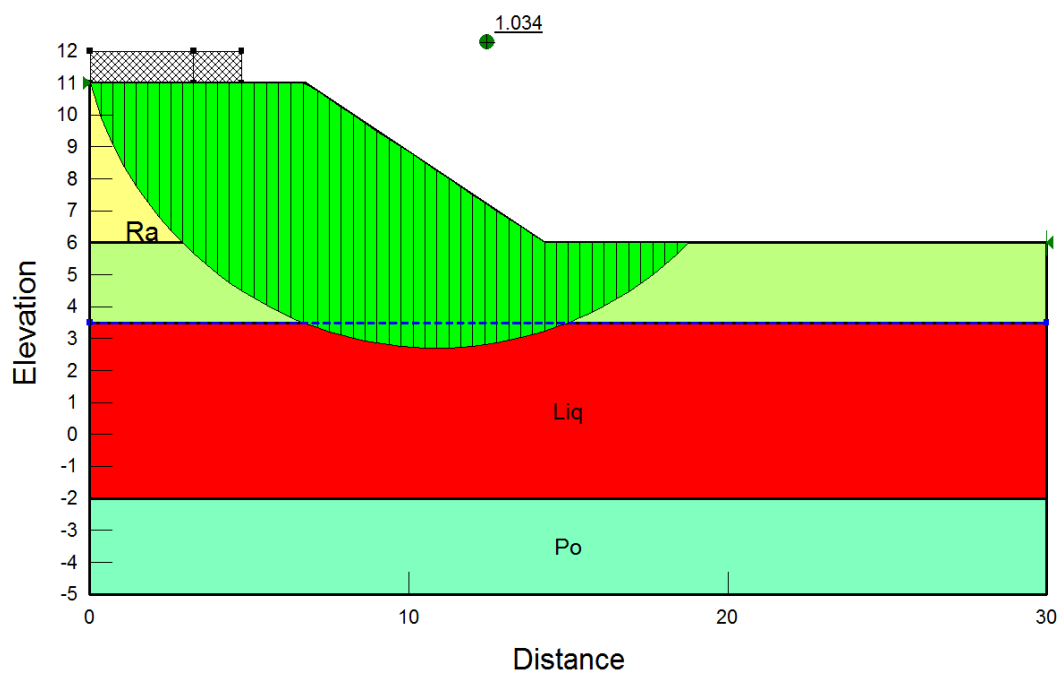
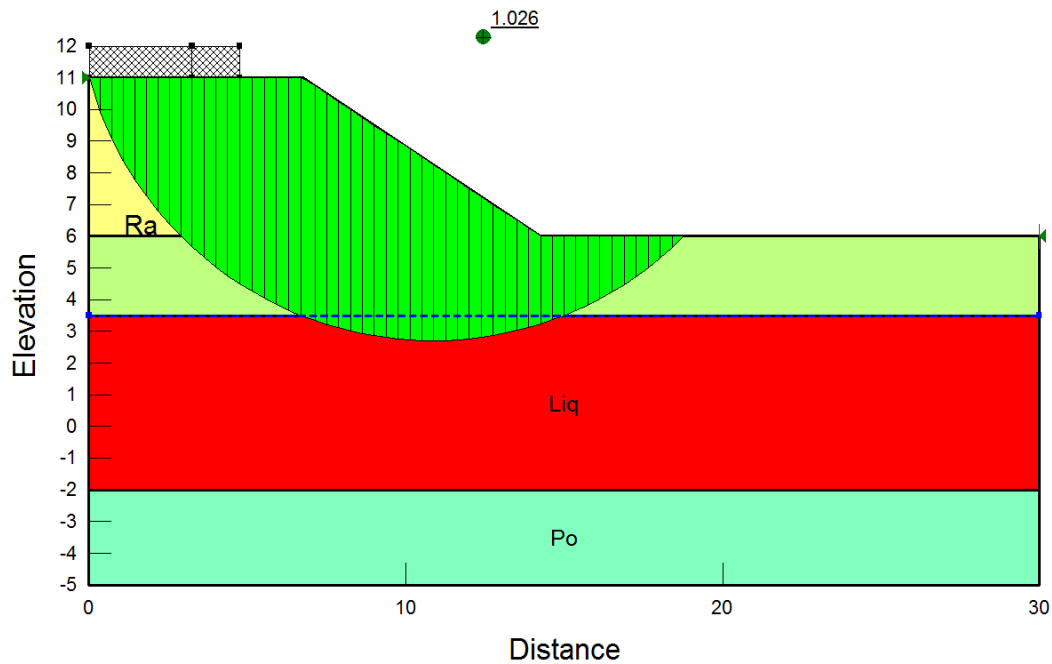
Negli output grafici il rilevato viene sempre chiamato Ra, ma i valori che lo caratterizzano sono quelli relativi al materiale A/B/C riportato nel titolo del paragrafo.

9.4.1 ANALISI 1 (H=5m, qf=2.5m; rilevato A)



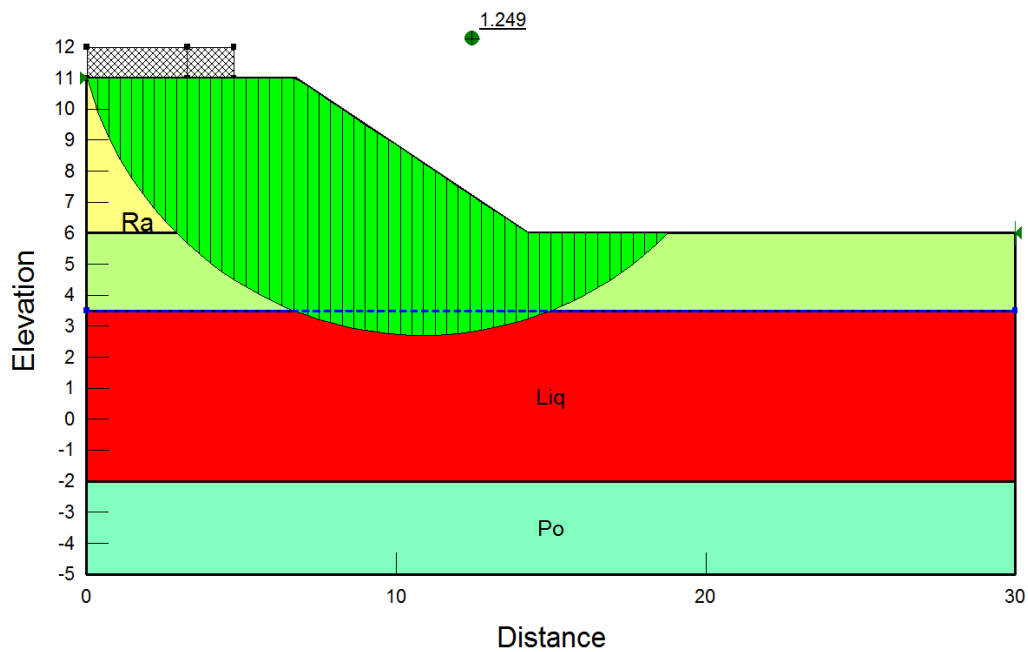
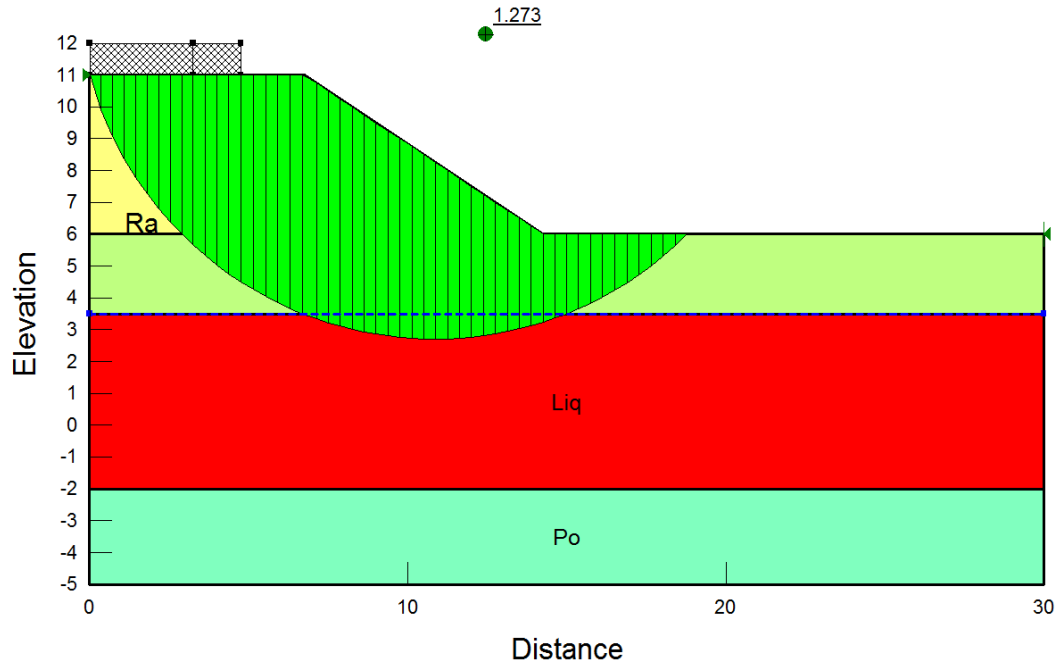
APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.		Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. PAGINA C 123 di 141

9.4.2 ANALISI 2 (H=5m, qf=2.5m; rilevato B)



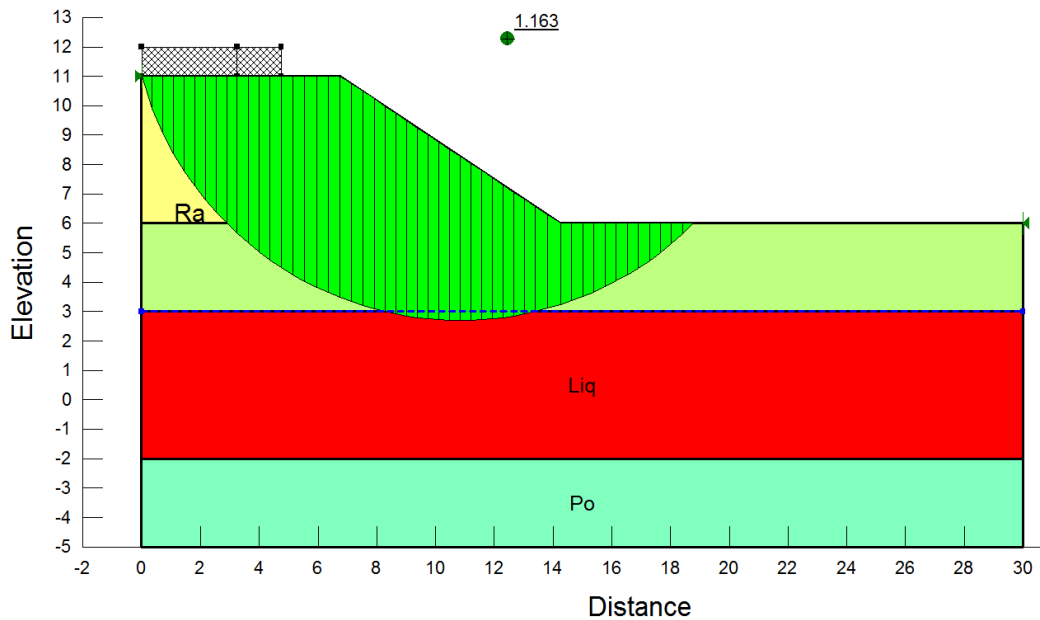
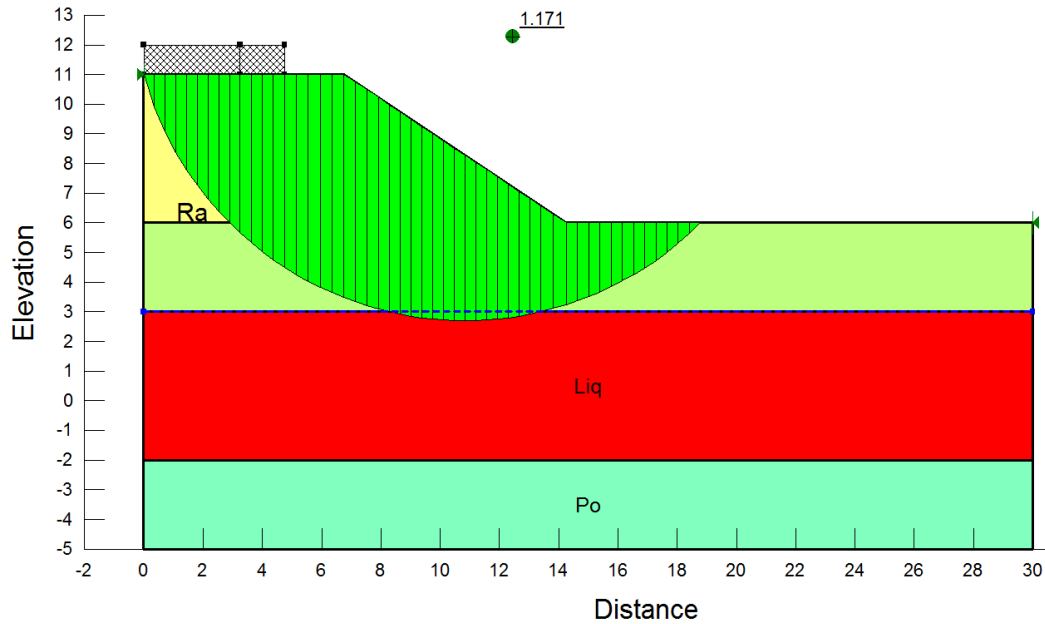
APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.		Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		Mandante: ROCKSOIL S.p.A.			
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 124 di 141

9.4.3 ANALISI 3 (H=5m, qf=2.5m; rilevato C)



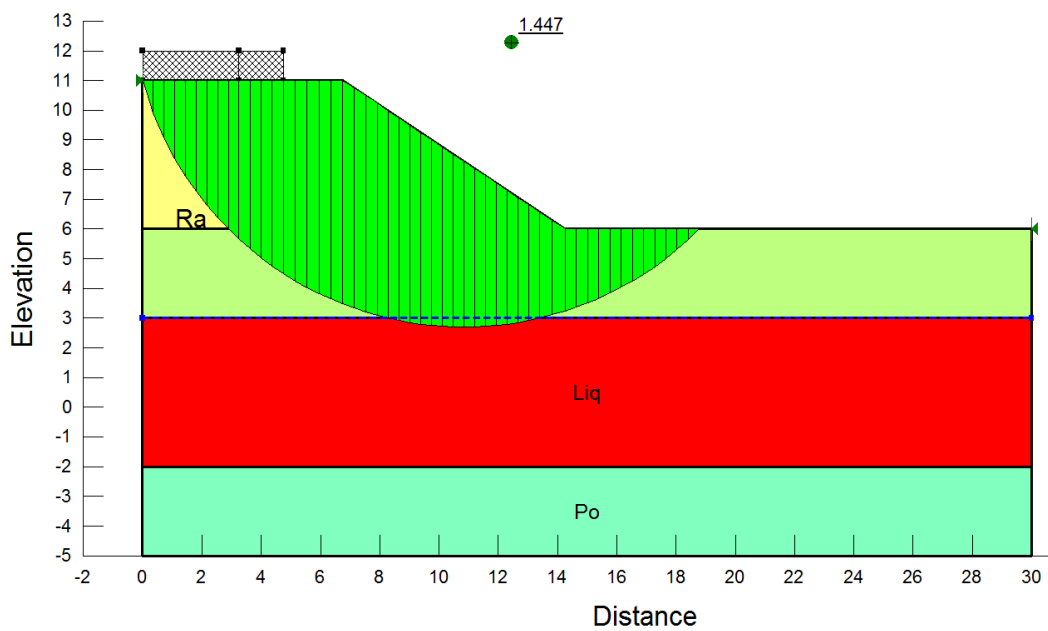
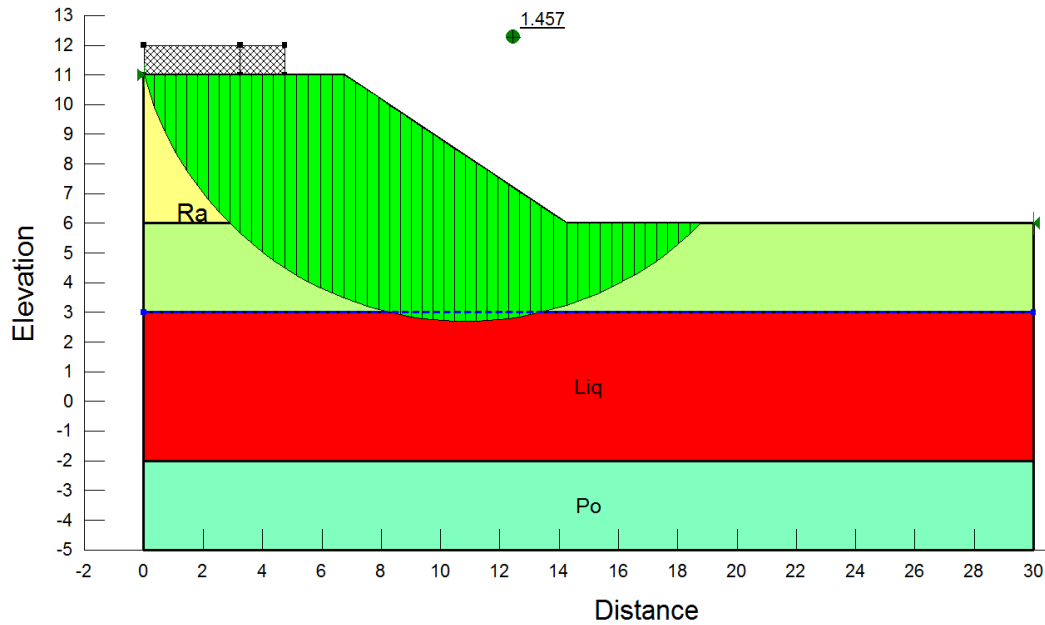
APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.		<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.		LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.									
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale				PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 125 di 141

9.4.4 ANALISI 4 (H=5m, qf=3.0m; rilevato A)



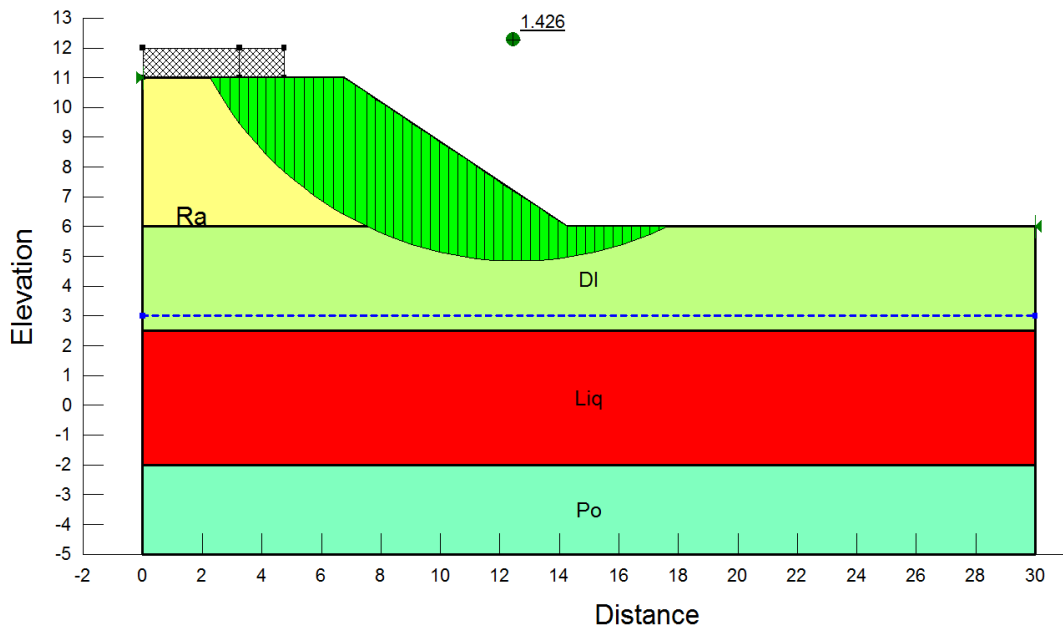
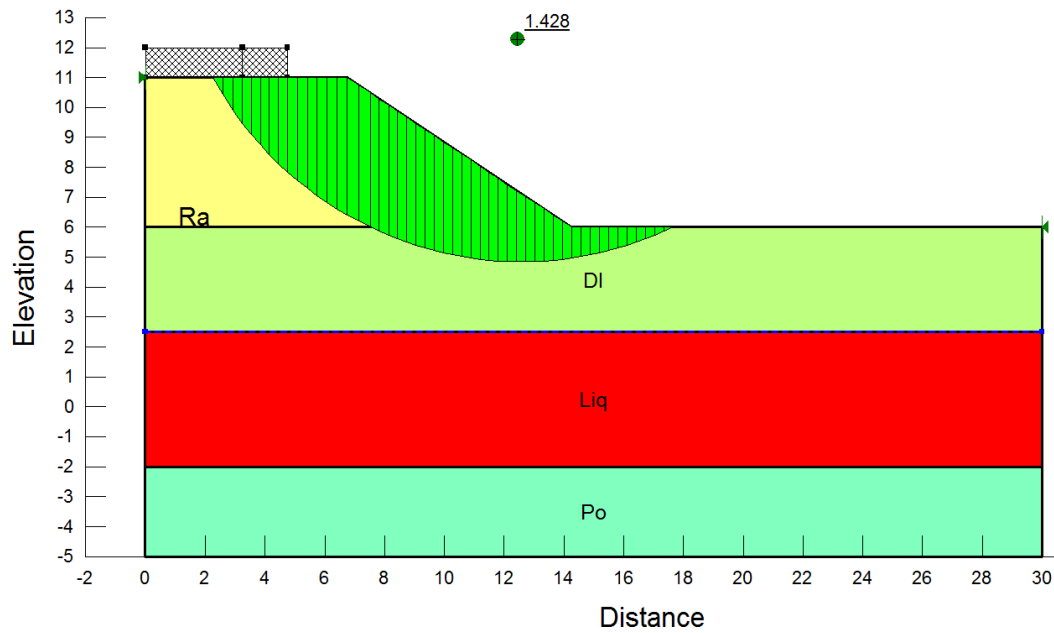
APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.		<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.		LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014		
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C PAGINA 126 di 141

9.4.5 ANALISI 5 (H=5m, qf=3.0m; rilevato B)



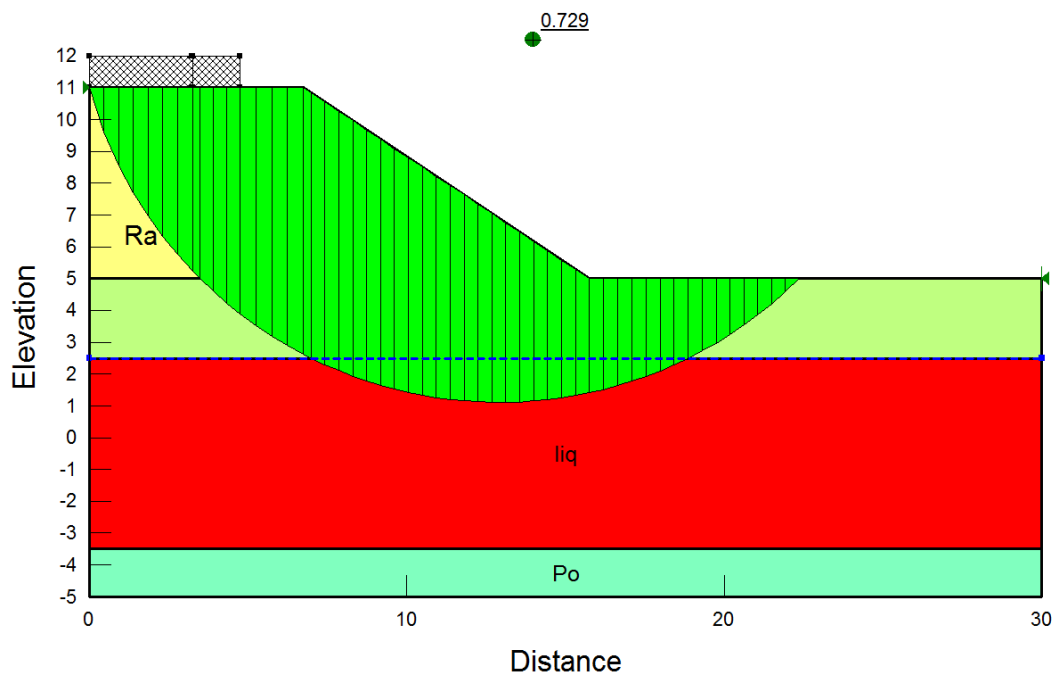
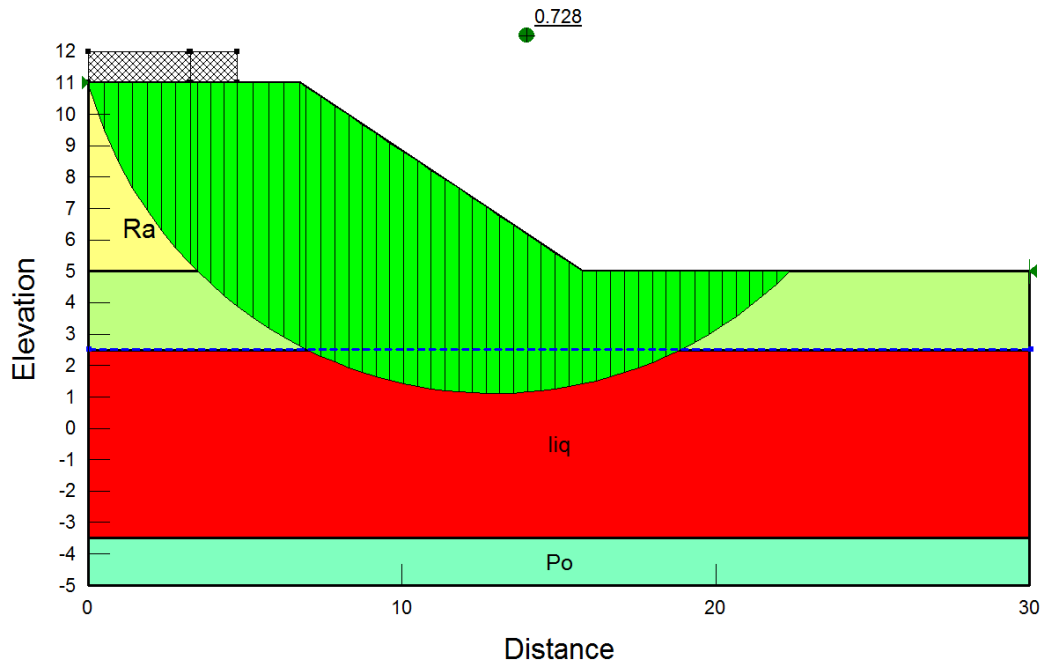
APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 127 di 141
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale								

9.4.6 ANALISI 6 (H=5m, qf=3.5m; rilevato A)



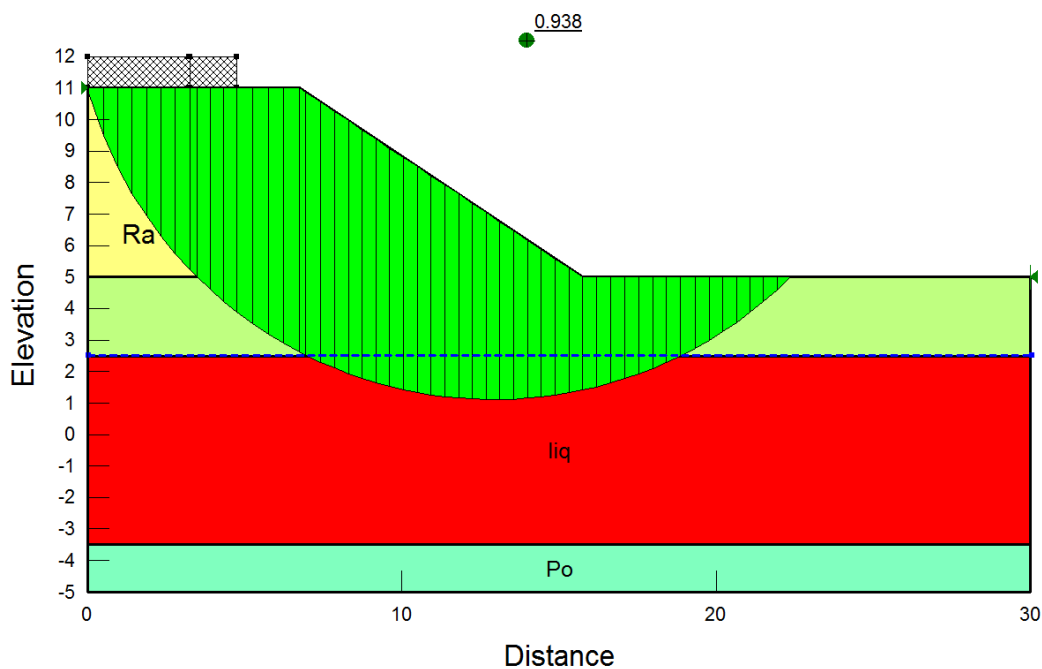
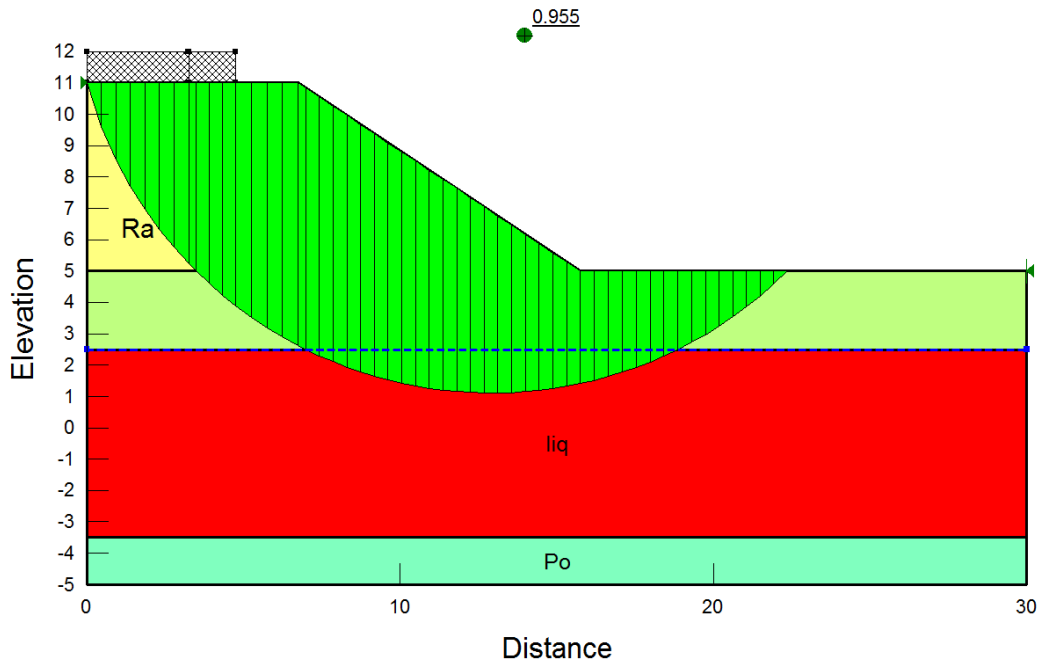
APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.		LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		IF1M	0.0.E.ZZ	RG	GE.00.05.001	C	128 di 141

9.4.7 ANALISI 7 (H=6m, qf=2.5m; rilevato A)



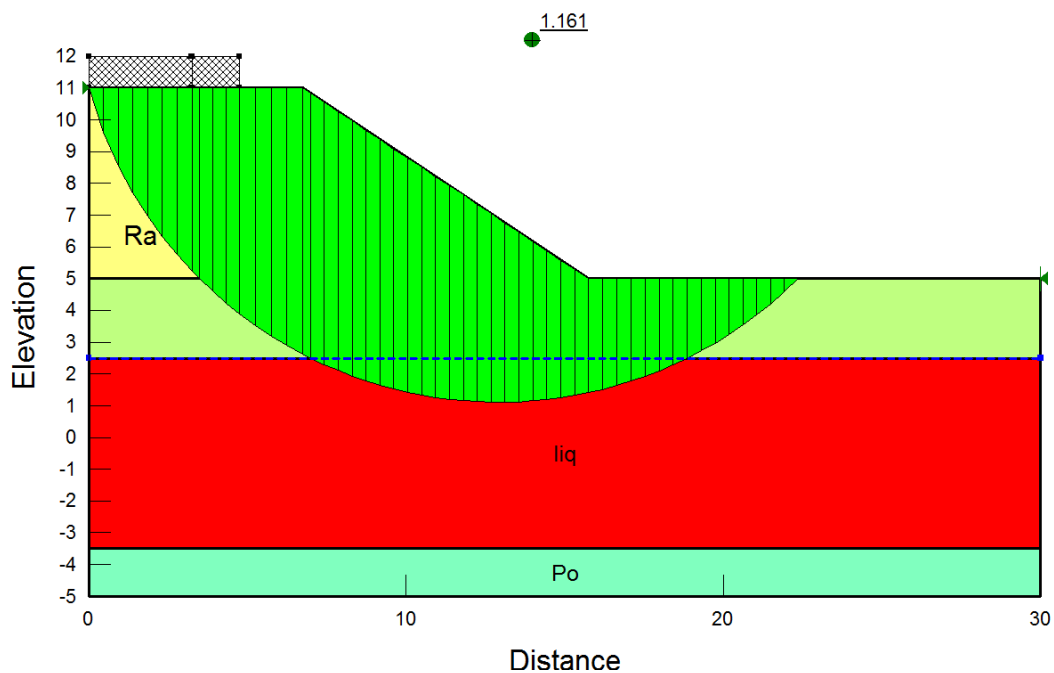
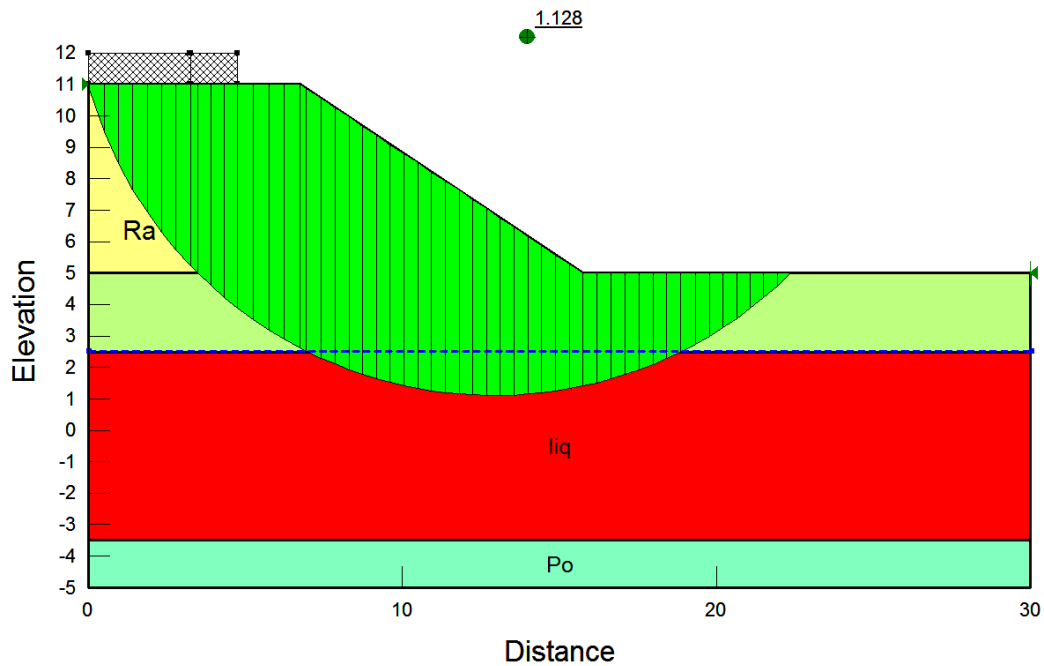
APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO								
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.		Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.			IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 129 di 141			

9.4.8 ANALISI 8 (H=6m, qf=2.5m; rilevato B)



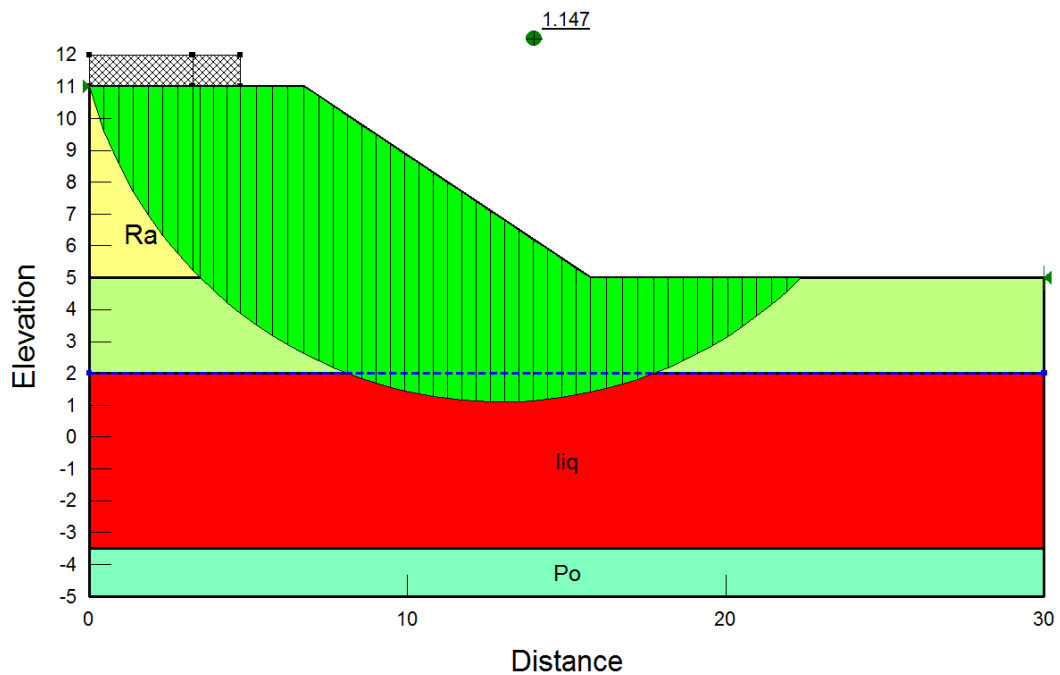
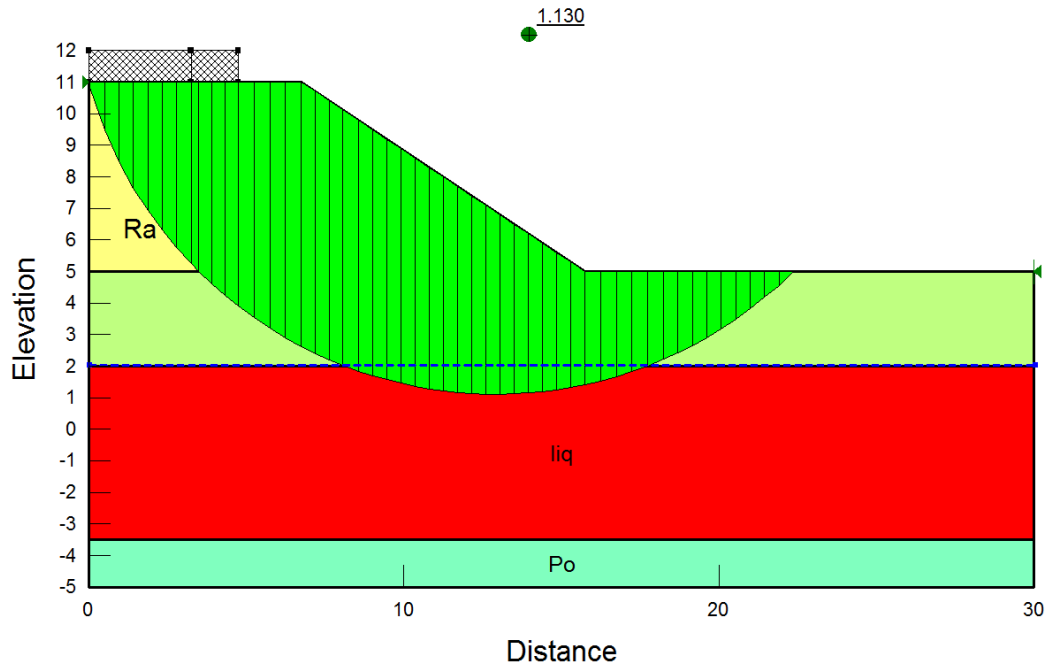
APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.		<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.		LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014		
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C PAGINA 130 di 141

9.4.9 ANALISI 9 (H=6m, qf=2.5m; rilevato C)



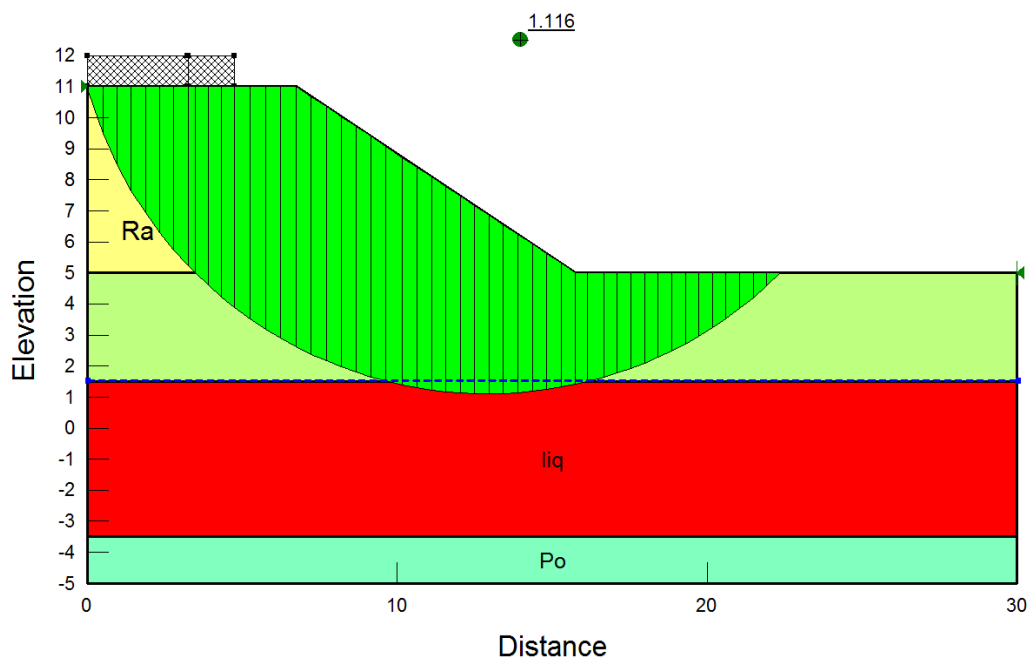
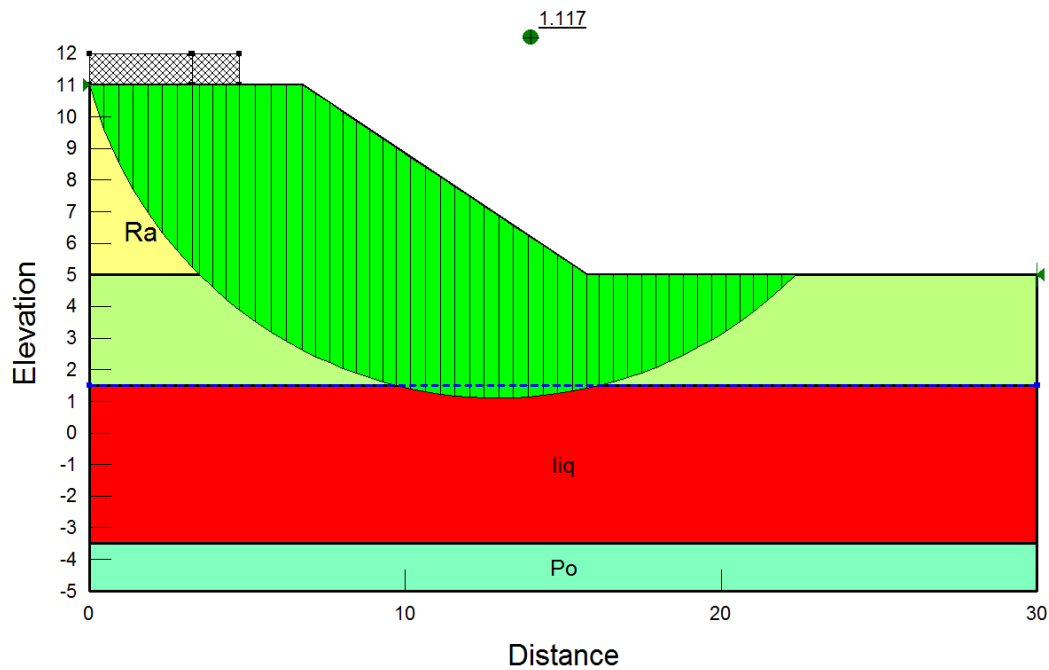
APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 131 di 141
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale								

9.4.10 ANALISI 10 (H=6m, qf=3.0m; rilevato B)



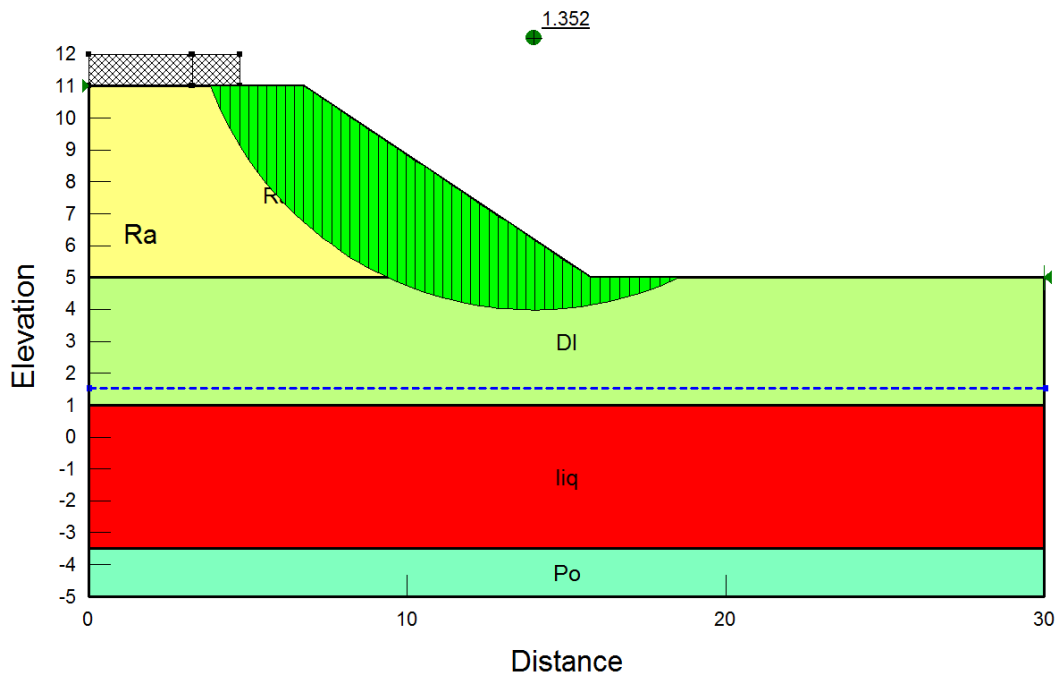
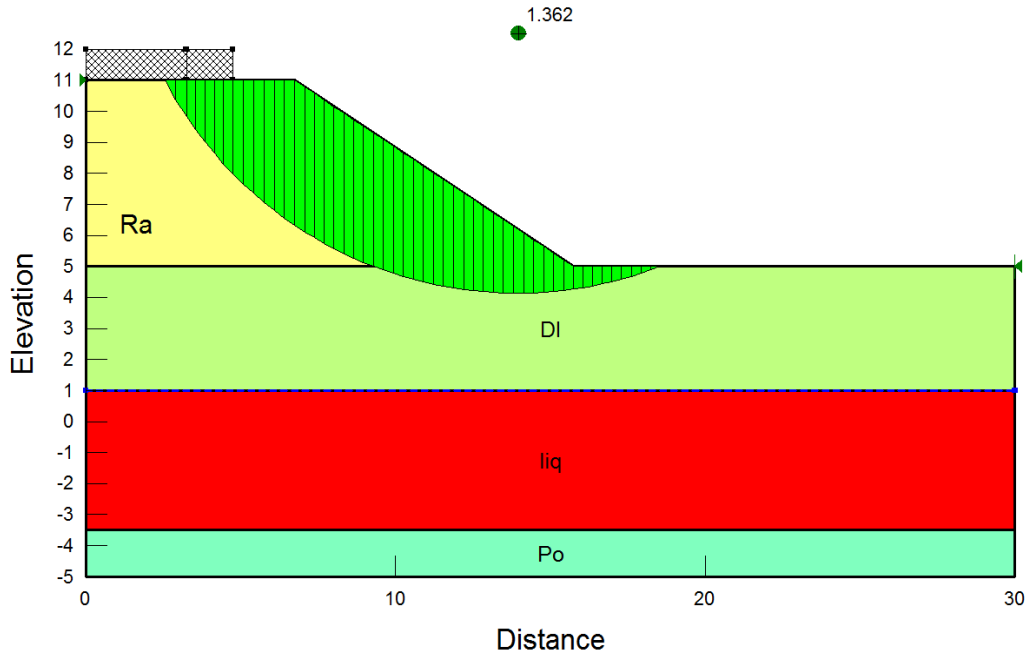
APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.		Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		Mandante: ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C
				PAGINA 132 di 141		

9.4.11 ANALISI 11 (H=6m, qf=3.5m; rilevato A)



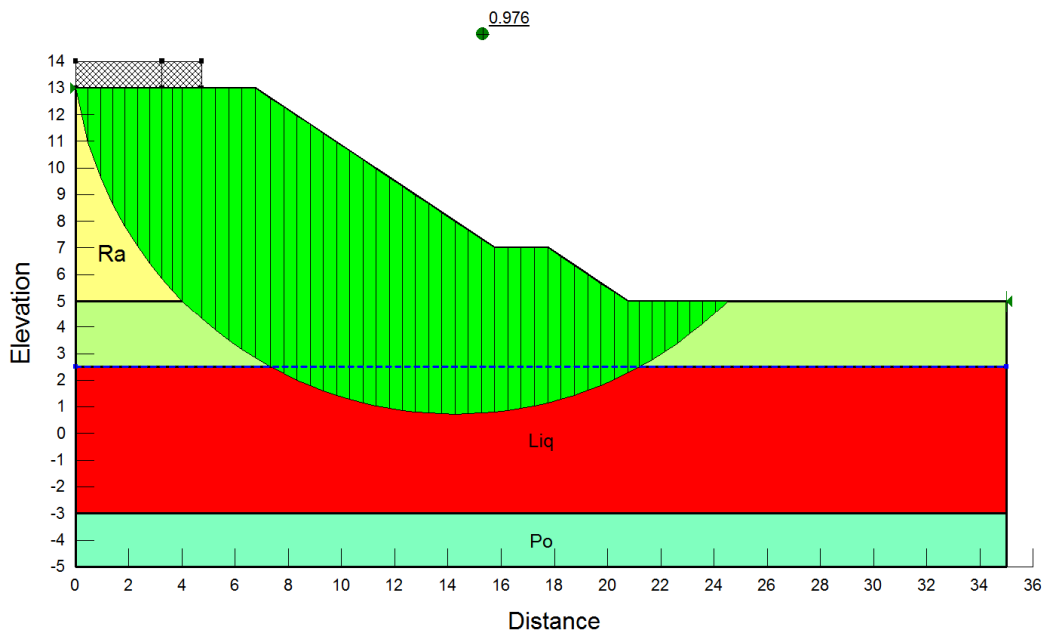
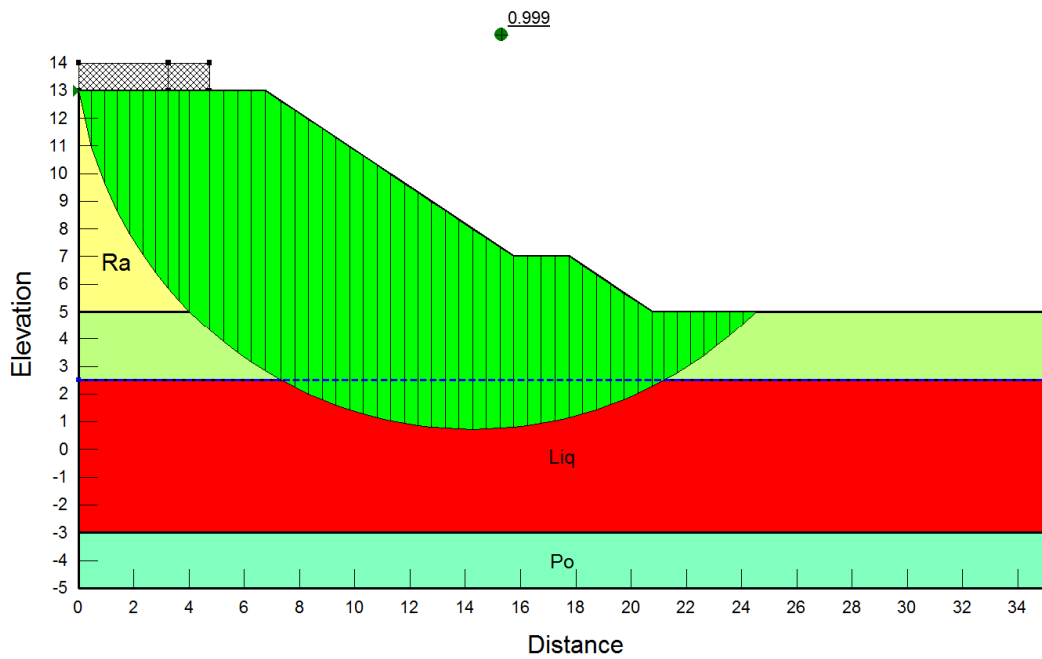
APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.		Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		Mandante: ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. PAGINA C 133 di 141

9.4.12 ANALISI 12 (H=6m, qf=4.0m; rilevato A)



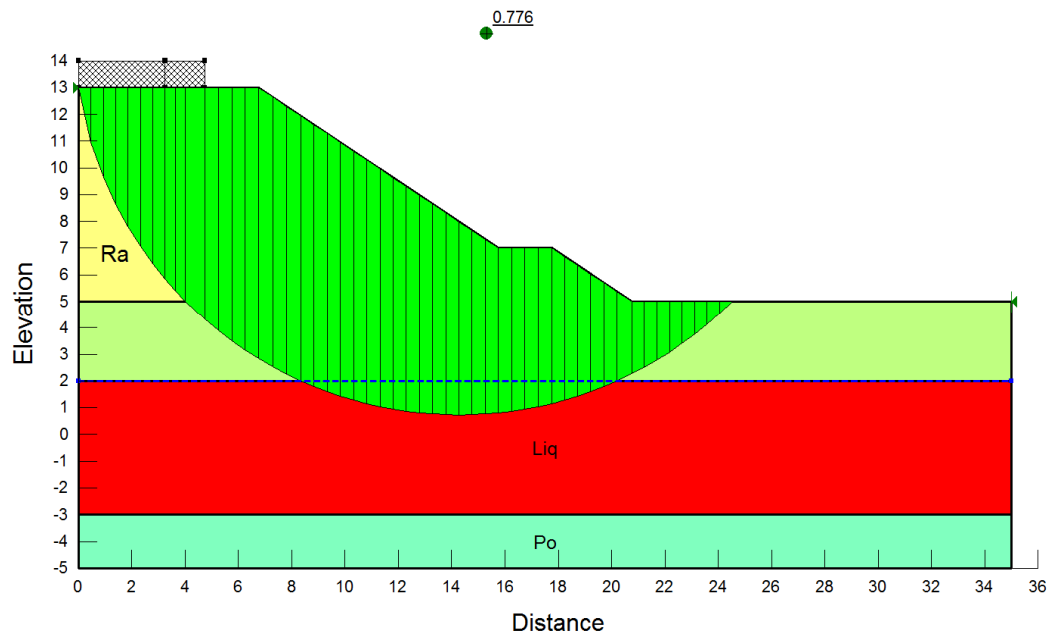
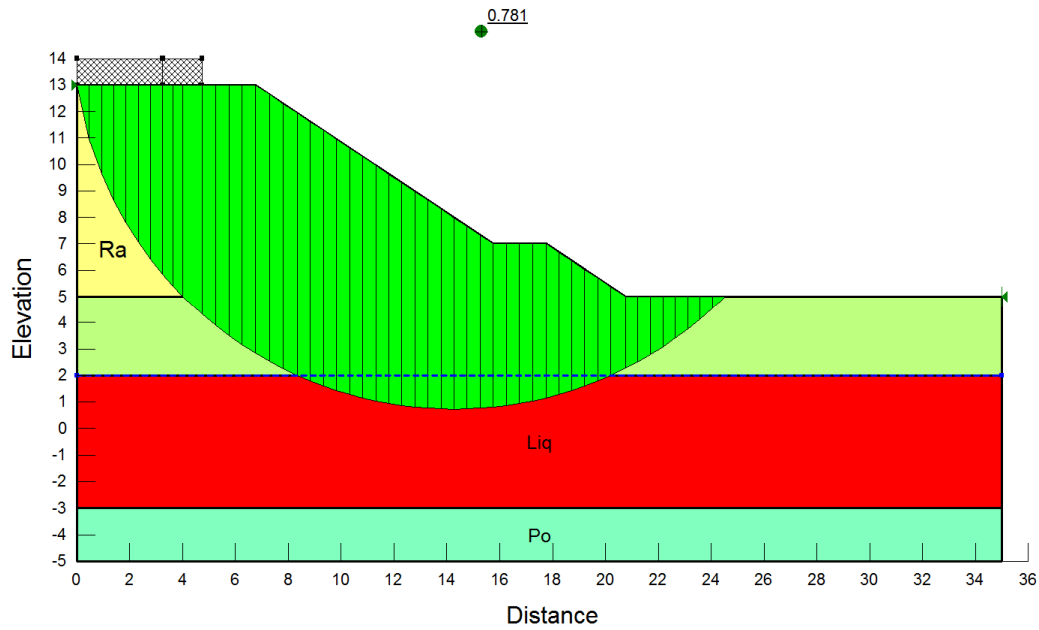
APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.		<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.		LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.									
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale				PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 134 di 141

9.4.13 ANALISI 13 (H=8m, qf=2.5m; rilevato C)



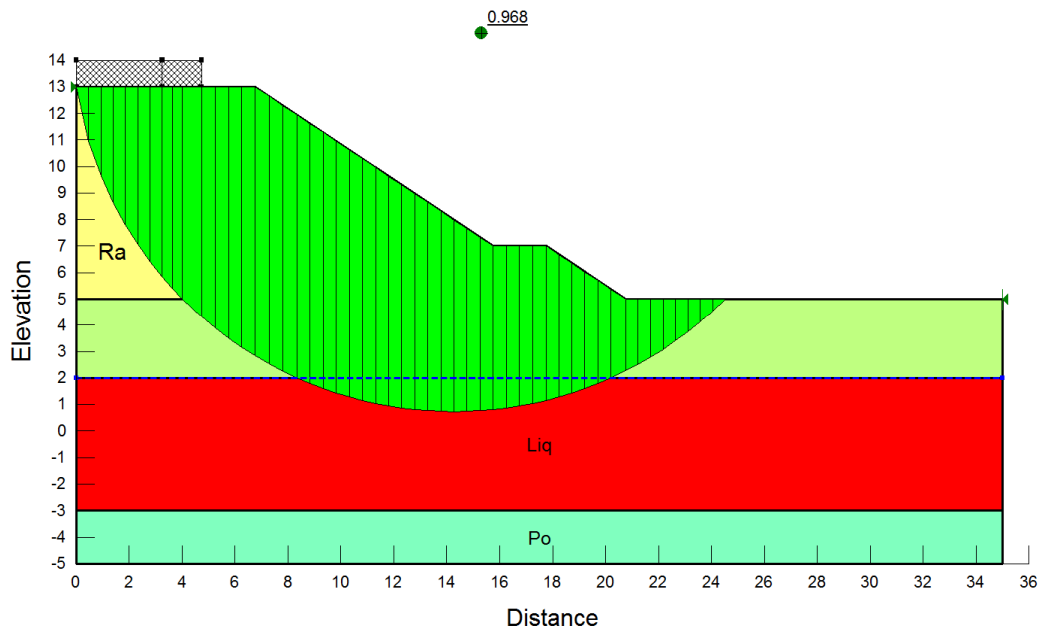
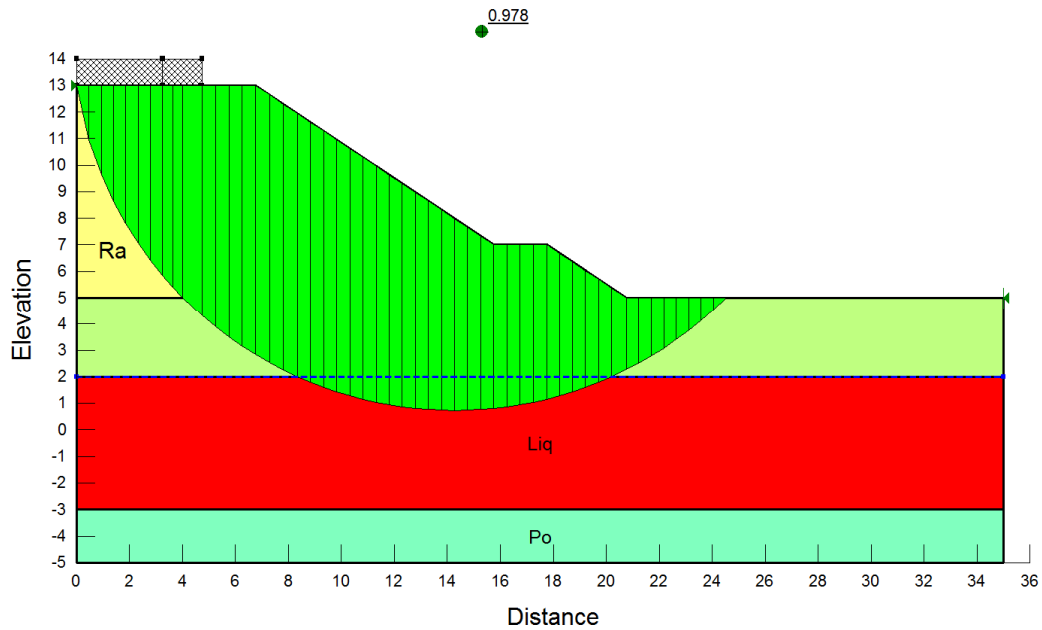
APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C PAGINA 135 di 141

9.4.14 ANALISI 14 (H=8m, qf=3.0 m; rilevato A)



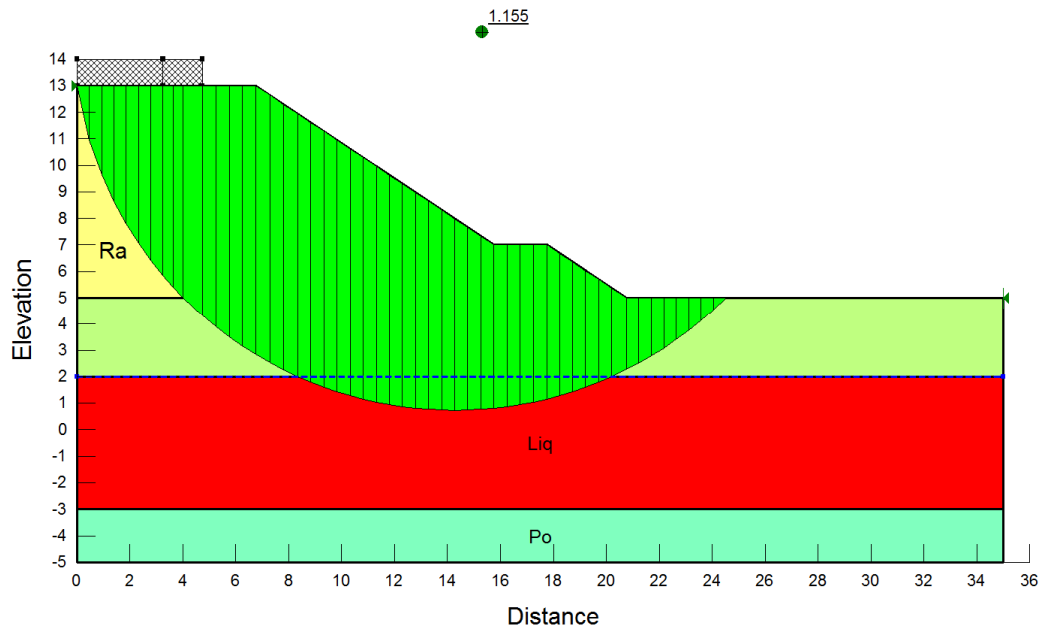
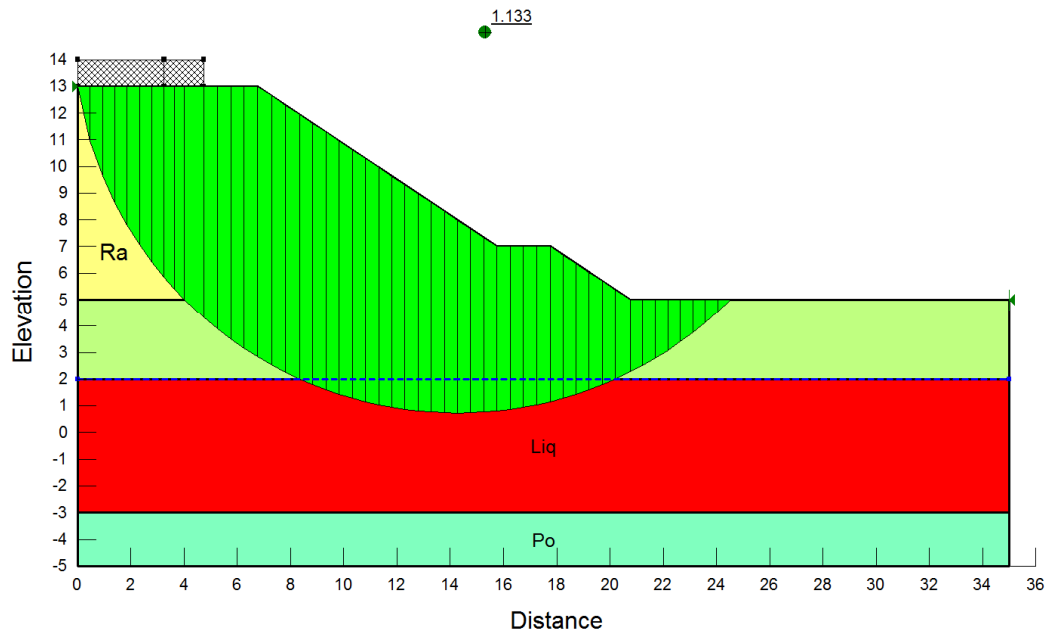
APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 136 di 141
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale								

9.4.15 ANALISI 15 (H=8m, qf=3.0 m; rilevato B)



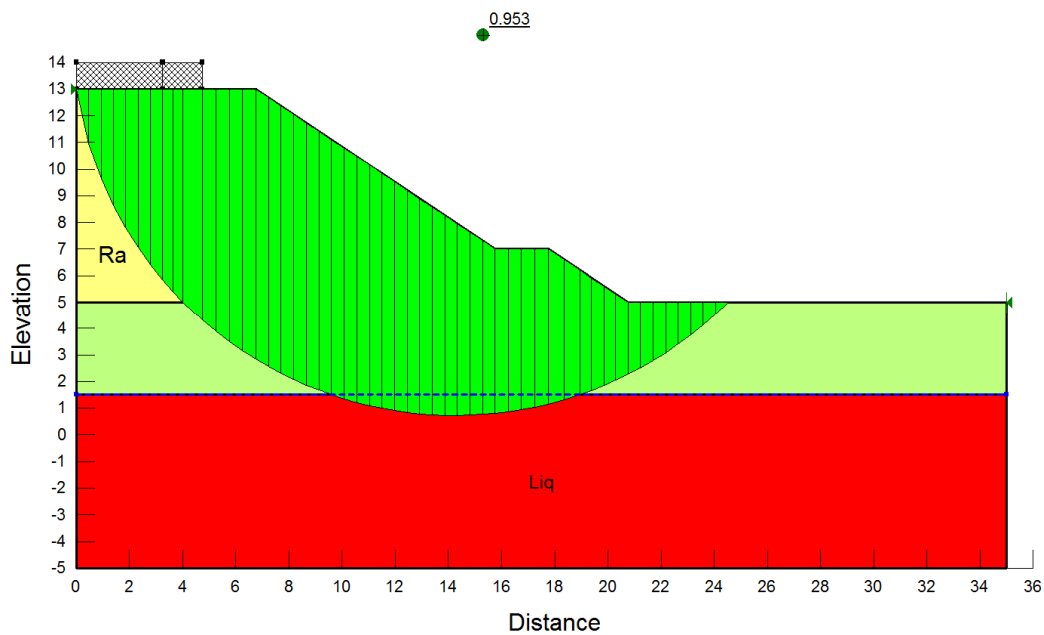
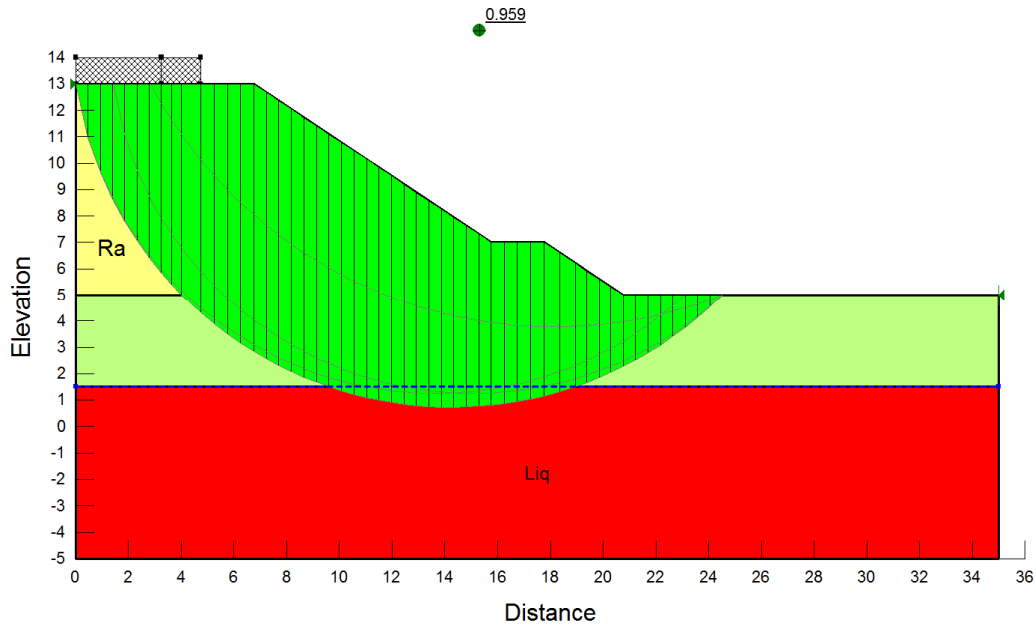
APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C PAGINA 137 di 141

9.4.16 ANALISI 16 (H=8m, qf=3.0 m; rilevato C)



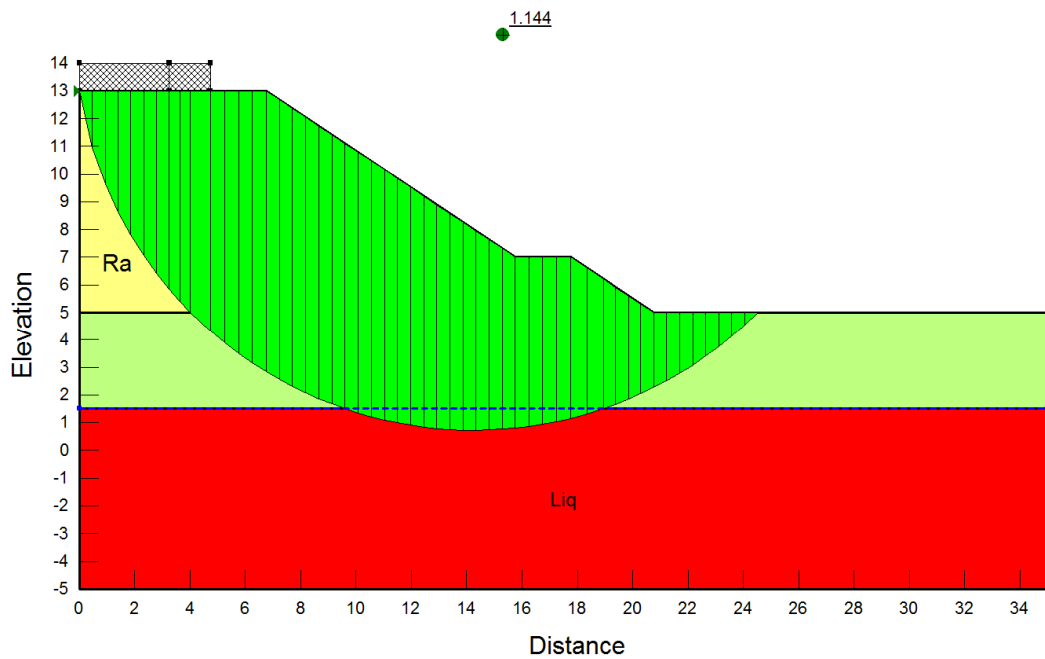
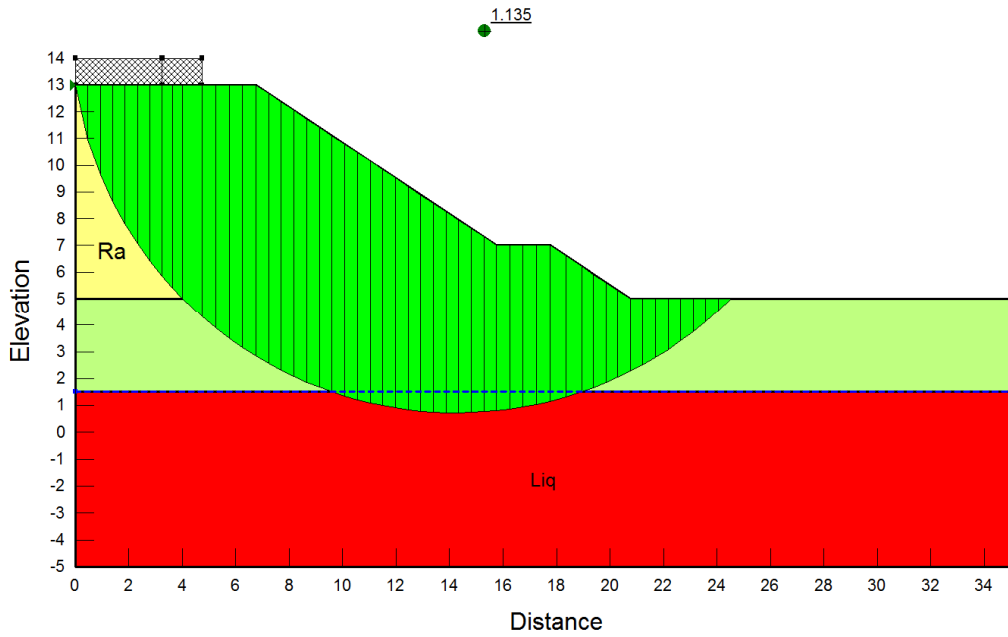
APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.		Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. PAGINA C 138 di 141

9.4.17 ANALISI 17 (H=8m, qf=3.5 m; rilevato A)



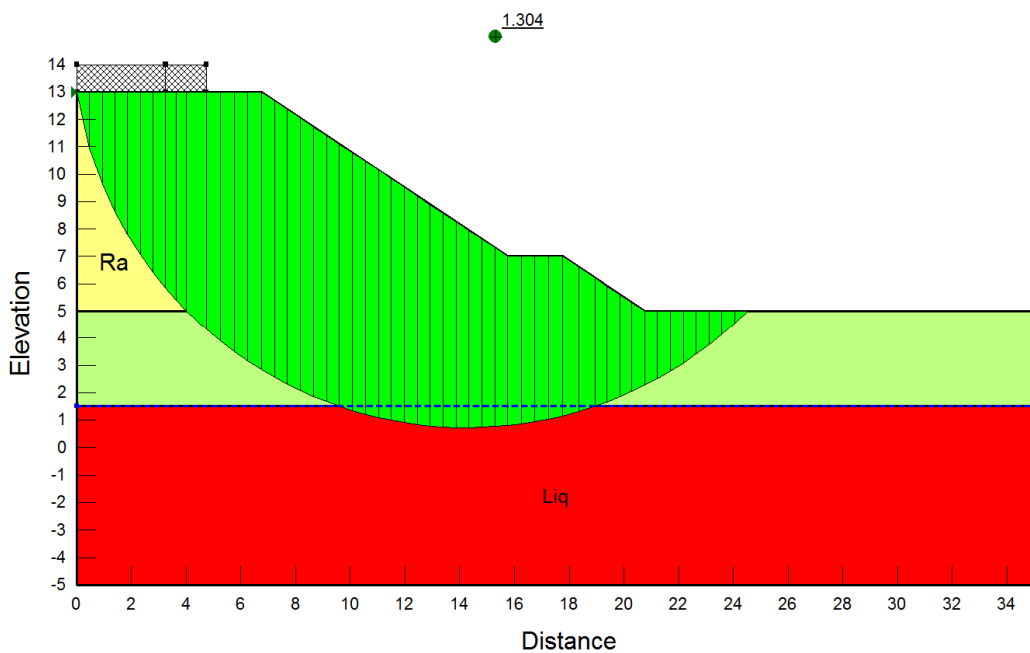
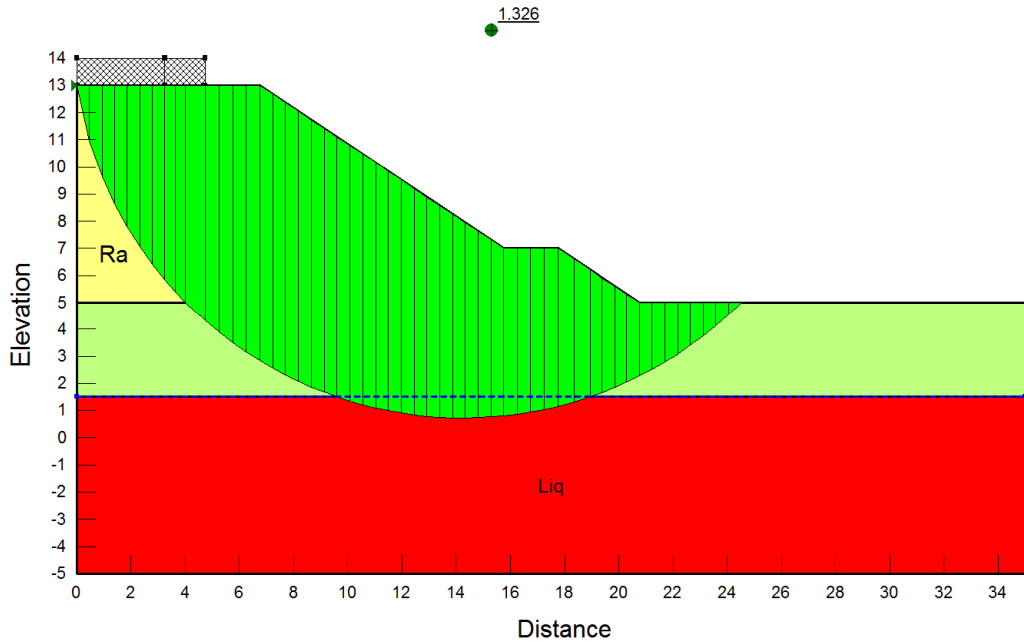
APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.		<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.		LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014		
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C PAGINA 139 di 141

9.4.18 ANALISI 18 (H=8m, qf=3.5 m; rilevato B)



APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.	Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014			
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C	PAGINA 140 di 141

9.4.19 ANALISI 19 (H=8m, qf=3.5 m; rilevato C)



APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.		Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		Mandante: ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE.00.05.001	REV. C PAGINA 141 di 141

9.4.20 ANALISI 20 (H=8m, qf=4.0 m; rilevato A)

