

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

CONSORZIO:



SOCI:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



PROGETTO ESECUTIVO

ITINERARIO NAPOLI - BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA

SISMICA

GENERALE

Relazione sismica generale

APPALTATORE	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE	PROGETTISTA
Consorzio HIRPINIA AV Il Direttore Tecnico Ing. Vincenzo Moriello 10/06/2020	Il Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche Ing. G. Cassani	 Ing. G. Cassani

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

IF28	01	E	ZZ	RB	OC0300	001	B	-
------	----	---	----	----	--------	-----	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione per consegna	A. Zimbaldi	21/02/2020	B. Spigarelli	21/02/2020	M. Gatti	21/02/2020	Ing. G. Cassani 10/06/2020
B	Revisione per istruttoria	A. Zimbaldi	10/06/2020	B. Spigarelli	10/06/2020	M. Gatti	10/06/2020	

File: IF2801EZZRBOC0301001B.docx

n. Elab.: -

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 2 di 88

Indice

1	PREMESSA	4
2	SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO.....	5
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	5
4	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	5
5	INQUADRAMENTO GENERALE SISMICITÀ DELL'AREA.....	7
5.1	SISMICITÀ DELL'AREA	7
5.2	FAGLIE CAPACI E SORGENTI SISMOGENETICHE.....	17
5.3	“DATABASE DELLE SORGENTI SISMOGENETICHE ITALIANE (DISS)”	21
5.3.1	FAGLIE ATTIVE NELL'AREA DI STUDIO.....	26
5.4	ZONA SISMOGENETICA E MAGNITUDO ATTESA	27
6	DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI RIFERIMENTO.....	29
6.1	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	29
6.1.1	TRATTA ALLO SCOPERTO TRA LE PROGRESSIVE 0+000 – 2+705	29
6.1.2	TRATTA ALLO SCOPERTO TRA LE PROGRESSIVE 4+695 – 5+090	33
6.1.3	TRATTA ALLO SCOPERTO TRA LE PROGRESSIVE 9+550 – 10+090	36
6.1.4	TRATTA ALLO SCOPERTO TRA LE PROGRESSIVE 16+610 – 18+700	40
6.2	CATEGORIA TOPOGRAFICA.....	43
6.2.1	TRATTA ALLO SCOPERTO TRA LE PROGRESSIVE 0+000 – 2+705	43
6.2.2	TRATTA ALLO SCOPERTO TRA LE PROGRESSIVE 4+695 – 5+090	43
6.2.3	TRATTA ALLO SCOPERTO TRA LE PROGRESSIVE 9+550 – 10+090	43
6.2.4	TRATTA ALLO SCOPERTO TRA LE PROGRESSIVE 16+610 – 18+700	43
6.3	AZIONE SISMICA DI RIFERIMENTO.....	44
6.3.1	TRATTA ALLO SCOPERTO TRA LE PROGRESSIVE 0+000 – 2+705	44
6.3.2	TRATTA ALLO SCOPERTO TRA LE PROGRESSIVE 4+695 – 5+090	46
6.3.3	TRATTA ALLO SCOPERTO TRA LE PROGRESSIVE 9+550 – 10+090	49
6.3.4	TRATTA ALLO SCOPERTO TRA LE PROGRESSIVE 16+610– 18+700	52
7	CRITERI DI ESCLUSIONE ALLA VERIFICA A LIQUEFAZIONE.....	54
7.1	ESCLUSIONE DELLA VERIFICA A LIQUEFAZIONE	54
7.2	TRATTA ALLO SCOPERTO TRA LE PROGRESSIVE 0+000 – 2+705.....	55
7.3	TRATTA ALLO SCOPERTO TRA LE PROGRESSIVE 4+695 – 5+090.....	56
7.4	TRATTA ALLO SCOPERTO TRA LE PROGRESSIVE 9+550 – 10+090.....	56
7.5	TRATTA ALLO SCOPERTO TRA LE PROGRESSIVE 16+610 – 18+700	56

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 3 di 88

8	VERIFICA A LIQUEFAZIONE	58
8.1	METODOLOGIA DI ANALISI.....	58
8.1.1	PROCEDURA DI IDRISSE E BOULANGER, 2004	59
8.1.2	CALCOLO DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE	62
8.2	TRATTA ALLO SCOPERTO TRA LE PROGRESSIVE 0+000 – 2+705.....	64
8.2.1	SCENARI DI VERIFICA CONSIDERATI.....	64
8.2.2	PROVE CPTU ESEGUITE IN CORRISPONDENZA DELLA STAZIONE DI HIRPINIA.....	64
8.2.3	PROVE CPTU ESEGUITE IN CORRISPONDENZA DEL RILEVATO RI02.....	70
8.2.4	PROVE CPTU ESEGUITE IN CORRISPONDENZA DEL VIADOTTO VI01.....	76
8.3	TRATTA ALLO SCOPERTO TRA LE PROGRESSIVE 4+695 – 5+090.....	84
8.4	TRATTA ALLO SCOPERTO TRA LE PROGRESSIVE 9+550 – 10+090.....	84
8.5	TRATTA ALLO SCOPERTO TRA LE PROGRESSIVE 16+610 – 18+700	85

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 4 di 88

1 PREMESSA

La presente relazione illustra e riassume le analisi svolte in merito alla caratterizzazione sismica di progetto e al tema della possibile liquefazione dei terreni alluvionali incoerenti presenti in corrispondenza delle tratte all'aperto. Le elaborazioni sono state svolte a supporto della progettazione definitiva del raddoppio del 1° lotto funzionale Apice-Hirpinia della tratta Apice - Orsara (itinerario Napoli – Bari).

La lunghezza complessiva del tracciato in progetto è di circa 18,7 Km, dei quali circa 13 in sotterraneo essendo, infatti, prevista la realizzazione di n.3 gallerie di linea (denominate “Grottaminarda”, “Melito” e “Rocchetta” procedendo dall'inizio della tratta, in Comune di Grottaminarda, verso Apice).

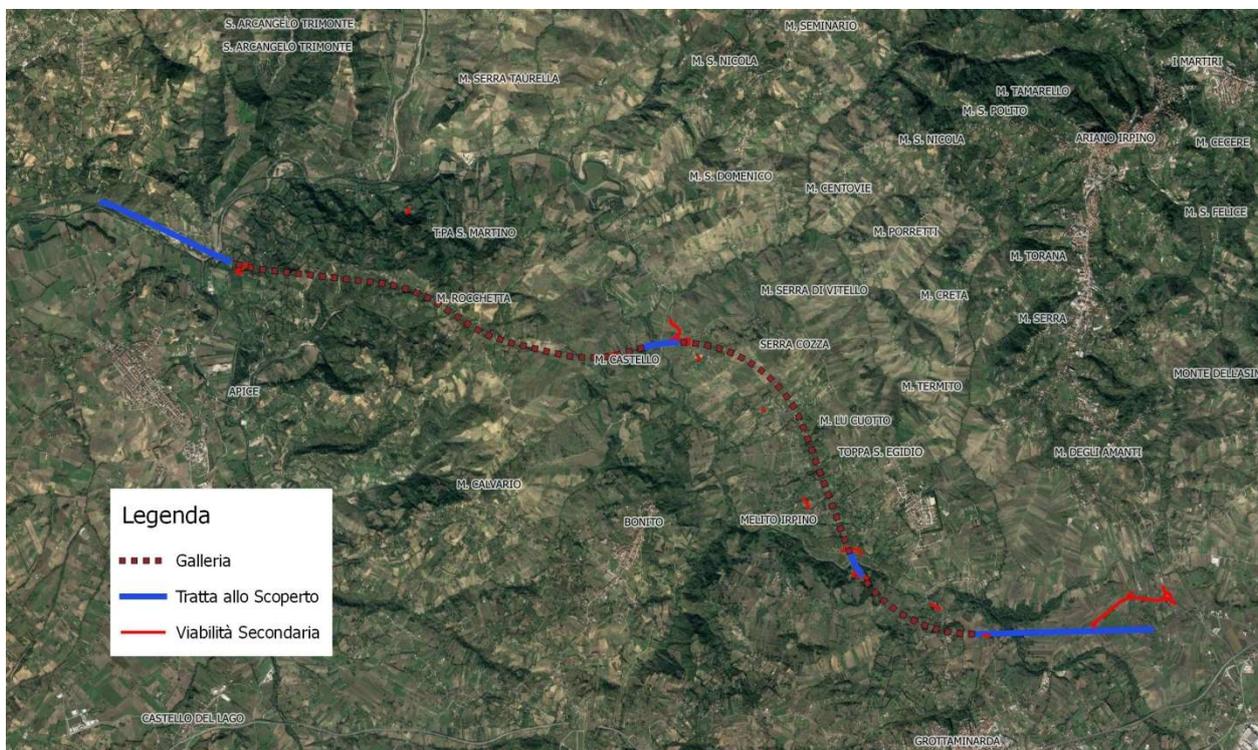


Figura 1 - Inquadramento della tratta da Google Earth

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 5 di 88

2 SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO

Nella presente relazione si affrontano le problematiche progettuali connesse alla realizzazione delle seguenti parti di opere facente parte della linea ferroviaria Napoli-Bari:

- opere di imbocco lato Bari della Galleria Grottaminarda
- opere di imbocco lato Napoli della Galleria Grottaminarda
- opere di imbocco lato Bari della Galleria Melito
- opere di imbocco lato Napoli della Galleria Melito
- opere di imbocco lato Bari della Galleria Rocchetta
- opere di imbocco lato Napoli della Galleria Rocchetta.

Per l'inquadramento generale delle opere delle tratte all'aperto si rimanda al documento "Relazione geotecnica generale" (elaborato IF2801EZZRBOC0101001C).

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- Decreto Ministeriale del 14/01/2008: "Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni", G.U. n.29 del 04/02/2008, Supplemento Ordinario n.30.
- Circolare 01/02/2009, n.617 – Istruzione per l'applicazione delle "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 14/01/2008.
- DM 06/05/2008 – "Integrazione al DM 14/01/2008 di approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni".
- RFI DTC SI MA IFS 001 A – "Manuale di progettazione delle opere civili"
- RFI DTC SI SP IFS 001 A – "Capitolato generale tecnico d'appalto delle opere civili"
- UNI EN 1997-1: Eurocodice 7 – Progettazione Geotecnica – Parte 1: Regole generali.
- UNI EN 1998-5: Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

4 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- IF28.0.1.E.ZZ.RG.GE.01.0.1.001 B – "Relazione Geologica"
- IF28.0.1.E.ZZ.RB.OC.01.0.1.001 B – "Relazione Geotecnica Generale"
- IF28.0.1.E.ZZ.F6.OC.01.0.1.001 B - "Profilo Geotecnico Tratta all'aperto Isca Girasole, da pk 0+000 a 2+705"
- IF28.0.1.E.ZZ.F6.OC.01.0.1.002 B - "Profilo Geotecnico Tratta all'aperto valle Ufita, da pk 4+695 a pk 5+090"
- IF28.0.1.E.ZZ.F6.OC.01.0.1.003 B - "Profilo Geotecnico Tratta all'aperto Castel del Fiego, da pk 9+550 a pk 10+090"
- IF28.0.1.E.ZZ.F6.OC.01.0.1.004 B - "Profilo Geotecnico Tratta all'aperto Iscalonga, da pk 16+610 a pk 18+700"
- IF28.0.1.E.ZZ.RB.GA.01.0.0.001.A - Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco
- IF28.0.1.E.ZZ.RB.GA.02.0.0.001.B- Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco
- IF28.0.1.E.ZZ.RB.GA.02.0.0.002.B- Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco
- IF28.0.1.E.ZZ.RB.GA.03.0.0.001.B- Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco
- IF28.0.1.E.ZZ.RB.GA.04.0.0.001.B- Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco
- IF28.0.1.E.ZZ.RB.GA.06.0.0.001.B- Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco
- IF28.0.1.E.ZZ.RB.GA.07.0.0.001.B- Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco
- IF28.0.1.E.ZZ.RB.GA.08.0.0.001.B- Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco
- IF28.0.1.E.ZZ.RB.GA.09.0.0.001.B- Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco
- IF28.0.1.E.ZZ.RB.GA.10.0.0.001.B- Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco
- IF28.0.1.E.ZZ.RB.GA.11.0.0.001.B- Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">COMMESSA</th> <th style="text-align: left;">LOTTO</th> <th style="text-align: left;">CODIFICA</th> <th style="text-align: left;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: left;">REV.</th> <th style="text-align: left;">FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ RB</td> <td>OC0300 001</td> <td>B</td> <td>6 di 88</td> </tr> </tbody> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ RB	OC0300 001	B	6 di 88
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ RB	OC0300 001	B	6 di 88													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale																		

- IF28.0.1.E.ZZ.RB.GA.12.0.0.001.B- Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco
- IF28.0.1.E.ZZ.RB.GA.13.0.0.001.B- Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 7 di 88

5 INQUADRAMENTO GENERALE SISMICITÀ DELL'AREA

Il settore studiato ricade in un'ampia fascia dell'Appennino Meridionale (area Irpinia-Sannio-Matese in Basili et alii, 1988) nella quale si sono verificati alcuni dei terremoti più importanti dell'intera dorsale montuosa. La sismicità di questo settore di orogene ha dunque un carattere fortemente distruttivo; dalla fine del XVII secolo più volte è stato raggiunto e superato il IX grado MCS. Più in particolare, facendo riferimento agli eventi sismici maggiormente significativi registrati di recente all'interno dell'areale in esame si ricordano: il sisma del 1930 con epicentro nei pressi dell'abitato di Villanova del Battista, che subì ingentissimi danni, caratterizzato da intensità Mercalli tra il IX ed il X grado (magnitudo Richter 6.9), ed il sisma del 1962 con epicentro nell'arianese che fu caratterizzato da intensità Mercalli pari al IX grado (magnitudo Richter 6.2). Per quel che riguarda il devastante terremoto irpino-lucano del 1980, con epicentro nella valle del Sele (Pingue et alii, 1988), produsse nella zona in esame effetti del VI-VII grado MCS.

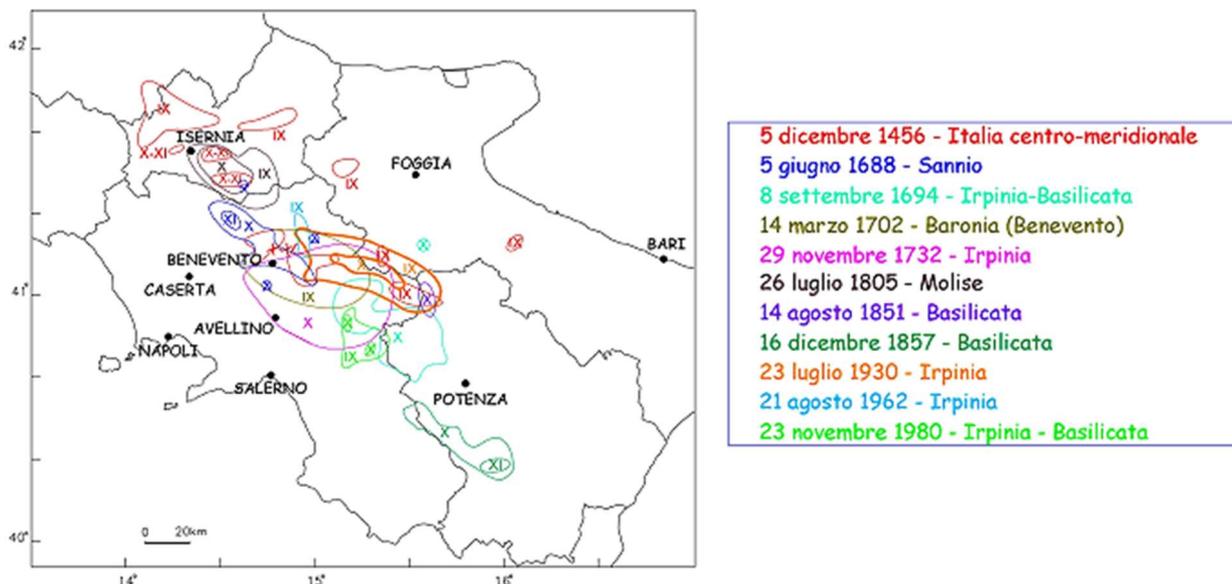


Figura 2 - Rappresentazione delle isosiste di intensità superiore al IX grado della scala Mercalli rilevate per i terremoti distruttivi nell'Appennino Meridionale negli ultimi 600 anni (da Emolo et alii, 2000)

5.1 SISMICITÀ DELL'AREA

Al fine di inquadrare dal punto di vista della sismicità storica l'area in esame, si riporta di seguito un breve riepilogo delle osservazioni macrosismiche di terremoti al di sopra della soglia del danno che hanno interessato storicamente i comuni interessati dall'opera in progetto.

Nello specifico, le informazioni riportate di seguito derivano dalla consultazione del DBMI15, il database macrosismico utilizzato per la compilazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI15 (Rovida et al., 2016).

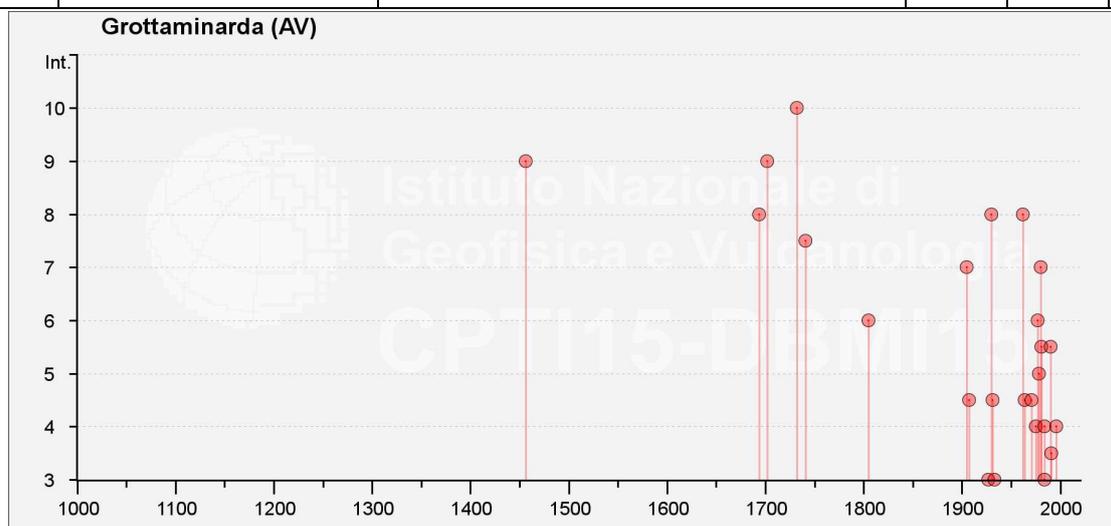
Pertanto, nelle successive tabelle si intende:

I	Intensità al sito (scala MCS)
Data	Tempo origine: anno, mese, giorno, ora, minuti e secondi
Ax	Area epicentrale
Np	Numero di osservazioni macrosismiche
Io	Intensità epicentrale (scala MCS)
Mw	Magnitudo momento

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF28 01 E ZZ RB OC0300 001 B 8 di 88

Tabella - Storia sismica di Grottaminarda.

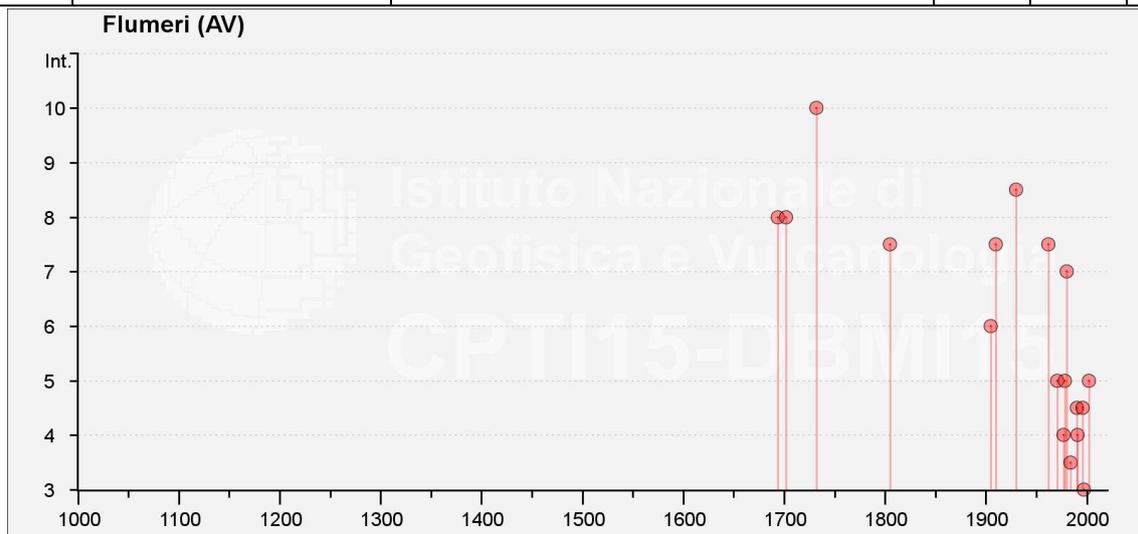
Osservazioni macrosismiche per il Comune di Grottaminarda					
Effetti	In occasione del terremoto del				
I	Data	Ax	Np	Io	Mw
9	1456 12 05	Appennino centro-meridionale	199	11	7.19
8	1694 09 08 11 40	Irpinia-Basilicata	251	10	6.73
9	1702 03 14 05	Sannio-Irpinia	37	10	6.56
10	1732 11 29 07 40	Irpinia	183	10-11	6.75
7-8	1741 08 06 13 30	Irpinia	8	7-8	5.44
6	1805 07 26 21	Molise	220	10	6.68
NF	1893 01 25	Vallo di Diano	134	7	5.15
NF	1905 09 08 01 43	Calabria centrale	895	10-11	6.95
7	1905 11 26	Irpinia	122	7-8	5.18
4-5	1907 12 18 19 21	Monti Picentini	35	5-6	4.52
3	1927 05 25 02 50	Sannio	54	6	4.98
8	1930 07 23 00 08	Irpinia	547	10	6.67
4-5	1931 05 10 10 48 55.00	Irpinia	43	5-6	4.64
3	1933 03 07 14 39	Irpinia	42	6	4.96
2	1951 01 16 01 11	Gargano	73	7	5.22
8	1962 08 21 18 19	Irpinia	562	9	6.15
4-5	1964 02 18 06 58 28.00	Irpinia	18	5-6	4.44
4-5	1971 05 06 03 45 05.00	Irpinia	68	6	4.83
4	1975 06 19 10 11	Gargano	61	6	5.02
6	1977 07 24 09 55 29.00	Irpinia	85	5-6	4.37
5	1978 02 08 04 10 29.00	Irpinia	100	5-6	4.44
7	1980 11 23 18 34 52.00	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
5-6	1981 02 14 17 27 45.00	Monti di Avella	85	7-8	4.88
4	1984 05 07 17 50	Monti della Meta	912	8	5.86
3	1984 05 11 10 41 49.27	Monti della Meta	342	7	5.47
NF	1990 04 22 09 45 04.66	Sannio	74	6	3.98
5-6	1990 05 05 07 21 29.61	Potentino	1375		5.77
3-4	1991 05 26 12 25 59.42	Potentino	597	7	5.08
4	1996 04 03 13 04 34.98	Irpinia	557	6	4.9
NF	1997 03 19 23 10 50.02	Sannio-Matese	284	6	4.52



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 9 di 88

Tabella 1. Storia sismica di Flumeri

Osservazioni macrosismiche per il Comune di Flumeri					
Effetti	In occasione del terremoto del				
I	Data	Ax	Np	Io	Mw
8	1694 09 08 11 40	Irpinia-Basilicata	251	10	6.73
8	1702 03 14 05	Sannio-Irpinia	37	10	6.56
10	1732 11 29 07 40	Irpinia	183	10-11	6.75
7-8	1805 07 26 21	Molise	220	10	6.68
NF	1898 11 24 23 37	Casalbore	25	5	4.21
6	1905 11 26	Irpinia	122	7-8	5.18
7-8	1910 06 07 02 04	Irpinia-Basilicata	376	8	5.76
8-9	1930 07 23 00 08	Irpinia	547	10	6.67
7-8	1962 08 21 18 19	Irpinia	562	9	6.15
5	1971 05 06 03 45 05.00	Irpinia	68	6	4.83
4	1977 07 24 09 55 29.00	Irpinia	85	5-6	4.37
5	1978 02 08 04 10 29.00	Irpinia	100	5-6	4.44
7	1980 11 23 18 34 52.00	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
3-4	1984 05 07 17 50	Monti della Meta	912	8	5.86
NF	1990 04 22 09 45 04.66	Sannio	74	6	3.98
4-5	1990 05 05 07 21 29.61	Potentino	1375		5.77
4	1991 05 26 12 25 59.42	Potentino	597	7	5.08
4-5	1996 04 03 13 04 34.98	Irpinia	557	6	4.9
3	1997 03 19 23 10 50.02	Sannio-Matese	284	6	4.52
5	2002 11 01 15 09 01.92	Molise	638	7	5.72
NF	2003 06 01 15 45 18.04	Molise	501	5	4.44
NF	2003 12 30 05 31 38.26	Molise	326	4-5	4.53



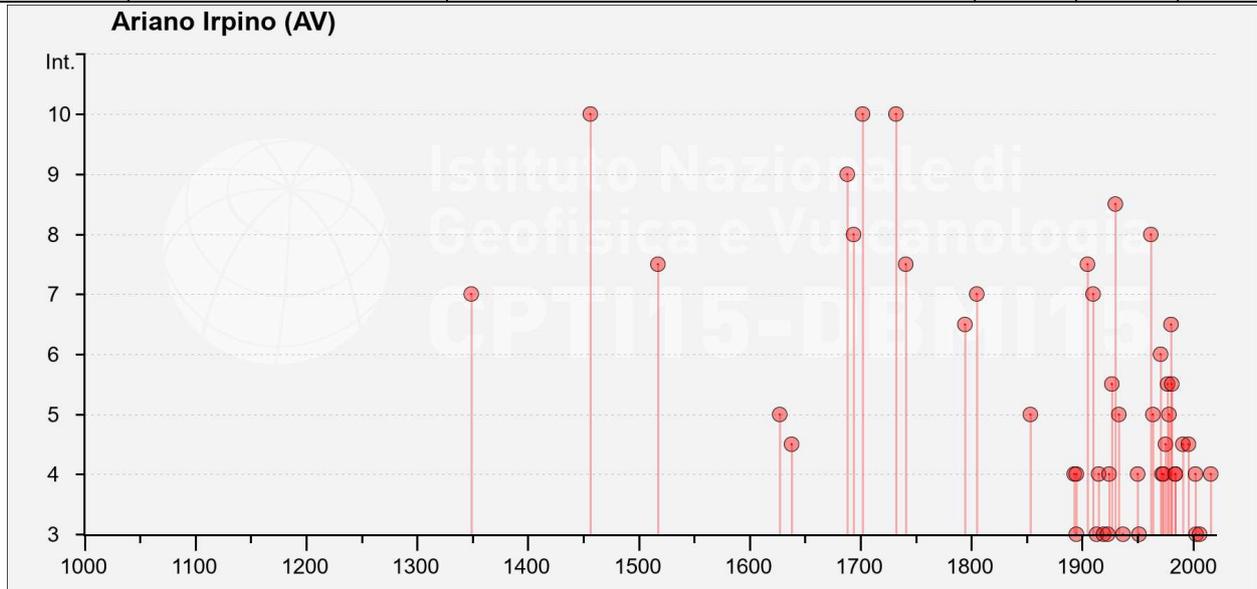
APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 10 di 88

Tabella 2. Storia sismica di Ariano Irpino.

Osservazioni macrosismiche per il Comune di Ariano Irpino					
Effetti	In occasione del terremoto del				
I	Data	Ax	Np	Io	Mw
7	1349 09 09	Lazio-Molise	24	10	6.8
10	1456 12 05	Appennino centro-meridionale	199	11	7.19
7-8	1517 03 29 19	Irpinia	3	7-8	5.33
5	1627 07 30 10 50	Capitanata	64	10	6.66
4-5	1638 03 27 15 05	Calabria centrale	213	11	7.09
9	1688 06 05 15 30	Sannio	215	11	7.06
8	1694 09 08 11 40	Irpinia-Basilicata	251	10	6.73
F	1694 10 07 15	Penisola sorrentina	9	5-6	4.71
10	1702 03 14 05	Sannio-Irpinia	37	10	6.56
10	1732 11 29 07 40	Irpinia	183	10-11	6.75
7-8	1741 08 06 13 30	Irpinia	8	7-8	5.44
6-7	1794 06 12 22 30	Irpinia	16	7	5.26
7	1805 07 26 21	Molise	220	10	6.68
5	1853 04 09 12 45	Irpinia	47	8	5.6
4	1893 01 25	Vallo di Diano	134	7	5.15
3	1895 02 01 07 24 35.00	Monti del Partenio	40	5	4.29
4	1895 08 09 17 38 20.00	Adriatico centrale	103	6	5.11
NF	1905 09 08 01 43	Calabria centrale	895	10-11	6.95
7-8	1905 11 26	Irpinia	122	7-8	5.18
7	1910 06 07 02 04	Irpinia-Basilicata	376	8	5.76
NF	1912 07 02 07 34	Tavoliere delle Puglie	49	5	4.55
3	1913 10 04 18 26	Molise	205	7-8	5.35
4	1915 01 13 06 52 43.00	Marsica	1041	11	7.08
3	1919 10 21 00 24	Gargano	24	5-6	5.03
3	1923 11 08 12 28	Appennino campano-lucano	28	6	4.73
4	1924 03 26 20 50	Sannio	12	4	4.06
5-6	1927 05 25 02 50	Sannio	54	6	4.98
8-9	1930 07 23 00 08	Irpinia	547	10	6.67
5	1933 03 07 14 39	Irpinia	42	6	4.96
3	1937 07 17 17 11	Tavoliere delle Puglie	40	6	4.96
4	1950 01 01 10 03	Beneventano	7	5	4.16
3	1951 01 16 01 11	Gargano	73	7	5.22
8	1962 08 21 18 19	Irpinia	562	9	6.15
5	1964 02 18 06 58 28.00	Irpinia	18	5-6	4.44
6	1971 05 06 03 45 05.00	Irpinia	68	6	4.83
4	1972 02 29 20 54 17.74	Gargano	21	6	4.71
4	1973 08 08 14 36 26.00	Appennino campano-lucano	29	5-6	4.75
4-5	1975 06 19 10 11	Gargano	61	6	5.02
5-6	1977 07 24 09 55 29.00	Irpinia	85	5-6	4.37
5	1978 02 08 04 10 29.00	Irpinia	100	5-6	4.44
6-7	1980 11 23 18 34 52.00	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
5-6	1981 02 14 17 27 45.00	Monti di Avella	85	7-8	4.88
4	1984 05 07 17 50	Monti della Meta	912	8	5.86

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.		COMMESSA LOTTO CODIFICA IF28 01 E ZZ RB		DOCUMENTO REV. FOGLIO OC0300 001 B 11 di 88			
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale							

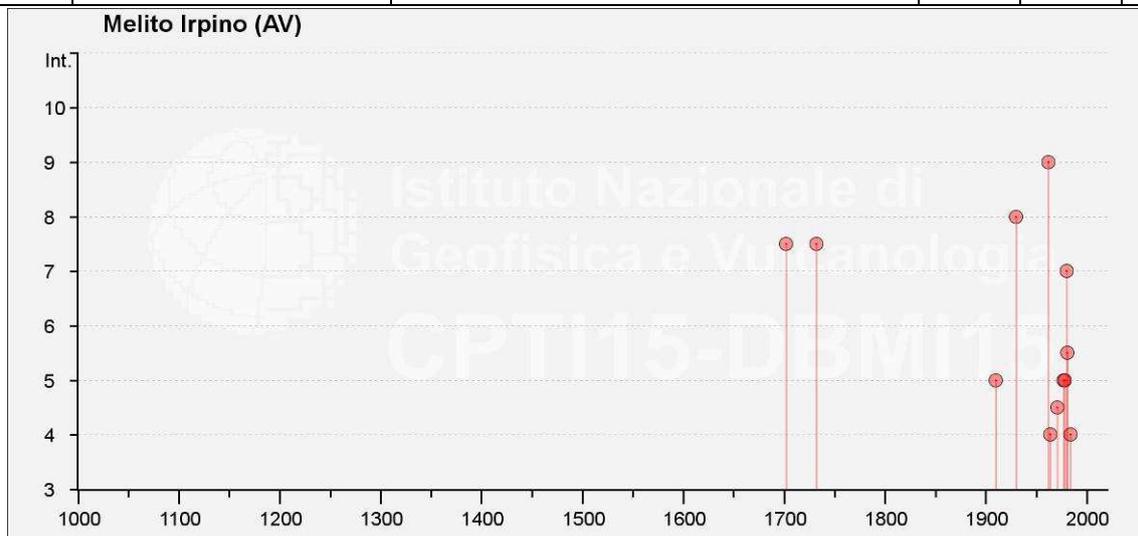
Osservazioni macrosismiche per il Comune di Ariano Irpino					
Effetti	In occasione del terremoto del				
I	Data	Ax	Np	Io	Mw
4	1984 05 11 10 41 49.27	Monti della Meta	342	7	5.47
4-5	1991 05 26 12 25 59.42	Potentino	597	7	5.08
4-5	1996 04 03 13 04 34.98	Irpinia	557	6	4.9
NF	1997 03 19 23 10 50.02	Sannio-Matese	284	6	4.52
4	2002 11 01 15 09 01.92	Molise	638	7	5.72
3	2003 06 01 15 45 18.04	Molise	501	5	4.44
2	2003 12 30 05 31 38.26	Molise	326	4-5	4.53
NF	2004 09 03 00 04 12.75	Potentino	156	5	4.41
NF	2005 05 21 19 55 19.00	Area Nolana	271	5	4.07
3	2006 05 29 02 20 06.26	Gargano	384		4.64
4	2016 10 30 06 40 10	Valnerina	379		6.61



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 12 di 88

Tabella 3. Storia sismica di Melito Irpino

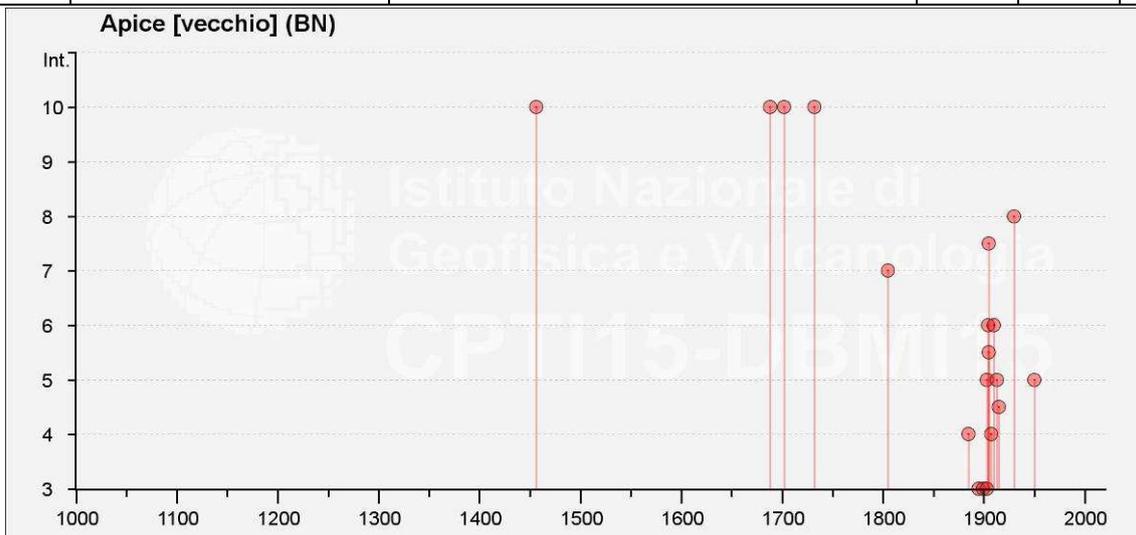
Osservazioni macrosismiche per il Comune di Melito Irpino					
Effetti	In occasione del terremoto del				
I	Data	Ax	Np	Io	Mw
7-8	1702 03 14 05	Sannio-Irpinia	37	10	6.56
7-8	1732 11 29 07 40	Irpinia	183	10-11	6.75
5	1910 06 07 02 04	Irpinia-Basilicata	376	8	5.76
8	1930 07 23 00 08	Irpinia	547	10	6.67
9	1962 08 21 18 19	Irpinia	562	9	6.15
4	1964 02 18 06 58 28.00	Irpinia	18	5-6	4.44
4-5	1971 05 06 03 45 05.00	Irpinia	68	6	4.83
5	1977 07 24 09 55 29.00	Irpinia	85	5-6	4.37
5	1978 02 08 04 10 29.00	Irpinia	100	5-6	4.44
7	1980 11 23 18 34 52.00	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
5-6	1981 02 14 17 27 45.00	Monti di Avella	85	7-8	4.88
4	1984 05 07 17 50	Monti della Meta	912	8	5.86
NF	1996 04 03 13 04 34.98	Irpinia	557	6	4.9
NF	2003 06 01 15 45 18.04	Molise	501	5	4.44
NF	2003 12 30 05 31 38.26	Molise	326	4-5	4.53
NF	2005 05 21 19 55 19.00	Area Nolana	271	5	4.07



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 13 di 88

Tabella 4. Storia sismica di Apice Vecchio

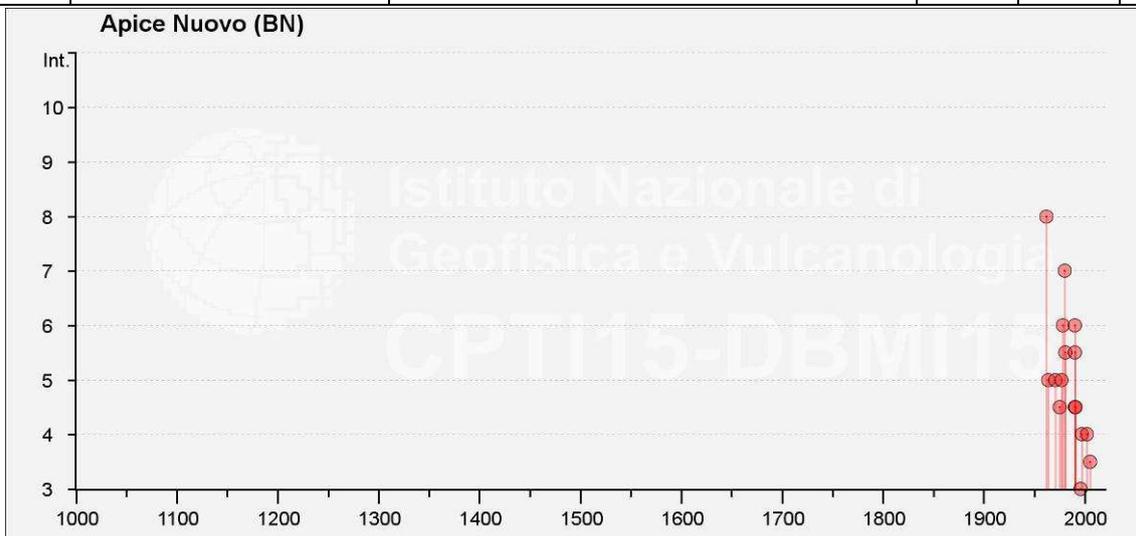
Osservazioni macrosismiche per il Comune di Apice Vecchio					
Effetti	In occasione del terremoto del				
I	Data	Ax	Np	Io	Mw
10	1456 12 05	Appennino centro-meridionale	199	11	7.19
10	1688 06 05 15 30	Sannio	215	11	7.06
10	1702 03 14 05	Sannio-Irpinia	37	10	6.56
10	1732 11 29 07 40	Irpinia	183	10-11	6.75
7	1805 07 26 21	Molise	220	10	6.68
4	1885 09 17 09 35	Benevento	22	5	4.26
F	1895 02 01 07 24 35.00	Monti del Partenio	40	5	4.29
3	1895 08 09 17 38 20.00	Adriatico centrale	103	6	5.11
3	1899 08 16 00 05	Subappennino dauno	32	6	4.57
3	1903 12 07 05 58	Beneventano	9	4-5	4.14
5	1903 12 07 19 45	Beneventano	4	4-5	3.93
6	1904 07 18 20 02	Beneventano	24	5	4.5
5-6	1905 03 14 19 16	Avellinese	94	6-7	4.9
7-8	1905 11 26	Irpinia	122	7-8	5.18
4	1907 12 18 19 21	Monti Picentini	35	5-6	4.52
6	1910 06 07 02 04	Irpinia-Basilicata	376	8	5.76
5	1913 10 04 18 26	Molise	205	7-8	5.35
4-5	1915 01 13 06 52 43.00	Marsica	1041	11	7.08
8	1930 07 23 00 08	Irpinia	547	10	6.67
5	1950 01 01 10 03	Beneventano	7	5	4.16
NF	1958 06 24 06 07	Aquilano	222	7	5.04



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 14 di 88

Tabella 5. Storia sismica di Apice Nuovo

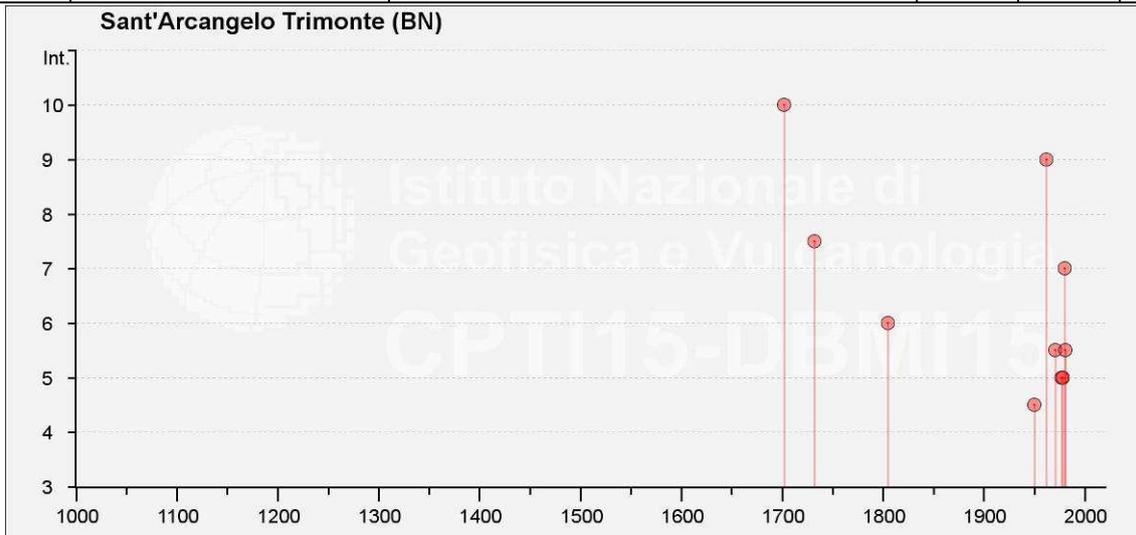
Osservazioni macrosismiche per il Comune di Apice Nuovo					
Effetti	In occasione del terremoto del				
I	Data	Ax	Np	Io	Mw
8	1962 08 21 18 19	Irpinia	562	9	6.15
5	1964 02 18 06 58 28.00	Irpinia	18	5-6	4.44
5	1971 05 06 03 45 05.00	Irpinia	68	6	4.83
4-5	1975 06 19 10 11	Gargano	61	6	5.02
5	1977 07 24 09 55 29.00	Irpinia	85	5-6	4.37
6	1978 02 08 04 10 29.00	Irpinia	100	5-6	4.44
7	1980 11 23 18 34 52.00	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
5-6	1981 02 14 17 27 45.00	Monti di Avella	85	7-8	4.88
5-6	1990 04 22 09 45 04.66	Sannio	74	6	3.98
4-5	1990 04 22 16 47 07.38	Sannio	34	5	3.63
6	1990 05 05 07 21 29.61	Potentino	1375		5.77
2	1990 08 30 14 54	Beneventano	39	5-6	3.2
4-5	1991 05 26 12 25 59.42	Potentino	597	7	5.08
3	1996 04 03 13 04 34.98	Irpinia	557	6	4.9
4	1997 03 19 23 10 50.02	Sannio-Matese	284	6	4.52
4	2002 11 01 15 09 01.92	Molise	638	7	5.72
NF	2003 06 01 15 45 18.04	Molise	501	5	4.44
2	2003 12 30 05 31 38.26	Molise	326	4-5	4.53
3-4	2005 05 21 19 55 19.00	Area Nolana	271	5	4.07



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 15 di 88

Tabella 6. Storia sismica di Sant'Arcangelo Trimonte

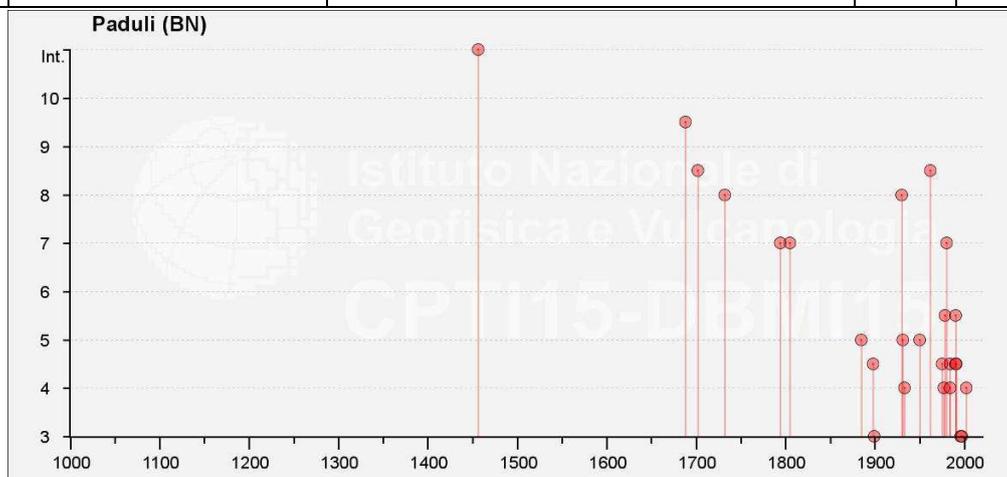
Osservazioni macrosismiche per il Comune di Sant'Arcangelo Trimonte					
Effetti	In occasione del terremoto del				
I	Data	Ax	Np	Io	Mw
10	1702 03 14 05	Sannio-Irpinia	37	10	6.56
7-8	1732 11 29 07 40	Irpinia	183	10-11	6.75
6	1805 07 26 21	Molise	220	10	6.68
4-5	1950 01 01 10 03	Beneventano	7	5	4.16
9	1962 08 21 18 19	Irpinia	562	9	6.15
5-6	1971 05 06 03 45 05.00	Irpinia	68	6	4.83
5	1977 07 24 09 55 29.00	Irpinia	85	5-6	4.37
5	1978 02 08 04 10 29.00	Irpinia	100	5-6	4.44
7	1980 11 23 18 34 52.00	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
5-6	1981 02 14 17 27 45.00	Monti di Avella	85	7-8	4.88
NF	1990 08 30 14 54	Beneventano	39	5-6	3.2
2	1996 04 03 13 04 34.98	Irpinia	557	6	4.9



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 16 di 88

Tabella 7. Storia sismica di Paduli

Osservazioni macrosismiche per il Comune di Paduli					
Effetti	In occasione del terremoto del				
I	Data	Ax	Np	Io	Mw
11	1456 12 05	Appennino centro-meridionale	199	11	7,19
9-10	1688 06 05 15 30	Sannio	215	11	7,06
8-9	1702 03 14 05	Sannio-Irpinia	37	10	6,56
8	1732 11 29 07 40	Irpinia	183	10-11	6,75
7	1794 06 12 22 30	Irpinia	16	7	5,26
7	1805 07 26 21	Molise	220	10	6,68
5	1885 09 17 09 35	Benevento	22	5	4,26
4-5	1898 11 24 23 37	Casalbore	25	5	4,21
3	1899 08 16 00 05	Subappennino dauno	32	6	4,57
8	1930 07 23 00 08	Irpinia	547	10	6,67
5	1931 05 10 10 48 55.00	Irpinia	43	5-6	4,64
4	1933 03 07 14 39	Irpinia	42	6	4,96
5	1950 01 01 10 03	Beneventano	7	5	4,16
8-9	1962 08 21 18 19	Irpinia	562	9	6,15
F	1971 05 06 03 45 05.00	Irpinia	68	6	4,83
4-5	1975 06 19 10 11	Gargano	61	6	5,02
4	1977 07 24 09 55 29.00	Irpinia	85	5-6	4,37
5-6	1978 02 08 04 10 29.00	Irpinia	100	5-6	4,44
7	1980 11 23 18 34 52.00	Irpinia-Basilicata	1394	10	6,81
4-5	1984 05 07 17 50	Monti della Meta	912	8	5,86
4	1984 05 11 10 41 49.27	Monti della Meta	342	7	5,47
4-5	1990 04 22 16 47 07.38	Sannio	34	5	3,63
5-6	1990 05 05 07 21 29.61	Potentino	1375		5,77
NF	1990 08 30 14 54	Beneventano	39	5-6	3,2
4-5	1991 05 26 12 25 59.42	Potentino	597	7	5,08
3	1996 04 03 13 04 34.98	Irpinia	557	6	4,9
3	1997 03 19 23 10 50.02	Sannio-Matese	284	6	4,52
4	2002 11 01 15 09 01.92	Molise	638	7	5,72



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 17 di 88

5.2 FAGLIE CAPACI E SORGENTI SISMOGENETICHE

Portale Ithaca

Per l'area studiata e nell'immediato intorno è stata verificata la presenza di faglie attive e capaci tramite consultazione del portale ITHACA.

Come si osserva dalla Figura 3 e Figura 4, sono segnalate n°3 faglie attive che interessano marginalmente l'area di studio. In particolare:

- Faglia di Castel Baronia – codice 33300
- Faglia della Valle Ufita – codice 33400
- Faglia del Sud Matese – codice 30703

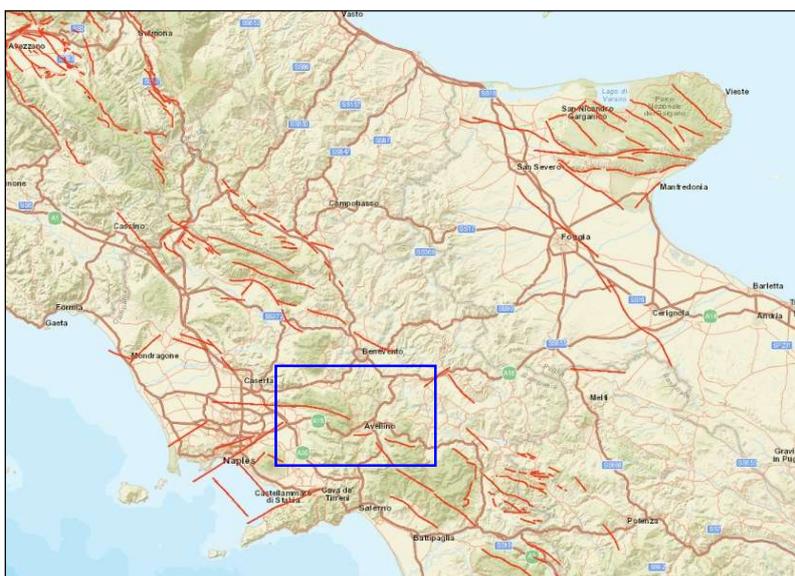


Figura 3 – ITHACA- catalogo delle Faglie capaci. Il rettangolo rappresenta l'area oggetto di studio, riportata in Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 18 di 88

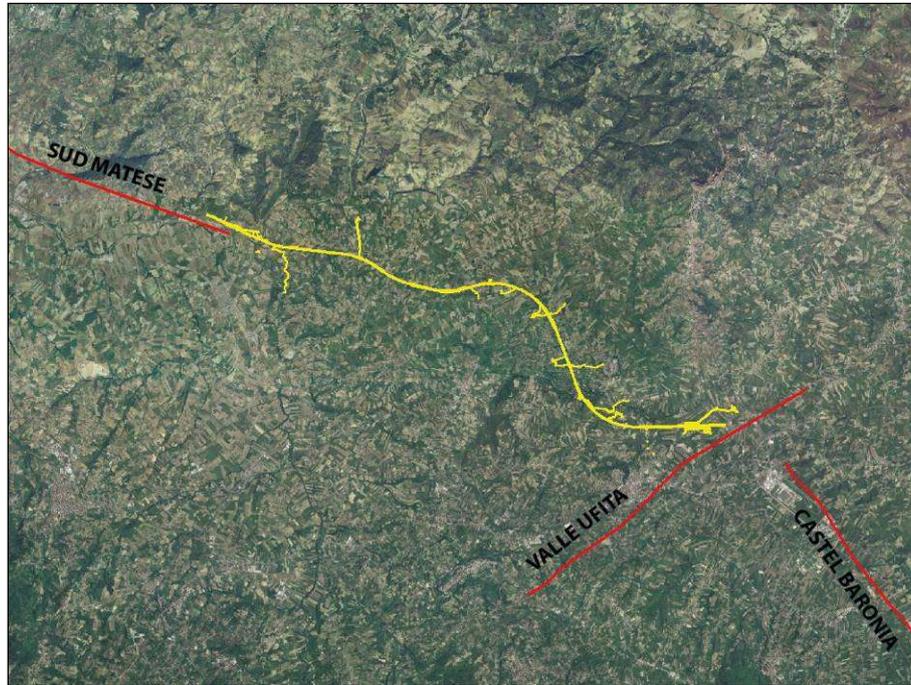


Figura 4 – Faglie attive identificate dal catalogo ITHACA nell'intorno dell'area studiata

Nelle tabelle sottostanti si riportano le caratteristiche geometriche e di attività di ciascuna faglia descritta in precedenza (Figura 5, Figura 6, Figura 7).

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 19 di 88

GENERAL IDENTIFICATION	
Fault Code	33300
Fault Name	CASTEL BARONIA
Region Name	Campania
Tectonic Environment	ND
System Name	CASTEL BARONIA
Synopsis	
Rank	Primary
GEOMETRY AND KINEMATICS	
Segmentation	Single Segment
Average Strike (°)	135
Dip (°)	Undefined
Dip Direction	SW
Fault Length (km)	12.7
Mapping Scale	1:
Fault Depth (m)	
Kinematics	Normal
ACTIVITY	
Surface Evidence	ND
Last Activity	3,000-9,000 (prehistory-Neolithic)
Evidence for Capability	Displacement of latest Pleistocene-Holocene deposits and/or land forms
Lithology	alluvial deposits

Figura 5 – Caratteristiche principali della Faglia attiva 33300 – Castel Baronia, segnalata in ITHACA.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 20 di 88

GENERAL IDENTIFICATION	
Fault Code	33400
Fault Name	UFITA VALLEY
Region Name	Campania
Tectonic Environment	ND
System Name	UFITA VALLEY
Synopsis	
Rank	Secondary
GEOMETRY AND KINEMATICS	
Segmentation	Single Segment
Average Strike (°)	45
Dip (°)	Undefined
Dip Direction	NW
Fault Length (km)	10.6
Mapping Scale	1:
Fault Depth (m)	
Kinematics	Normal
ACTIVITY	
Surface Evidence	ND
Last Activity	22,000-50,000
Evidence for Capability	Displacement of middle-late Pleistocene deposits and/or land forms
Lithology	alluvial deposits

Figura 6 – Caratteristiche principali della Faglia attiva 33400 – Valle Ufita, segnalata in ITHACA

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 21 di 88

GENERAL IDENTIFICATION	
Fault Code	30703
Fault Name	SOUTHERN MATESE
Region Name	Campania
Tectonic Environment	ND
System Name	SOUTHERN MATESE
Synopsis	
Rank	Primary
GEOMETRY AND KINEMATICS	
Segmentation	Single Segment
Average Strike (°)	110
Dip (°)	Undefined
Dip Direction	SSW
Fault Length (km)	15.0
Mapping Scale	1:
Fault Depth (m)	
Kinematics	Normal
ACTIVITY	
Surface Evidence	ND
Last Activity	Middle Pleistocene (125,000-700,000)
Evidence for Capability	Displacement of middle-late Pleistocene deposits and/or land forms
Lithology	terrigenous deposits

Figura 7 - Caratteristiche principali della Faglia attiva 30703 – Sud Matese, segnalata in ITHACA

La faglia di Castel Baronia è di tipo normale, con immersione verso SW e lunghezza di circa 12 Km.

Tale struttura è descritta da varia autori come ad esempio Aprile et al.,(1976) Bousquet et al.(1993) e Basso et al. (1996).

Meletti et al. (2000) riconoscono questa struttura come la sorgente sismogenetica del terremoto del 1732, mentre altri (Valensise and Pantosti, 2001; DISS Workig Group, 2006 e Giacoli et al.,2008) sono in disaccordo con tale interpretazione.

La faglia della Valle Ufita è di tipo normale, immergente a NW e lunghezza riconosciuta intorno ai 10 km. È segnalata come faglia attiva in diversi lavori quali Aprile et al.,(1976), Basso et al. (1996), Ascione A., Cinque A (1999), Ghisetti F, & Vezzani L.(1983).

La faglia Sud Matese è una struttura importante nella zona del Matese. Nella zona intorno a Benevento si presenta meno evidente.

5.3 “DATABASE DELLE SORGENTI SISMOGENETICHE ITALIANE (DISS)”

Oltre alla verifica dell'esistenza di faglie definite attive e capaci, è stato consultato il portale “Database delle sorgenti sismogenetiche italiane (DISS)” che ha come obiettivo principale l'individuazione delle strutture che generano terremoti – le sorgenti sismogenetiche – e la stima del loro potenziale. L'individuazione e la corretta parametrizzazione di una sorgente sismogenetica è utile nei modelli geodinamici e nelle valutazioni di pericolosità sismica da scuotimento. Una faglia attiva e in grado di generale terremoti rappresenta una sorgente sismogenetica.

Le sorgenti sismogenetiche sono rappresentate nelle tre dimensioni, ottenute parametrizzando la geometria e la cinematica di grandi faglie attive ritenute in grado di generare terremoti di magnitudo superiore a 5.5. In altre parole, le sorgenti sismogenetiche sono state definite tridimensionalmente all'interno della crosta terrestre, e descritte dal punto di vista geometrico e cinematico.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 22 di 88

Il DISS si interessa esclusivamente di censire strutture primarie, cioè di quelle faglie che, prendendo in carico la maggior parte della deformazione tettonica e muovendosi in profondità, causano i terremoti principali e il relativo scuotimento. È ben noto che a queste strutture primarie possono essere associate in superficie una o più faglie secondarie; queste ultime non sono riportate nel Database.

Le sorgenti presenti nel DISS sono tutte rigorosamente basate su dati geologici e geofisici e le principali appartengono a due tipologie: le Sorgenti Sismogenetiche Individuali (Individual Seismogenic Sources, ISS), ideate per descrivere nel dettaglio le faglie responsabili di specifici forti terremoti già avvenuti o che si ritiene potranno avvenire e le Sorgenti Sismogenetiche Composite (Composite Seismogenic Sources, CSS). Queste ultime sono state ideate per rappresentare un dataset di sorgenti sismogenetiche potenziali il più possibile esauriente.

Un'ulteriore categoria di sorgente, sono le Sorgenti Dibattute (DSS). Queste sono definite come aree attorno a faglie attive proposte in letteratura come potenzialmente sismogenetiche ma che, a giudizio degli autori del DISS, non possono essere trasformate in sorgenti sismogenetiche perchè non sufficientemente documentate, oppure perchè sulla loro esistenza o sul loro potenziale sismogenetico esistono opinioni fortemente contrastanti.

Nelle seguenti figure (Figura 8, Figura 9) sono riportate le sorgenti sismogenetiche individuate nel portale DISS per l'area oggetto di studio.

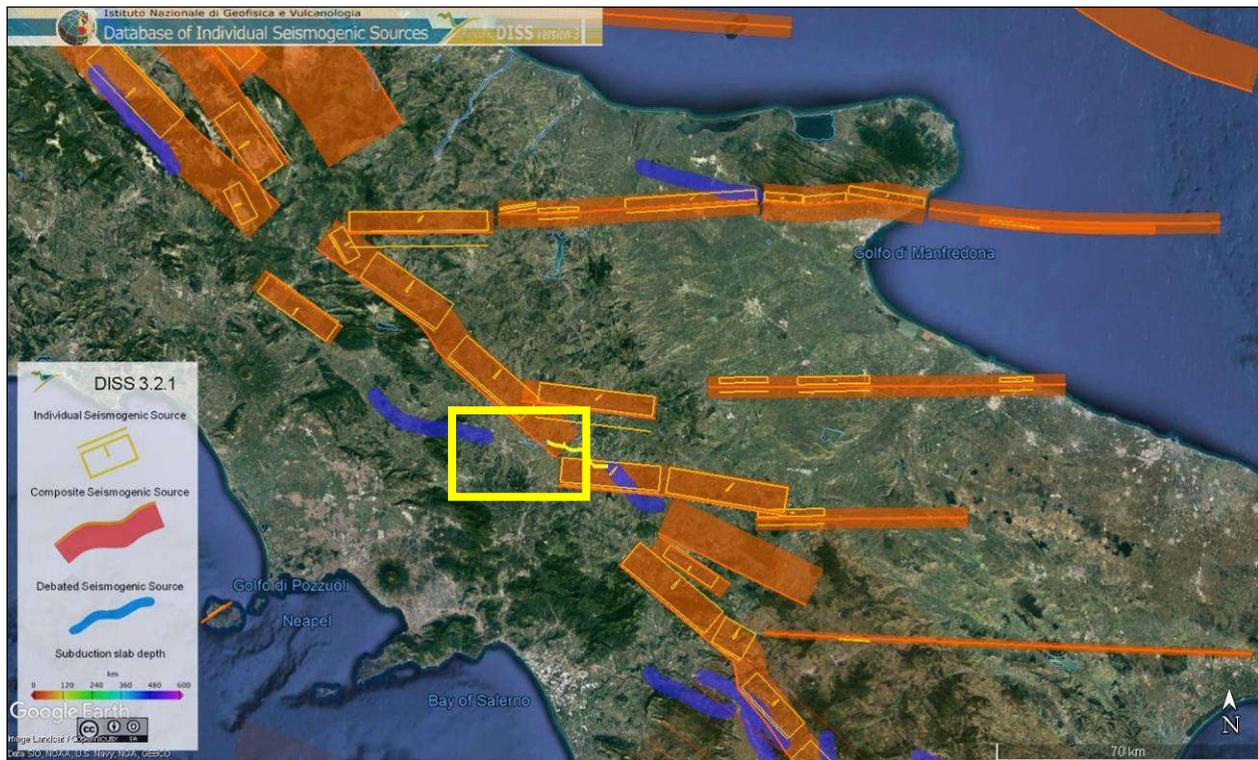


Figura 8 – Sorgenti sismogenetiche contenute nel portale DISS. Il rettangolo rappresenta l'area oggetto di studio, riportata in Figura 9

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 23 di 88

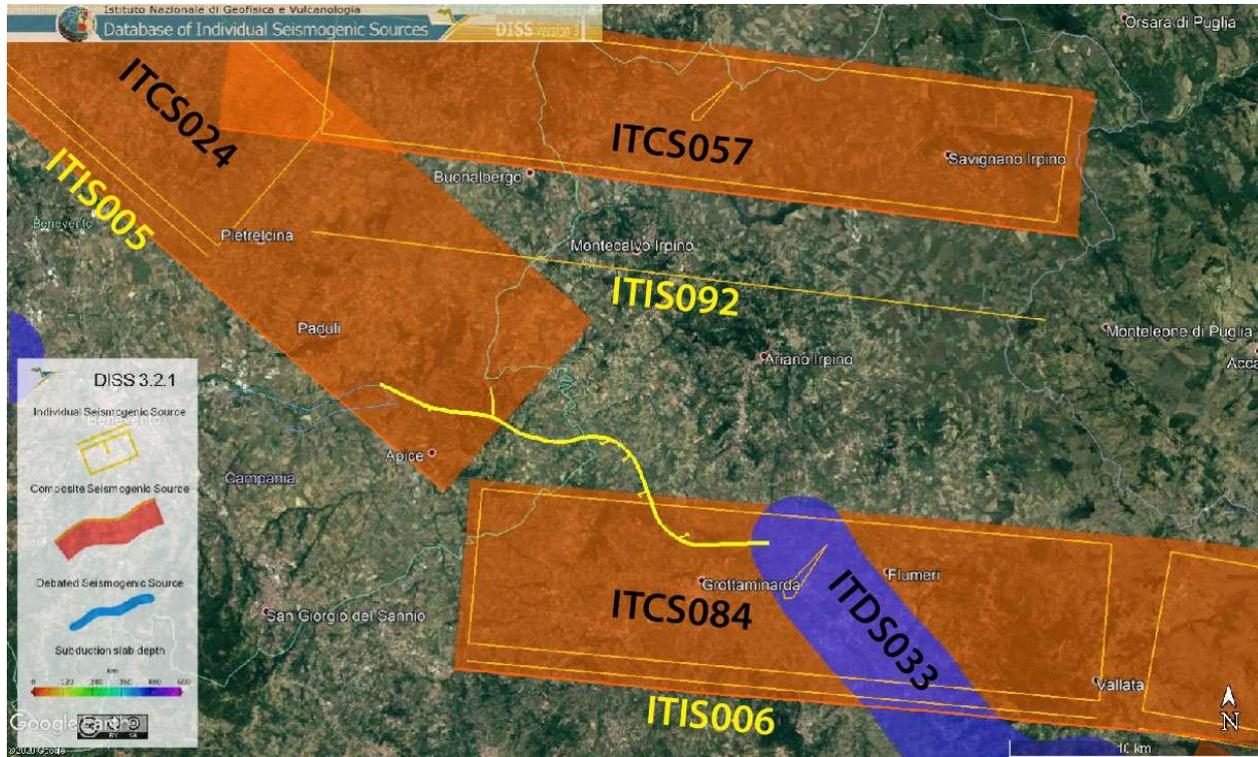


Figura 9 - Sorgenti sismogenetiche contenute nel portale DISS con relativo codice. In giallo il tracciato in progetto.

Dall'esame del Database, nell'area di interesse (Figura 8), si osservano tre sorgenti sismogenetiche individuali (in giallo), le relative sorgenti sismogenetiche composite (in arancione) e una sorgente sismogenetica dibattuta (in blu).

In particolare per quanto riguarda le sorgenti individuali, da Ovest ad Est:

- ITIS005 – Bacino del Tammaro
- ITIS092 - Ariano Irpino
- ITIS006 – Valle Ufita

Tralasciando le prime due che non sono nell'immediata vicinanza del tracciato, si riporta in Figura 9 la caratteristica della ISS Valle Ufita – ITIS006.

Tale struttura è definita come una faglia normale, immergente a Nord, con una componente di trascorrenza destra. Essa, insieme ad altre sorgenti più ad Est, appartiene al sistema diretto ESE-WNW che interrompono la continuità delle strutture sismogenetiche estensionali che corrono lungo la catena dell'Appennino Settentrionale (Figura 7).

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 24 di 88

PARAMETRIC INFORMATION			
PARAMETER		QUALITY	EVIDENCE
Location [Lat/Lon]	41.07 / 15.10	OD	Based on geological and geomorphological data.
Length [km]	25.6	OD	Based on geological and geomorphological observations.
Width [km]	14.5	ER	Calculated using the relationships from Wells and Coppersmith (1994).
Min depth [km]	1.5	OD	Based on geological and geomorphological observations.
Max depth [km]	14.5	ER	Derived from dip, width and min depth.
Strike [deg]	275	OD	Based on geological and geomorphological observations.
Dip [deg]	64	OD	Based on geological observations.
Rake [deg]	237	OD	Inferred from geological data, constrained by orientation of T axes.
Slip Per Event [m]	0.9	ER	Calculated from Mo using the relationship from Hanks and Kanamori (1979).
Slip rate [mm/y] min...max	0.1...1.0	EJ	Unknown, values assumed from geodynamic constraints.
Recurrence [y] min... max	900...9000	EJ	Inferred from slip rate and average displacement.
Magnitude [Mw]	6.6	LD	Value adopted from the historical earthquake catalogue CPT104.

LD=LITERATURE DATA; OD=ORIGINAL DATA; ER=EMPIRICAL RELATIONSHIP; AR=ANALYTICAL RELATIONSHIP; EJ=EXPERT JUDGEMENT;

Figura 10 – Tabella riassuntiva delle caratteristiche dalla Sorgente sismogenetica individuale della Valle Ufita (ITIS006)

Per quanto riguarda invece le sorgenti sismogenetiche composite, da Ovest ad Est:

- ITC024, Miranda - Apice
- ITC057, Pago Veiano – Montaguto
- ITCS84, Mirabella Eclano – Monteverde

Nelle viene riportata una tabella riassuntiva delle caratteristiche di ciascuna sorgente sismogenetica composita.

La Sorgente Miranda – Apice interessa un'area molto estesa che comprende le alti valli di Sangro e Volturno, la città di Isernia, la valle del Fiume Calore e la città di Benevento. Costituisce la porzione settentrionale di un importante sistema di faglie normali ad alto angolo, immergenti verso NE dell'Appennino Settentrionale (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**). Dati storici e strumentali mostrano per questa sorgente importanti e catastrofici terremoti che da nord a sud sono: 848 A.D. (Mw 6.0, Sannio), 1805 (Mw 6.6, Molise), 1688 (Mw 6.7, Sannio), 99 A.D. (Mw 6.3, Circello), 1456 (Mw 7.0 and 6.6, respectively), 1962 (Mw 6.2, Irpinia), (Mw 6.3, Sannio-Irpinia), 1732 (Mw 6.6, Irpinia).

La Sorgente Pago Veiano – Montaguto comprende l'area del Sannio, a NE di Benevento e appartiene al sistema di faglie oblique – trascorrenti destre che caratterizza il settore centrale e meridionale dell'avampaese Adriatico.

La Sorgente Mirabella Eclano – Monteverde attraversa la regione Campania, da Est di Benevento al Vulture ed appartiene al sistema di faglie oblique – trascorrenti destre che caratterizza il settore centrale e meridionale dell'avampaese Adriatico. Dati storici e strumentali mostrano per questa sorgente importanti e catastrofici terremoti che da ovest ad est sono: 1962 (Mw 6.2, Irpinia); 1702 (Mw 6.3, Sannio-Irpinia), 1732 (Mw 6.6, Irpinia), 989 A.D. (Mw 6.0, Irpinia), 1930 (Mw 6.7, Irpinia).

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 25 di 88

PARAMETRIC INFORMATION			
PARAMETER		QUALITY	EVIDENCE
Min depth [km]	1.0	LD	Based on data of instrumental seismicity.
Max depth [km]	14.0	LD	Based on data of instrumental seismicity.
Strike [deg] min... max	300...330	OD	Based on geological and geomorphological observation.
Dip [deg] min... max	50...60	OD	Based on geological and geomorphological observation.
Rake [deg] min... max	280...280	EJ	Inferred from regional seismological constraints.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.1... 1.0	EJ	Unknown, values assumed from geodynamic constraints.
Max Magnitude [Mw]	6.6	OD	Derived from maximum magnitude of associated individual source(s).

LD=LITERATURE DATA; OD=ORIGINAL DATA; ER=EMPIRICAL RELATIONSHIP; AR=ANALYTICAL RELATIONSHIP; EJ=EXPERT JUDGEMENT;

Figura 11 - Tabella riassuntiva delle caratteristiche dalla Sorgente sismogenetica composta Miranda-Apice (ITC024)

PARAMETRIC INFORMATION			
PARAMETER		QUALITY	EVIDENCE
Min depth [km]	11.0	EJ	Inferred from upper depth of instrumental major earthquakes in the region.
Max depth [km]	25.0	EJ	Inferred from lower depth of instrumental major earthquakes in the region.
Strike [deg] min... max	270...290	OD	Based on macroseismic and geophysical data.
Dip [deg] min... max	60...80	OD	Based on macroseismic and geophysical data.
Rake [deg] min... max	220...240	EJ	Inferred from rake of instrumental major earthquakes in the region.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.1... 1.0	EJ	Unknown, values assumed from geodynamic constraints.
Max Magnitude [Mw]	6.9	OD	Derived from maximum magnitude of associated individual source(s).

LD=LITERATURE DATA; OD=ORIGINAL DATA; ER=EMPIRICAL RELATIONSHIP; AR=ANALYTICAL RELATIONSHIP; EJ=EXPERT JUDGEMENT;

Figura 12 - Tabella riassuntiva delle caratteristiche dalla Sorgente sismogenetica composta Pago Veiano - Montaguto (ITC057)

PARAMETRIC INFORMATION			
PARAMETER		QUALITY	EVIDENCE
Min depth [km]	1.0	OD	Based on seismological and geological data.
Max depth [km]	16.0	OD	Based on seismological and macroseismic data.
Strike [deg] min... max	270...290	OD	Based on seismological and macroseismic data.
Dip [deg] min... max	55...75	OD	Based on seismological data.
Rake [deg] min... max	230...250	OD	Based on seismological data.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.1... 1.0	EJ	Unknown, values assumed from geodynamic constraints.
Max Magnitude [Mw]	6.7	OD	Derived from maximum magnitude of associated individual source(s).

LD=LITERATURE DATA; OD=ORIGINAL DATA; ER=EMPIRICAL RELATIONSHIP; AR=ANALYTICAL RELATIONSHIP; EJ=EXPERT JUDGEMENT;

Figura 13 – Tabella riassuntiva delle caratteristiche dalla Sorgente sismogenetica composta Mirabella Eclano - Monteverde (ITC084)

La sorgente sismogenetica dibattuta è, al momento della stesura del rapporto, in fase di analisi da parte del DISS. Essa corrisponderebbe alla Faglia di Castel Baronia segnalata nel portale ITHACA (vedi Figura 3 e Figura 4).

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B FOGLIO 26 di 88

5.3.1 Faglie attive nell'area di studio.

Oltre alla consultazione dei portali ITHACA e DISS nonché della bibliografia disponibile, è stata effettuata una analisi prevalentemente geomorfologica, a scala del progetto, per verificare la presenza di eventuali faglie attive e capaci all'interno dell'area di studio.

Nel settore a monte dell'imbocco della galleria Rocchetta, sono stati eseguiti alcuni approfondimenti (tra la pk 10+025 e 10+350 circa) allo scopo di verificare eventuali attività recenti legate ad un sistema di strutture tettoniche disgiuntive, orientate da N-S a NNW-SSE, la cui presenza è stata ipotizzata su basi fotogrammetriche.

L'ipotesi che queste strutture siano attive, si basa principalmente su aspetti geomorfologici e nello specifico, sull'osservazione di anomalie nell'andamento dell'alveo del fiume Ufita. In particolare, come mostrato in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, l'alveo del fiume, per alcuni tratti, diventa rettilineo secondo una direzione coerente con l'orientazione dei lineamenti. Se si ipotizza che la dislocazione dell'asta fluviale sia dovuta al movimento della faglia/lineamento, quest'ultima è da ritenersi attiva.

Le indagini eseguite sono state svolte attraverso l'analisi dei depositi superficiali più recenti a cavallo della struttura tramite la realizzazione di trincee. Tuttavia, come si può apprendere dalla relazione conclusiva allegata al presente rapporto, *“non è emersa la presenza di strutture indicative di attività tettonica recente, né sono stati osservati fenomeni di deformazione precoce dei sedimenti (soft sediment deformation) che possano essere ricondotti ad attività sismica olocenico-recente”*.

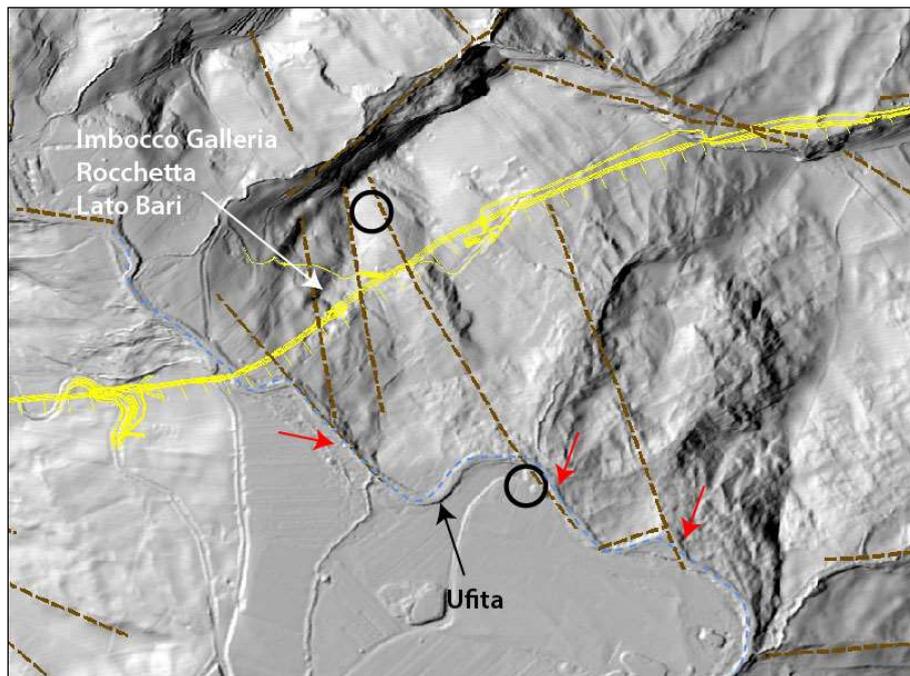


Figura 14 – Indicazione delle anomalie dell'alveo del Fiume Ufita (frecche rosse). Posizione delle nelle indagini eseguite (cerchi neri). Lineamenti derivanti da fotointerpretazione (marrone). Base: modello hillshade da dati LiDAR

La consultazione dei portali ITHACA e DISS, l'analisi della bibliografia disponibile e l'analisi geomorfologica di dettaglio a scala del progetto permettono di escludere con buona probabilità la presenza di faglie attive a capaci che intersecano direttamente il progetto.

L'unica eccezione è rappresentata da due strutture:

- La prima è quella che borda la conca di Grottaminarda, struttura desunta dalle analisi di terreno e del modello Lidar, che potrebbe verosimilmente rappresentare un piano parallelo – subparallelo al sistema della faglia denominata “Faglia della Valle Ufita – codice 33400”.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 27 di 88

- La seconda è quella che si trova nella piana di Apice, struttura desunta dalle analisi di terreno e dal modello Lidar, che potrebbe verosimilmente rappresentare un piano parallelo – subparallelo al sistema della faglia denominata “Faglia di Castel Baronia – codice 33300”.

Tuttavia, vista la complessità morfostrutturale e tettonica dell’area, non è da escludere la presenza di altri piani minori paralleli alle strutture descritte in precedenza che potrebbero rappresentare delle faglie attive e/o capaci. Si prescrive pertanto, qualora dovessero essere incontrati tali piani, di verificarne l’attività durante la fasi progettuali successive.

5.4 ZONA SISMOGENETICA E MAGNITUDO ATTESA

Sulla base delle originali elaborazioni relative alla definizione delle sorgenti sismogenetiche (DISS2.0-2001) è stato elaborato un modello sintetico che descrive la localizzazione delle sorgenti di futuri terremoti, la magnitudo massima che questi potranno raggiungere ed i valori di sismicità attesa zona per zona. Questo modello, che si pone come base per la redazione della carta di pericolosità sismica è rappresentato dalla mappa delle zone sismogenetiche ZS9 (Meletti & Valensise, 2004; Meletti et al., 2008).

In base alla zonazione sismogenetica ZS9 del territorio nazionale (INGV, 2004), la sismicità in Italia può essere distribuita in 36 zone, a ciascuna delle quali è associata una legge di ricorrenza della magnitudo, espressa in termini di magnitudo momento Mw.

Secondo la ZS9 (Figura 15), che sostituisce la precedente zonazione sismogenetica ZS4, il territorio attraversato dall’infrastruttura in progetto ricade entro la zona identificata come 927 “Sannio - Irpinia – Basilicata”, per la quale gli studi indicano una magnitudo massima attesa $M_{wmax} = 7,06$ (Figura 16).

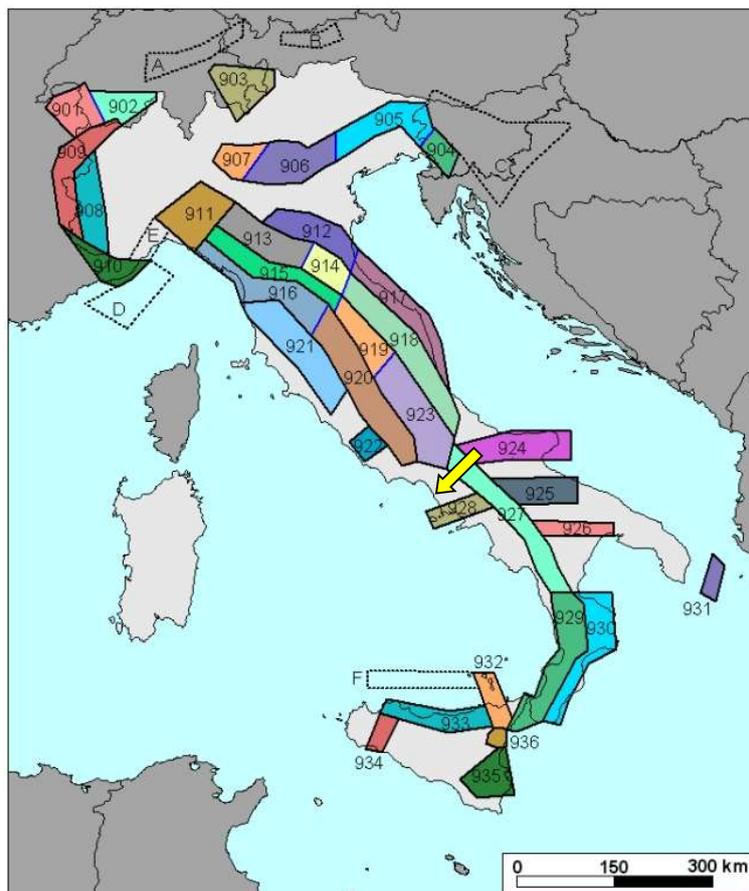


Figura 15 – Zonazione sismogenetica ZS9 del territorio italiano (INGV, 2004). La freccia indica dove ricade l’area studiata

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 28 di 88

Nome ZS	Numero ZS	M_{wmax}
Colli Albani, Etna	922, 936	5.45
Ischia-Vesuvio	928	5.91
Altre zone	901, 902, 903, 904, 907, 908, 909, 911, 912, 913, 914, 916, 917, 920, 921, 926, 932, 933, 934	6.14
Medio-Marchigiana/Abruzzese, Appennino Umbro, Nizza Sanremo	918, 919, 910	6.37
Friuli-Veneto Orientale, Garda-Veronese, Garfagnana-Mugello, Calabria Jonica	905, 906, 915, 930	6.60
Molise-Gargano, Ofanto, Canale d'Otranto	924, 925, 931	6.83
Appennino Abruzzese, Sannio – Irpinia-Basilicata	923, 927	7.06
Calabria tirrenica, Iblei	929, 935	7.29

Figura 16 – Valori di M_{wmax} per le zone sismogenetiche di ZS9 (INGV, 2004)

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 29 di 88

6 DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI RIFERIMENTO

Nel seguito verranno descritte ed approfondite le seguenti tematiche:

- categoria di sottosuolo;
- categoria topografica;
- definizione dei parametri dell'azione sismica di riferimento.

6.1 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto è necessario tenere conto delle condizioni stratigrafiche del volume di terreno interessato dall'opera ed anche delle condizioni topografiche, perché entrambi questi fattori concorrono a modificare l'azione sismica in superficie rispetto a quella attesa su un sito rigido con superficie orizzontale.

Per la valutazione degli effetti stratigrafici si può fare riferimento (DM 14/01/2008) ad un approccio semplificato che si basa sull'individuazione della categoria di sottosuolo. In tale approccio la classificazione del suolo si effettua in base ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità $V_{s,30}$.

Nel caso in esame la velocità di propagazione delle onde di taglio può essere determinata:

- in maniera diretta a partire dai risultati delle prove sismiche in foro down-hole e crosshole;
- in maniera indiretta a partire dai risultati degli stendimenti sismici.

6.1.1 Tratta allo scoperto tra le progressive 0+000 – 2+705

In questa tratta sono stati eseguite prove geofisiche in foro e da superficie:

- SISGR1 – Longitudinale – sismica a rifrazione
- SISGR1 – Trasversale– sismica a rifrazione
- SIS PE1– sismica a rifrazione
- SIS PE2– sismica a rifrazione
- HI-CH – sismica cross hole
- VI01- 3 – sismica down hole
- C1 - sismica down hole
- C1 - prova geofisica masw
- C2 - prova geofisica masw
- C4 - prova geofisica masw
- AU1 - prova geofisica masw
- AU2 - prova geofisica masw
- AU4 - prova geofisica masw
- AU5 - prova geofisica masw

Per gli stendimenti sismici a rifrazione si evidenziano le sezioni lungo le quali sono state valutate le velocità delle onde di taglio per il calcolo della $V_{s,30}$.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 30 di 88
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale							

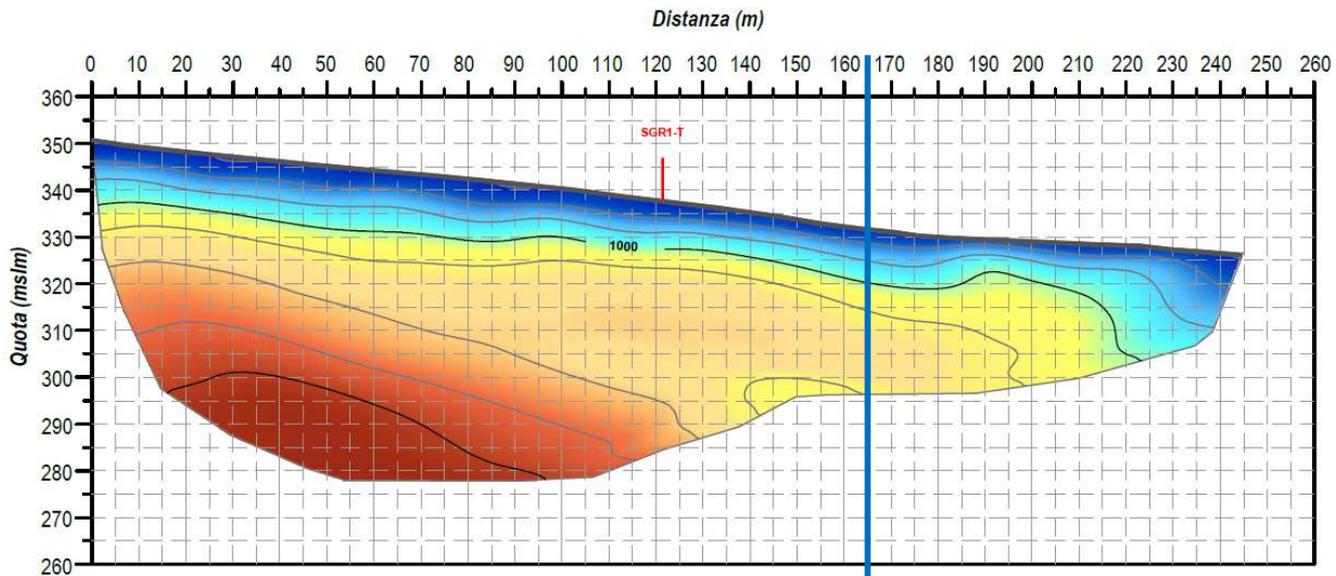


Figura 17 - Sismica a rifrazione – Vs – SISGR1 Sezione longitudinale

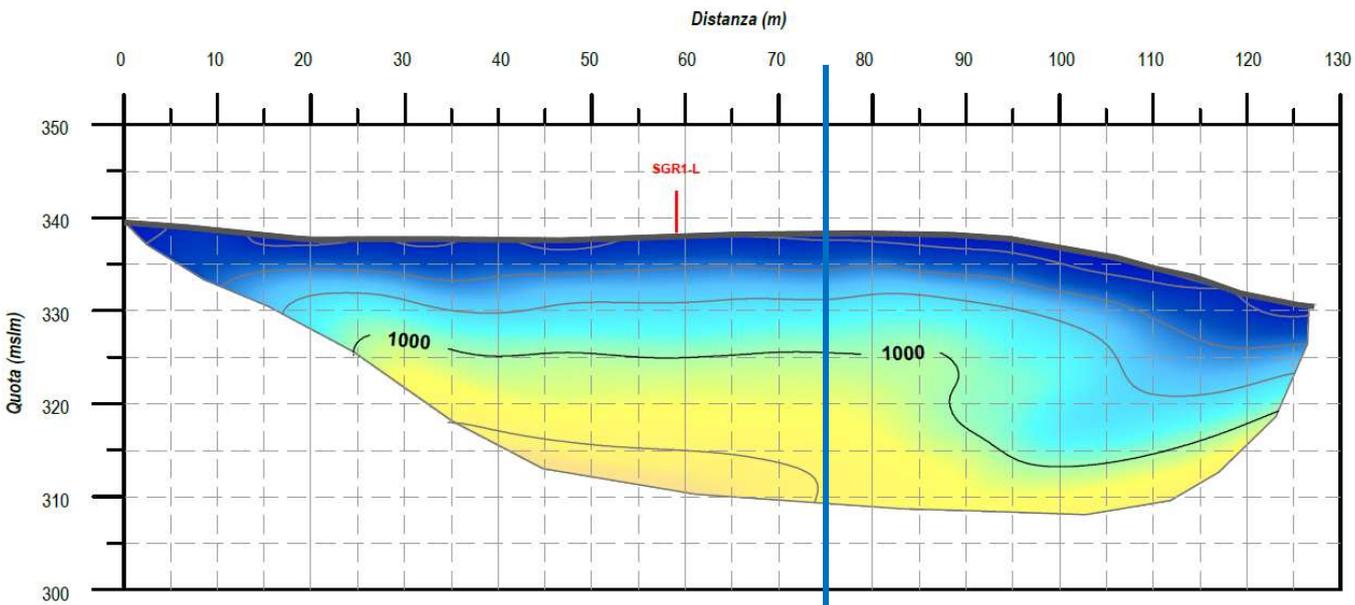


Figura 18 - Sismica a rifrazione – Vs– SISGR1 Sezione trasversale

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 31 di 88
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale						

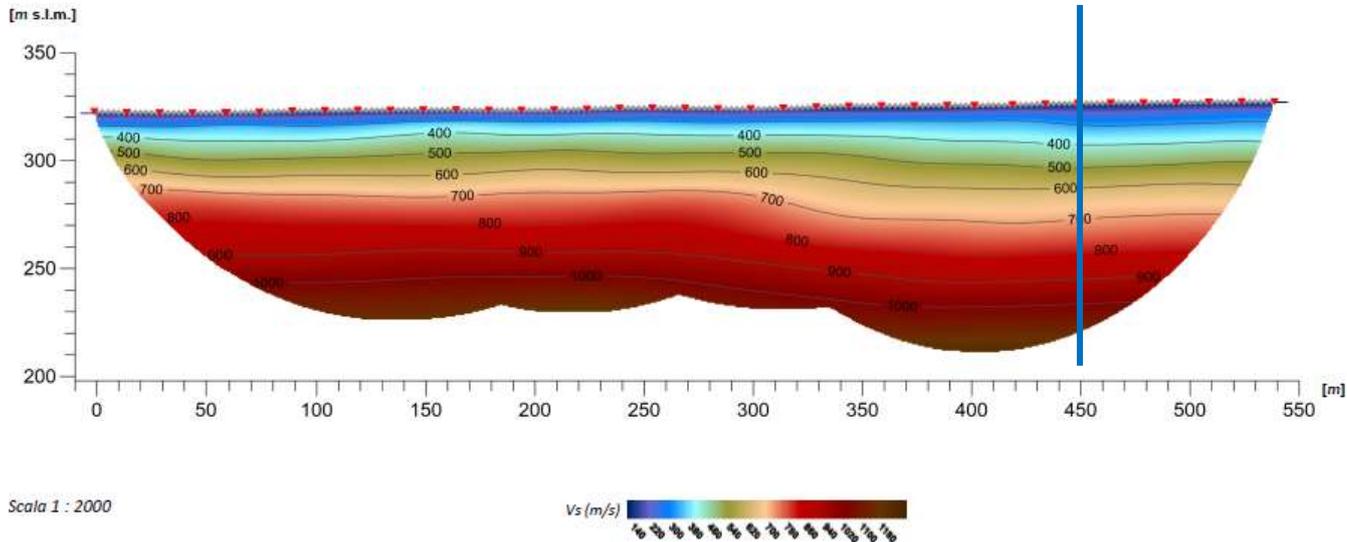


Figura 19 - Sismica a rifrazione – Vs– SISPE1

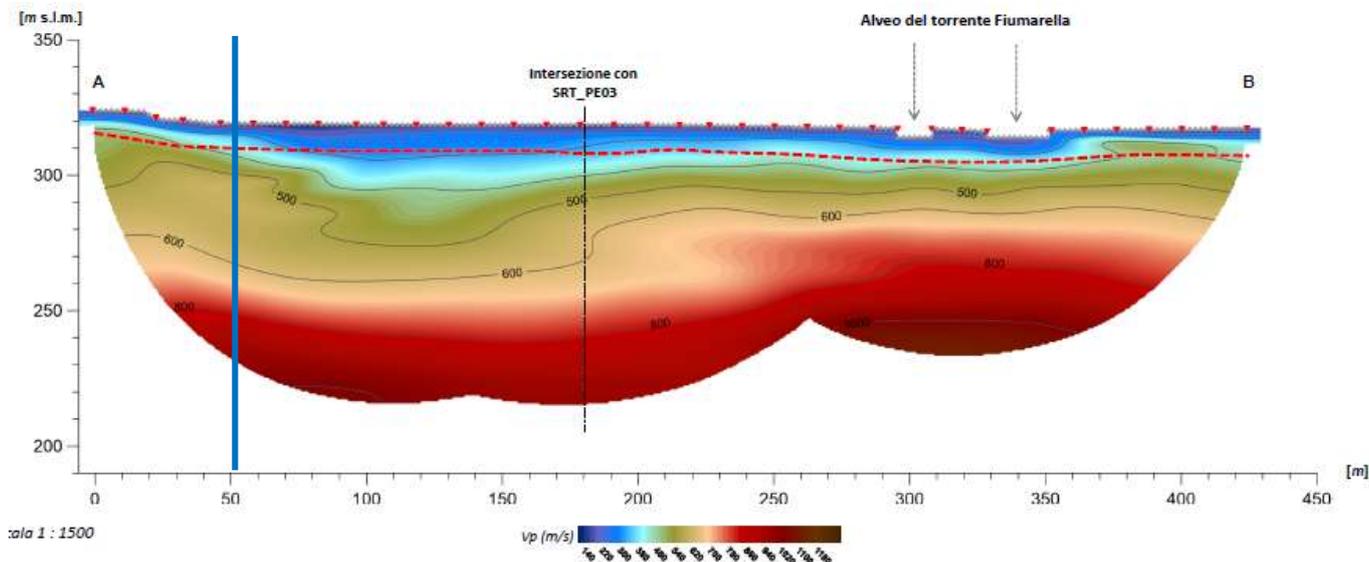


Figura 20 - Sismica a rifrazione – Vs– SISPE2

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 32 di 88

Nella tabella che segue si riportano le $V_{s,30}$ ricavate dalle diverse prove geofisiche:

opera	pk	campagna indagini:	ID prova	tipologia prova	Vs 30 (m/s)	cat. Sottosuolo	cat sottosuolo scelta
GA01		2019	SISGR 1 - T	sismica a rifrazione	779	B	B
		2019	SISGR 1 - L	sismica a rifrazione	853	A	
VI01		2019	SISPE2 (in corrispondenza del VI03-1)	sismica a rifrazione	368	C	C
		2019	VI01-3 - DH	DH	330	C	
		2017	AU5	masw	575	B	
		2017	AU4	masw	523	B	
		2017	AU2	masw	454	B	
		2017	AU1	masw	570	B	
RI02 -HI		2019	SISPE1	sismica a rifrazione	364	C	C
		2019	HI-CH	CH	398	B	
		2017	C1	DH	331	C	
		2017	C2	masw	287	C	
		2017	C4	masw	357	C	

Tabella 6-1 – Risultati Vs30 delle prove geofisiche - Tratta all'aperto 0+000 – 2+705

A partire dalle $V_{s,30}$ ottenute, in corrispondenza delle diverse opere (zona di imbocco della Galleria Grottaminarda lato Bari, viadotto VI01, rilevato RI02 e stazione di Hirpinia) è stata definita la seguente categoria di sottosuolo:

opera	Categoria sottosuolo
GA01	B
VI01	C
RI02 - HI	C

Tabella 6-2 – Sintesi categoria di sottosuolo - Tratta all'aperto 0+000 – 2+705

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B FOGLIO 33 di 88

6.1.2 Tratta allo scoperto tra le progressive 4+695 – 5+090

In questa tratta sono stati eseguite prove geofisiche in foro e da superficie:

- SIS PE04– Sezione longitudinale - sismica a rifrazione
- SIS PE05– Sezione trasversale - sismica a rifrazione
- SIS PE07– Sezione trasversale - sismica a rifrazione
- VI02- 4 – sismica down hole
- C11 – sismica down hole
- AU6 - prova geofisica masw
- AU7 - prova geofisica masw
- AU8 - prova geofisica masw

Per gli stendimenti sismici a rifrazione si evidenziano le sezioni lungo le quali sono state valutate le velocità delle onde di taglio per il calcolo della $V_{S,30}$.

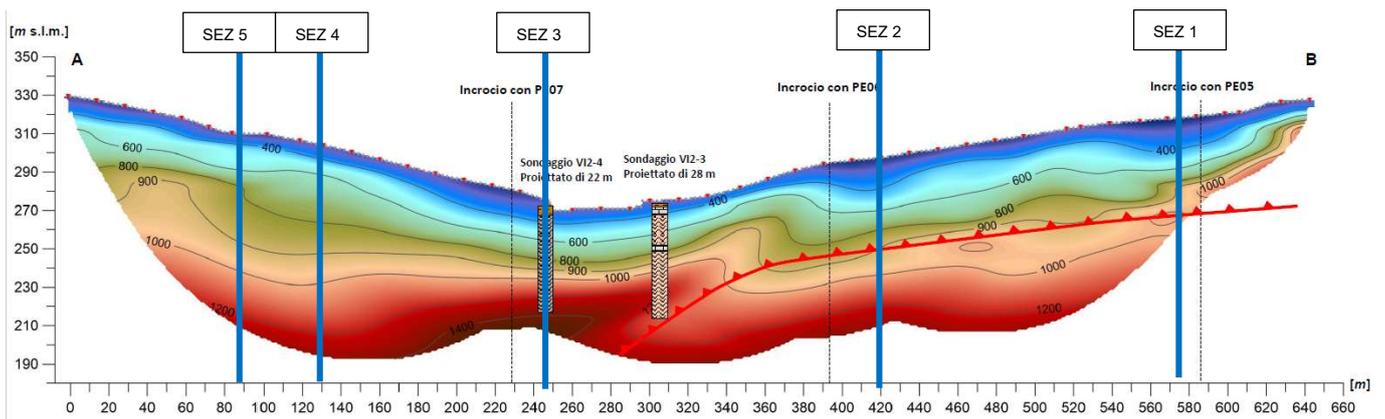


Figura 21 - Sismica a rifrazione – Vs – SIS_PE04

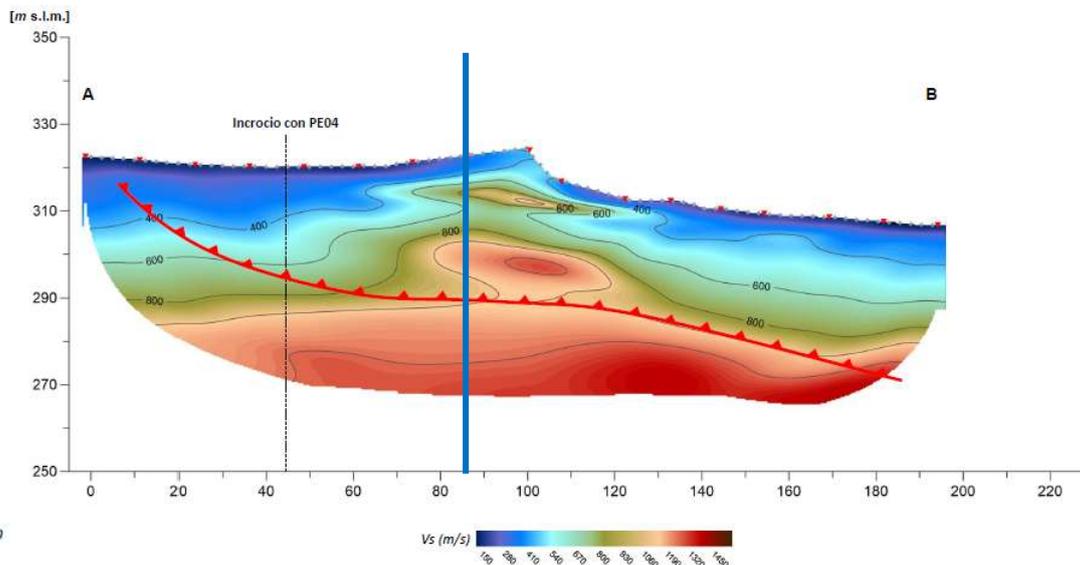


Figura 22 - Sismica a rifrazione – Vs – SIS_PE05

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 34 di 88
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale							

SIS_PE06

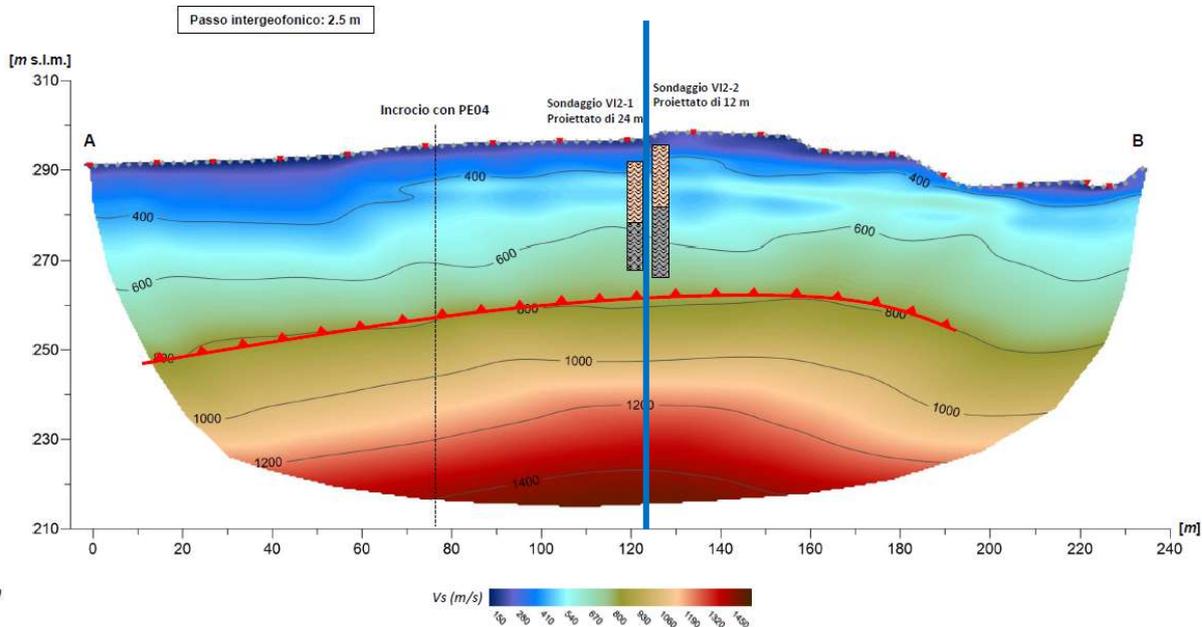


Figura 23 - Sismica a rifrazione – Vs – SIS_PE06

SIS_PE07

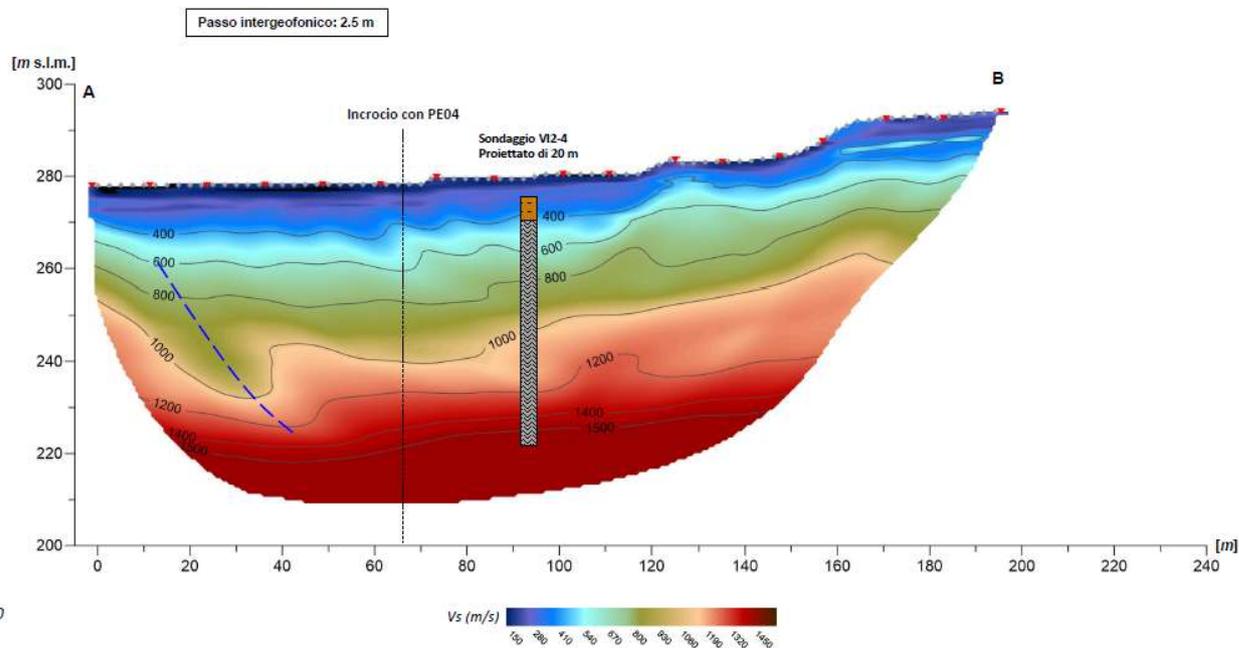


Figura 24 - Sismica a rifrazione – Vs – SIS_PE07

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 35 di 88

Nella tabella che segue si riportano le $V_{s,30}$ ricavate dalle diverse prove geofisiche:

opera	campagna indagini:	ID prova	tipologia prova	Vs 30 (m/s)	cat. Sottosuolo	cat sottosuolo scelta
GA02	2019	SISPE04 – L – sez 1	sismica a rifrazione	316	C	C
	2019	SISPE05 - T	sismica a rifrazione	507	B	
	2017	AU6	masw	599	B	
VI02	2019	SISPE04 - L– sez 2	sismica a rifrazione	327	C	C
	2019	SISPE04 - L– sez 3	sismica a rifrazione	407	B	
	2019	SISPE06 - T	sismica a rifrazione	434	B	
	2019	SISPE07 - T	sismica a rifrazione	430	B	
	2017	AU6	masw	599	B	
	2017	AU7	masw	722	B	
	2017	AU8	masw	246	C	
GA03	2019	SISPE04 - L– sez 4	sismica a rifrazione	486	B	B
	2019	SISPE04 - L– sez 5	sismica a rifrazione	449	B	
	2019	VI02-4	DH	383	B	
	2017	C11	DH	501	B	

Tabella 6-3 – Risultati Vs30 delle prove geofisiche - Tratta all'aperto 4+695 – 5+090

A partire dalle $V_{s,30}$ ottenute, in corrispondenza delle diverse opere (zona di imbocco della Galleria Grottaminarda lato Napoli, viadotto VI02, zona di imbocco galleria Melito lato Bari) è stata definita la seguente categoria di sottosuolo:

opera	Categoria sottosuolo
GA02	C
VI02	C
GA03	B

Tabella 6-4 – Sintesi categoria di sottosuolo - Tratta all'aperto 4+695 – 5+090

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 36 di 88

6.1.3 Tratta allo scoperto tra le progressive 9+550 – 10+090

In questa tratta sono stati eseguite prove geofisiche in foro e da superficie:

- SIS PE08– Sezione longitudinale - sismica a rifrazione
- SIS PE09– Sezione trasversale - sismica a rifrazione
- SIS PE10– Sezione trasversale - sismica a rifrazione
- SIS PE11– Sezione longitudinale - sismica a rifrazione
- SIS PE12– Sezione trasversale - sismica a rifrazione
- SIS PE13– Sezione trasversale - sismica a rifrazione
- S19 – sismica down hole
- AU14 - prova geofisica masw
- AU15 - prova geofisica masw
- AU16 - prova geofisica masw

Per gli stendimenti sismici a rifrazione si evidenziano le sezioni lungo le quali sono state valutate le velocità delle onde di taglio per il calcolo della $V_{s,30}$.

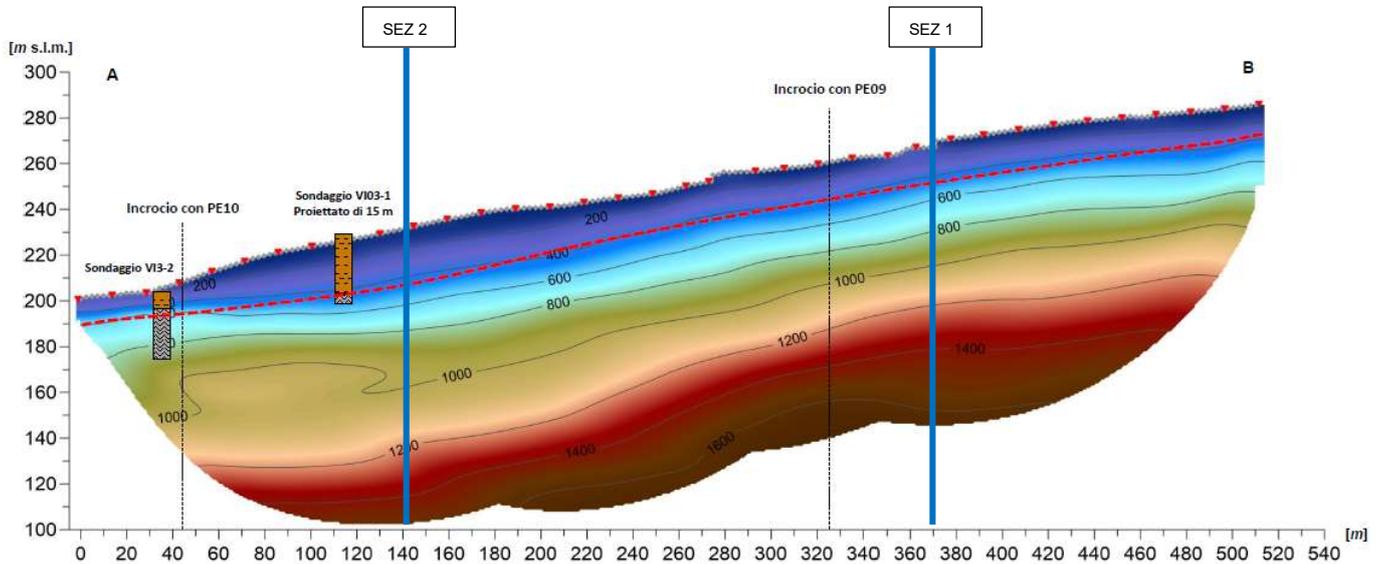


Figura 25 - Sismica a rifrazione – Vs – SIS_PE08

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 37 di 88

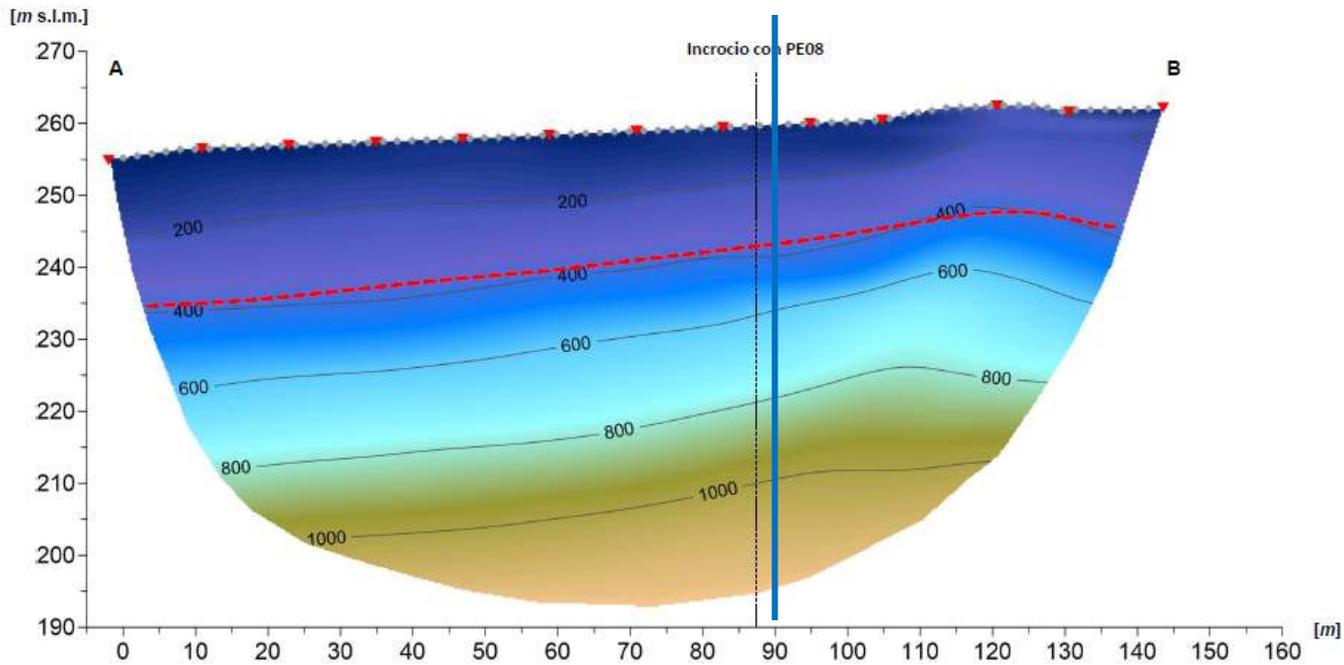
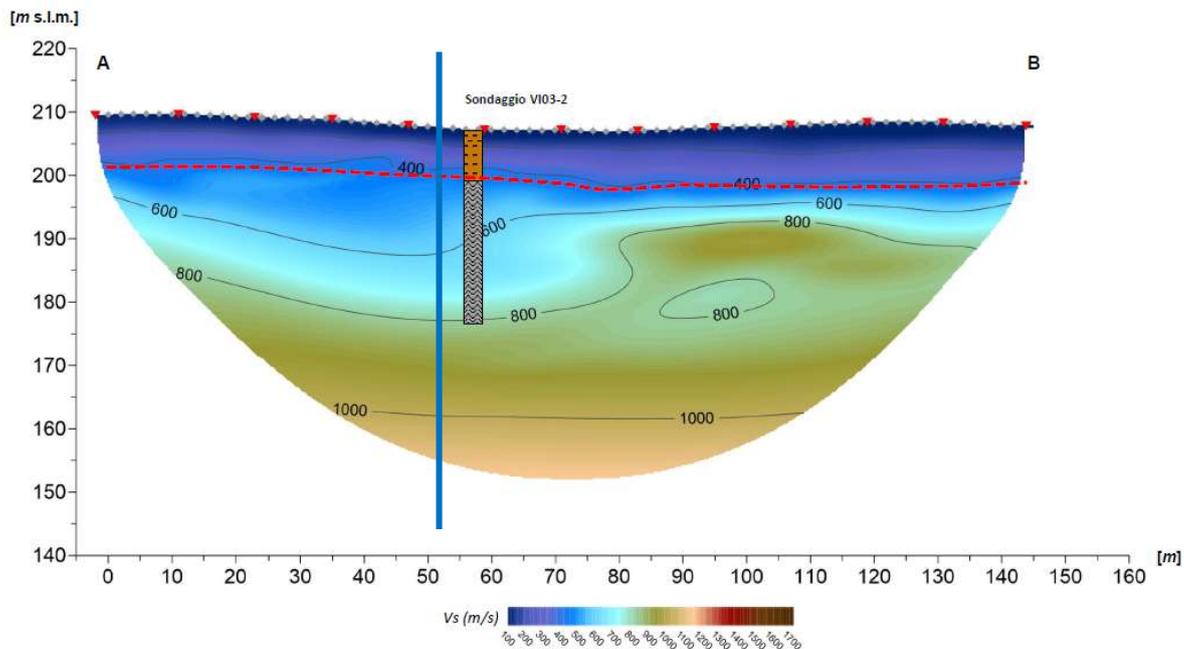


Figura 26 - Sismica a rifrazione – Vs – SRT_PE09

NET_P130

Passo intergeofonico: 2 m



Scala 1 : 700

Figura 27 - Sismica a rifrazione – Vs – SRT_PE10

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 38 di 88
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale							

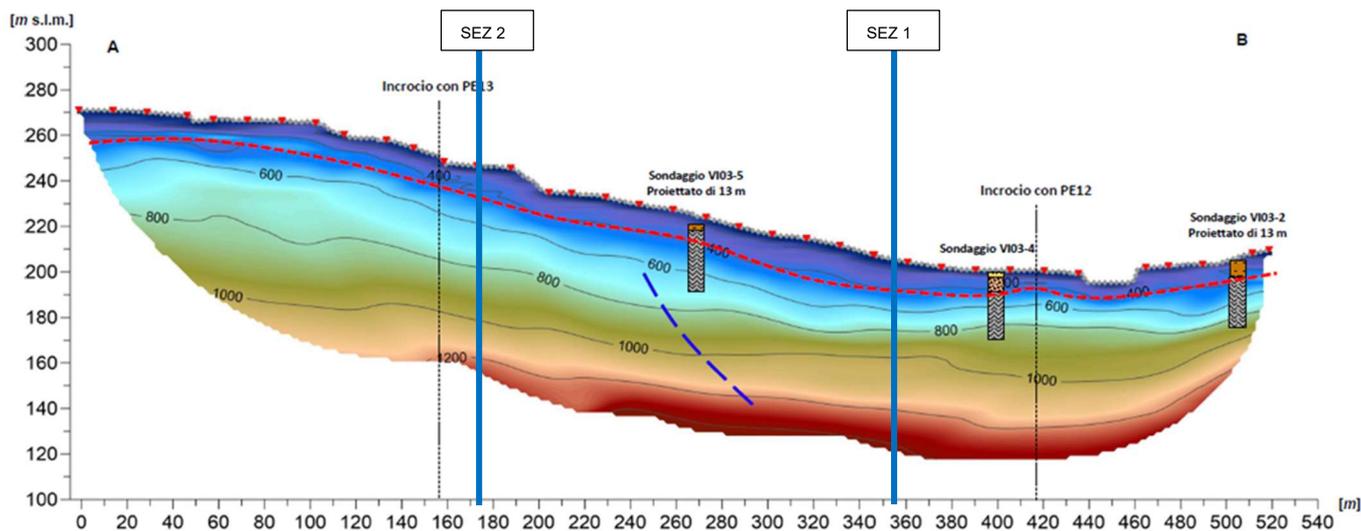
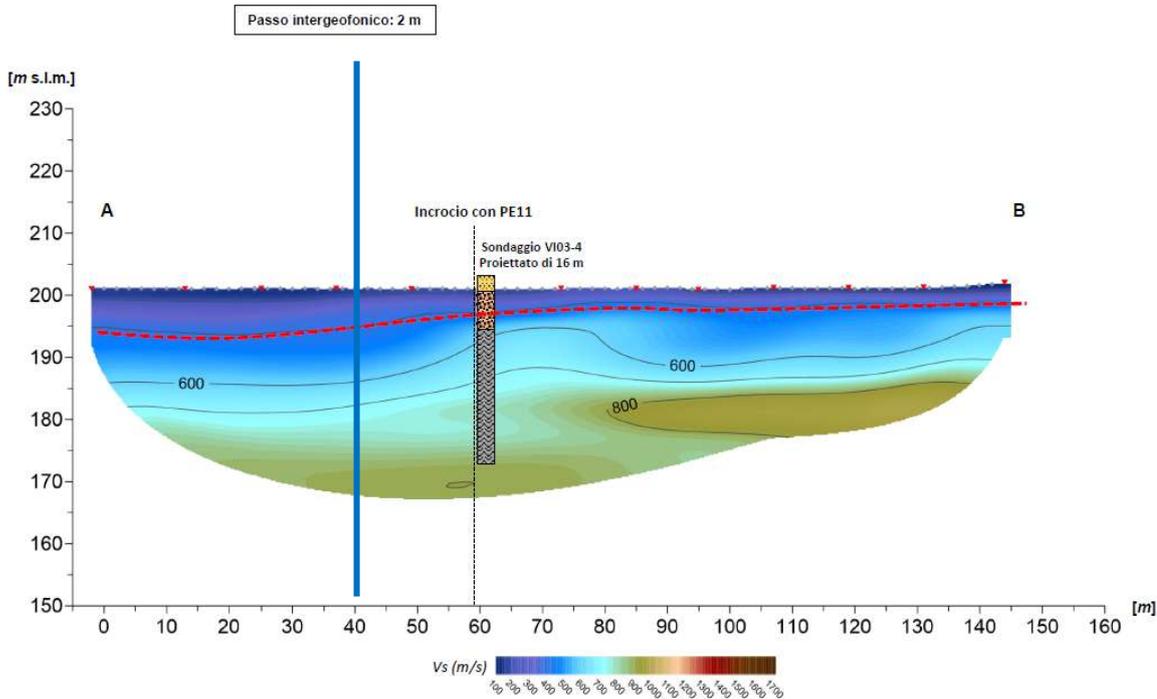


Figura 28 - Sismica a rifrazione – Vs – SIS_PE11

SRT_PE12



Scala 1 : 700

Figura 29 - Sismica a rifrazione – Vs – SIS_PE12

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 39 di 88

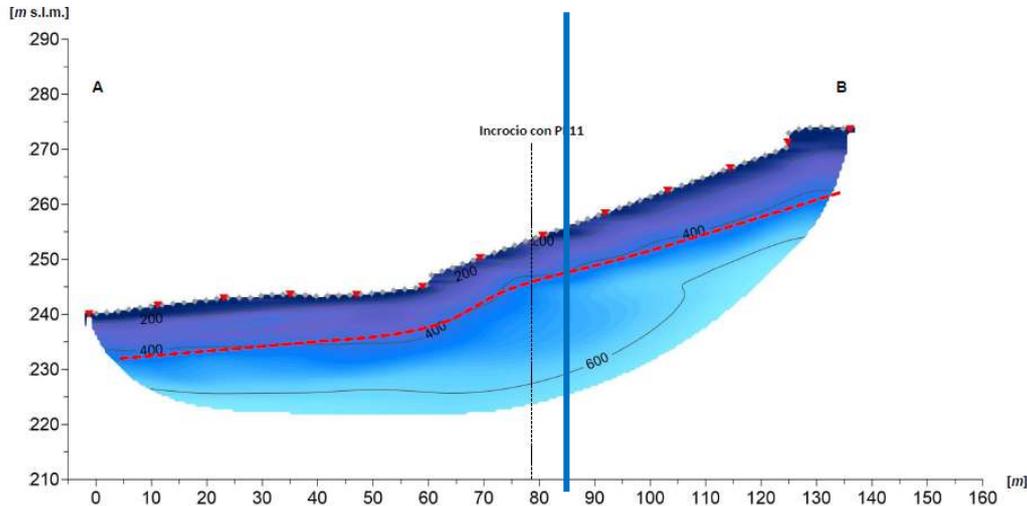


Figura 30 - Sismica a rifrazione – Vs – SIS_PE13

Nella tabella che segue si riportano le $V_{s,30}$ ricavate dalle diverse prove geofisiche:

opera	campagna indagini:	ID prova	tipologia prova	$V_s 30$ (m/s)	cat. Sottosuolo	cat sottosuolo scelta
GA04	2019	SISPE09 - T	sismica a rifrazione	260	C	C
	2019	SISPE08 – L – sez 1	sismica a rifrazione	271	C	
VI03	2019	SISPE08 – L – sez 2	sismica a rifrazione	255	C	C
	2019	SISPE11 – L – sez 1	sismica a rifrazione	341	C	
	2019	SISPE10 - T	sismica a rifrazione	433	B	
	2019	SISPE12 - T	sismica a rifrazione	500	B	
	2017	S19	DH	322	C	
	2017	AU14	masw	218	C	
	2017	AU15	masw	542	B	
GA05	2019	SISPE11 – L – sez 2	sismica a rifrazione	382	B	C
	2019	SISPE13 - T	sismica a rifrazione	314	C	
	2017	AU16	masw	428	B	

Tabella 6-5 – Risultati V_{s30} delle prove geofisiche - Tratta all'aperto 9+550 – 10+090

A partire dalle $V_{s,30}$ ottenute, in corrispondenza delle diverse opere (zona di imbocco della Galleria Melito lato Napoli, viadotto VI03, zona di imbocco galleria Rocchetta lato Bari) è stata definita la seguente categoria di sottosuolo:

opera	Categoria sottosuolo
GA04	C
VI03	C
GA05	C

Tabella 6-6 – Sintesi categoria di sottosuolo - Tratta all'aperto 9+550 – 10+090

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 40 di 88

6.1.4 Tratta allo scoperto tra le progressive 16+610 – 18+700

In questa tratta sono stati eseguite prove geofisiche in foro e da superficie:

- SIS PE14a – Sezione longitudinale - sismica a rifrazione
- SIS PE14 b– Sezione longitudinale - sismica a rifrazione
- SIS PE 15– Sezione trasversale - sismica a rifrazione
- SIS ROC 3– Sezione Longitudinale - sismica a rifrazione
- SIS ROC 3– Sezione trasversale - sismica a rifrazione
- C23 – sismica geofisica masw
- AU9 – sismica geofisica masw
- AU11 - prova geofisica masw
- AU12 - prova geofisica masw
- AU13 - prova geofisica masw

Per gli stendimenti sismici a rifrazione si evidenziano le sezioni lungo le quali sono state valutate le velocità delle onde di taglio per il calcolo della $V_{s,30}$.

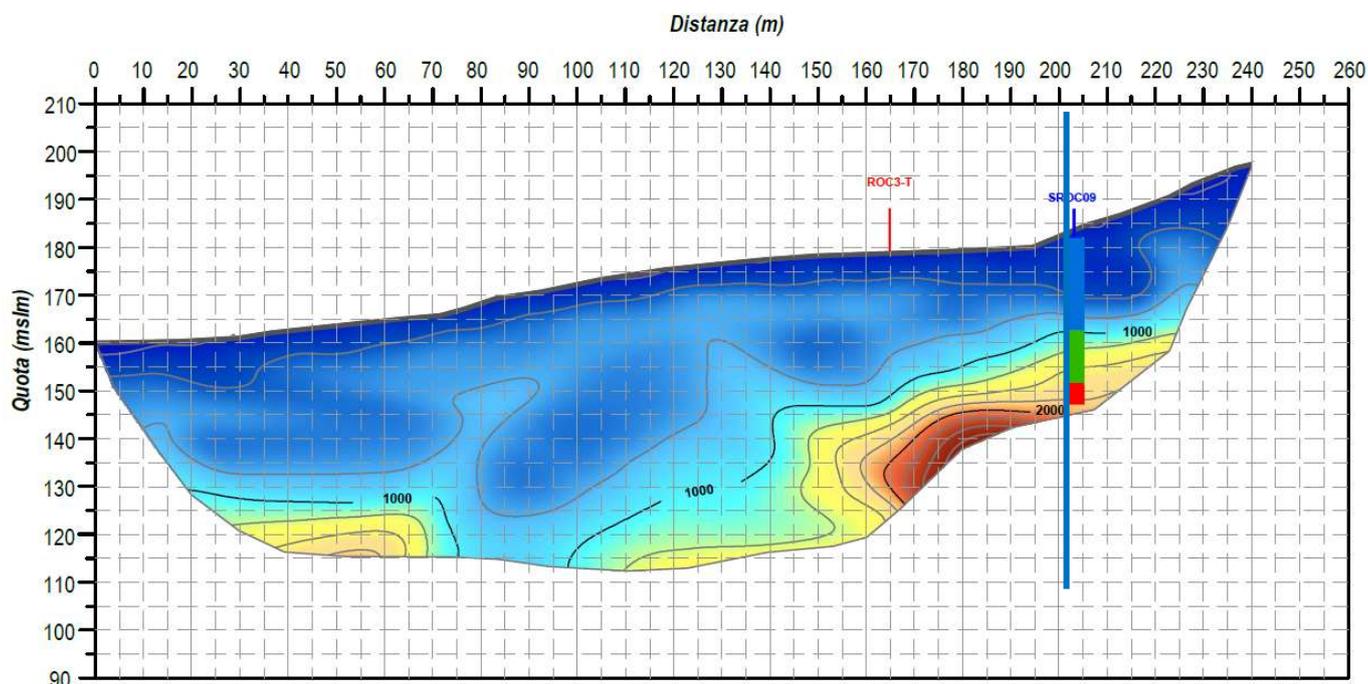


Figura 31 - Sismica a rifrazione – V_s – SIS ROC3 - Sezione Longitudinale

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 41 di 88
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale						

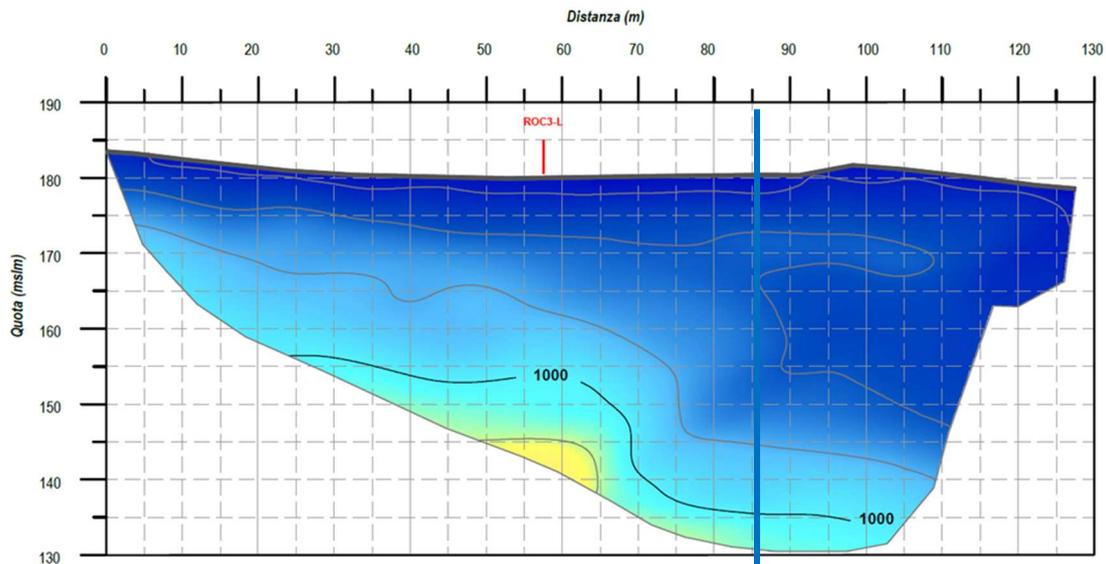


Figura 32 - Sismica a rifrazione – Vs – SIS ROC3 - Sezione trasversale

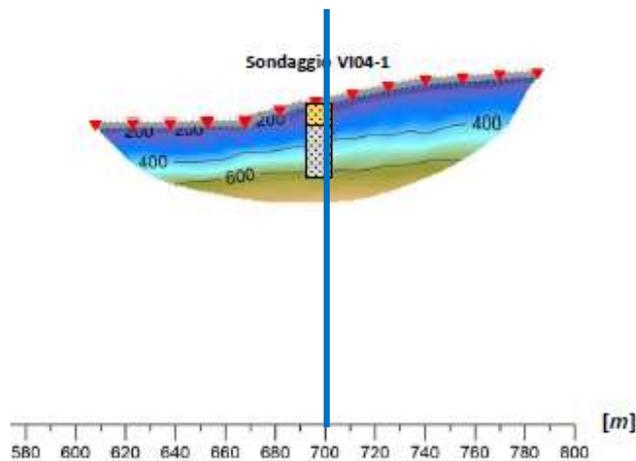


Figura 33 - Sismica a rifrazione – Vs – SIS PE 14 a

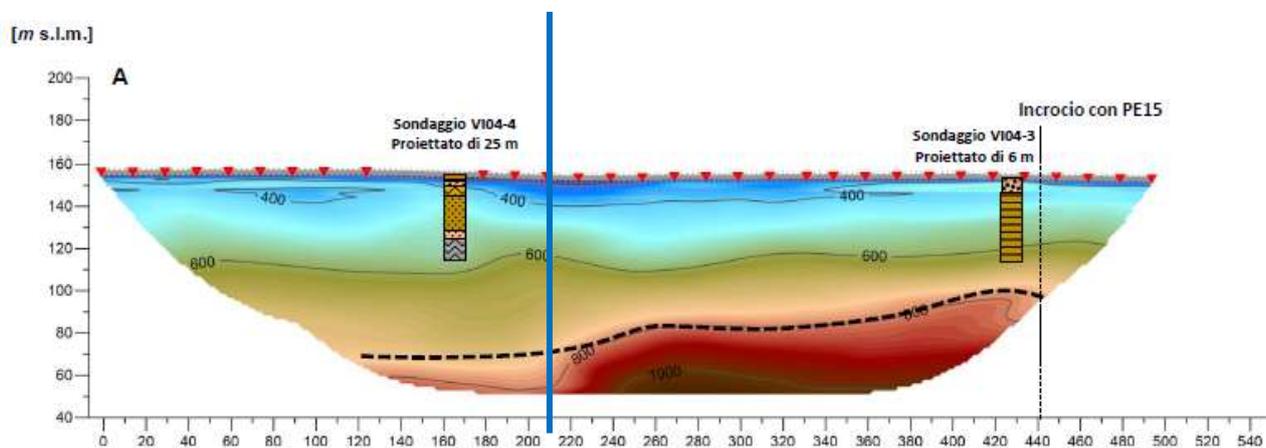


Figura 34 - Sismica a rifrazione – Vs – SIS PE 14 b

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 42 di 88
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale						

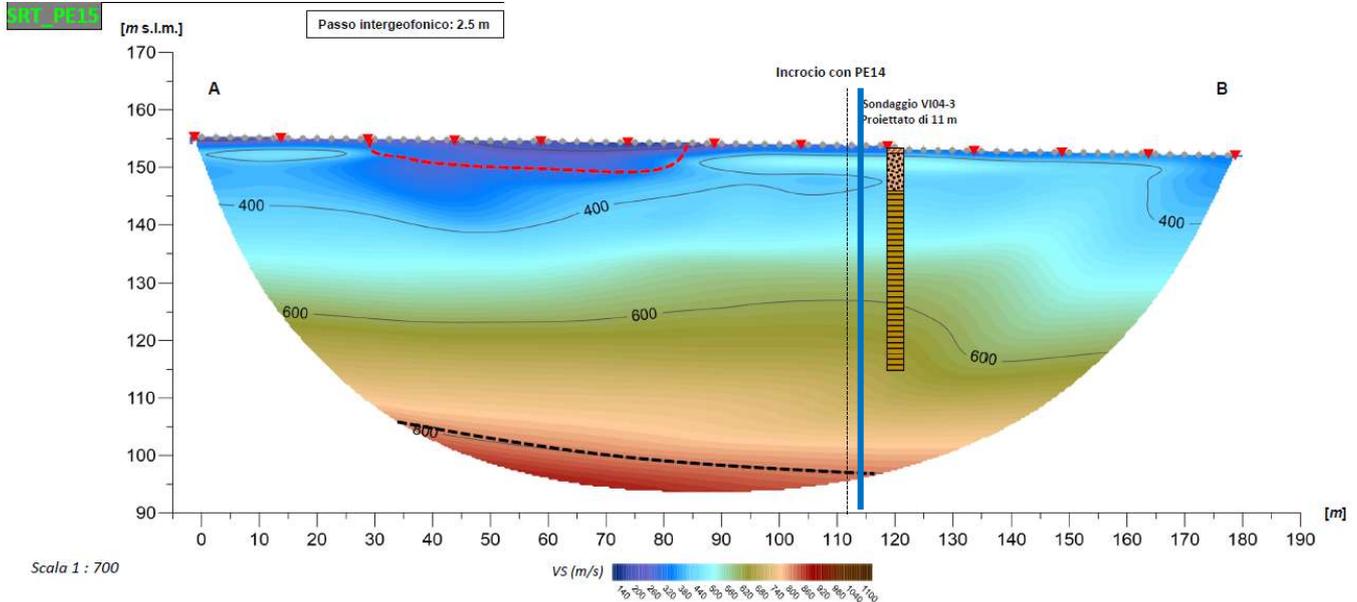


Figura 35 - Sismica a rifrazione – Vs – SIS PE 15

Nella tabella che segue si riportano le $V_{s,30}$ ricavate dalle diverse prove geofisiche:

opera	campagna indagini:	ID prova	tipologia prova	Vs 30	cat. Sottosuolo	cat sottosuolo scelta
GA06	2019	SIS ROC3 - L	sismica a rifrazione	505	B	B
	2019	SIS ROC3 - T	sismica a rifrazione	420	B	
VI04	2019	SISPE14a	sismica a rifrazione	320	C	C
	2019	SISPE14b	sismica a rifrazione	348	C	
	2019	SISPE15	sismica a rifrazione	413	B	
	2017	AU9	masw	223	C	
	2017	AU11	masw	600	B	
	2017	AU12	masw	601	B	
	2017	AU13	masw	592	B	
2017	C23	masw	387	B		

Tabella 6-7 – Risultati Vs30 delle prove geofisiche - Tratta all'aperto 16+610 – 18+700

A partire dalle $V_{s,30}$ ottenute, in corrispondenza delle diverse opere (zona di imbocco della Galleria Rocchetta lato Napoli, viadotto VI04) è stata definita la seguente categoria di sottosuolo:

opera	Categoria sottosuolo
GA06	B
VI04	C

Tabella 6-8 – Sintesi categoria di sottosuolo - Tratta all'aperto 16+610 – 18+700

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 43 di 88

6.2 CATEGORIA TOPOGRAFICA

6.2.1 Tratta allo scoperto tra le progressive 0+000 – 2+705

Per quanto concerne le caratteristiche della superficie topografica, la morfologia di tutte le tratte allo scoperto lungo il tracciato di linea possono essere ricondotte ad una delle configurazioni semplici previste nel D.M. 14/01/2008 in Tabella 3.2.IV. In particolare l'area in oggetto, per quanto riguarda le opere di sostegno ed il viadotto VI01, può essere classificata di categoria T1, "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ ", con coefficiente di amplificazione topografica $S_T = 1$.

6.2.2 Tratta allo scoperto tra le progressive 4+695 – 5+090

Per quanto concerne le caratteristiche della superficie topografica, la morfologia delle zone di imbocco delle gallerie Grottaminarda lato Napoli e Melito lato Bari, può essere ricondotta ad una delle configurazioni semplici previste nel D.M. 14/01/2008 in Tabella 3.2.IV. In particolare l'area in oggetto può essere classificata di categoria T1, "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ ", con coefficiente di amplificazione topografica $S_T = 1.0$.

Per quanto concerne le caratteristiche della superficie topografica, la morfologia della tratta allo scoperto comprendente il Viadotto VI02, può essere ricondotta ad una delle configurazioni semplici previste nel D.M. 14/01/2008 in Tabella 3.2.IV. In particolare l'area in oggetto può essere classificata di categoria T2, "Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$ ", con coefficiente di amplificazione topografica $S_T = 1.2$.

6.2.3 Tratta allo scoperto tra le progressive 9+550 – 10+090

Per quanto concerne le caratteristiche della superficie topografica, la morfologia di tutte le tratte allo scoperto lungo il tracciato di linea possono essere ricondotte ad una delle configurazioni semplici previste nel D.M. 14/01/2008 in Tabella 3.2.IV. In particolare l'area in oggetto può essere classificata di categoria T1, "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ ", con coefficiente di amplificazione topografica $S_T = 1.0$.

6.2.4 Tratta allo scoperto tra le progressive 16+610 – 18+700

Per quanto concerne le caratteristiche della superficie topografica, la morfologia di tutte le tratte allo scoperto lungo il tracciato di linea possono essere ricondotte ad una delle configurazioni semplici previste nel D.M. 14/01/2008 in Tabella 3.2.IV. In particolare l'area in oggetto può essere classificata di categoria T1, "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ ", con coefficiente di amplificazione topografica $S_T = 1.0$.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 44 di 88

6.3 AZIONE SISMICA DI RIFERIMENTO

6.3.1 Tratta allo scoperto tra le progressive 0+000 – 2+705

Per le strutture di sostegno si assumono i seguenti parametri sismici di riferimento:

	Imbocco lato Bari
	Strutture di sostegno
Coord geografiche	41°05'09.9"N 15°03'41.8"E
Stato limite	SLV
T_R	332
a_g/g	0.225
F_0	2.228
Categoria sottosuolo	B
S_s	1.194
Categoria topografica	T1
S_T	1
a_{max}/g	0.269

Tabella 9 – Parametri per la definizione dell'azione sismica di progetto

Per la galleria artificiale GA01 si assumono i seguenti parametri sismici di riferimento:

	Imbocco GA01
Coord geografiche	41° 05' 09.9"N 15° 03' 41.8" E
Stato limite	SLV
T_R	1068
a_g/g	0.381
F_0	2.287
Categoria sottosuolo	B
S_s	1.051
Categoria topografica	T1
S_T	1
a_{max}/g	0.449

Tabella 10 – Parametri per la definizione dell'azione sismica di progetto

Cautelativamente per il dimensionamento delle opere definitive della galleria artificiale GA01 è stata considerata una categoria T2 ("Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$ " con coefficiente di amplificazione topografica $S_T = 1.2$) e una categoria di sottosuolo C ($S_s=1.2$).

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 45 di 88

Per il viadotto VI01 si assumono i seguenti parametri sismici di riferimento:

	Viadotto VI01
Coord geografiche	Longitudine: 15°.068171, Latitudine: 41°.087013,
Stato limite	SLV
T_R	1068
a_g/g	0.381
F_0	2.287
Categoria sottosuolo	C
S_s	1.177
Categoria topografica	T1
S_T	1
a_{max}/g	0.381

Tabella 11 – Parametri per la definizione dell'azione sismica di progetto

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 46 di 88

6.3.2 Tratta allo scoperto tra le progressive 4+695 – 5+090

Per le strutture di sostegno dell'imbocco lato Napoli della galleria Grottaminarda si assumono i seguenti parametri sismici di riferimento:

	Imbocco lato Napoli
	Strutture di sostegno
Coord geografiche	41°05'37.5"N 15°02'23.4"E
Stato limite	SLV
T_R	332
a_g/g	0.224
F_0	2.289
Categoria sottosuolo	C
S_s	1.391
Categoria topografica	T1
S_T	1
a_{max}/g	0.313

Tabella 12 – Parametri per la definizione dell'azione sismica di progetto

Per la galleria artificiale GA02 si assumono i seguenti parametri sismici di riferimento:

	Imbocco GA02
Coord geografiche	41°05'09.9"N 15°03'41.8"E
Stato limite	SLV
T_R	1068
a_g/g	0.381
F_0	2.287
Categoria sottosuolo	C
S_s	1.167
Categoria topografica	T1
S_T	1
a_{max}/g	0.449

Tabella 13 – Parametri per la definizione dell'azione sismica di progetto

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 47 di 88

Per il viadotto VI02 si assumono i seguenti parametri sismici di riferimento:

	Viadotto VI02
Coord geografiche	Longitudine: 15°.042369, Latitudine: 41°.096295,
Stato limite	SLV
T_R	1068
a_g/g	0.381
F_0	2.285
Categoria sottosuolo	C
S_s	1.177
Categoria topografica (pile sul versante e sulle spalle)	T2 (h/H=25)
Categoria topografica (pile di scavalco)	T2 (h/H=0)
S_T – pile sul versante e sulle spalle	1
S_T – pile di scavalco	1.050
a_{max}/g - pile sul versante e spalle	0.471
a_{max}/g – pile di scavalco	0.449

Tabella 14 – Parametri per la definizione dell'azione sismica di progetto

Per le strutture di sostegno dell'imbocco lato Bari della galleria Melito si assumono i seguenti parametri sismici di riferimento:

	Imbocco lato Bari
	Strutture di sostegno
Coord geografiche	41°05'49.9"N 15°02'23.4"E
Stato limite	SLV
T_R	332
a_g/g	0.225
F_0	2.289
Categoria sottosuolo	B
S_s	1.194
Categoria topografica	T1
S_T	1
a_{max}/g	0.269

Tabella 15 – Parametri per la definizione dell'azione sismica di progetto

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 48 di 88

Per la galleria artificiale GA03 si assumono i seguenti parametri sismici di riferimento:

	Imbocco GA03
Coord geografiche	41°05'49.9"N 15°02'23.4"E
Stato limite	SLV
T _R	1068
a _g /g	0.381
F ₀	2.285
Categoria sottosuolo	B
S _s	1.05
Categoria topografica	T1
S _T	1.0
a _{max} /g	0.401*

Tabella 16 – Parametri per la definizione dell'azione sismica di progetto

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 49 di 88

6.3.3 Tratta allo scoperto tra le progressive 9+550 – 10+090

Per le strutture di sostegno dell'imbocco lato Napoli della galleria Melito si assumono i seguenti parametri sismici di riferimento:

	Imbocco lato Napoli
	Strutture di sostegno
Coord geografiche	41°07'31.2"N 15°00'35.1"E
Stato limite	SLV
T _R	332
a _g /g	0.224
F ₀	2.289
Categoria sottosuolo	C
S _s	1.392
Categoria topografica	T1
S _T	1
a _{max} /g	0.312

Tabella 17 – Parametri per la definizione dell'azione sismica di progetto

Per la galleria artificiale GA04 si assumono i seguenti parametri sismici di riferimento:

	Imbocco GA04
Coord geografiche	41° 07' 31.2" N 15° 00' 35.1" E
Stato limite	SLV
T _R	1068
a _g /g	0.381
F ₀	2.281
Categoria sottosuolo	C
S _s	1.18
Categoria topografica	T1
S _T	1.0
a _{max} /g	0.45

Tabella 18 – Parametri per la definizione dell'azione sismica di progetto

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 50 di 88

Per il viadotto VI03 si assumono i seguenti parametri sismici di riferimento:

	Viadotto VI03
Coord geografiche	Longitudine: 15°.006173, Latitudine: 41°.126707,
Stato limite	SLV
T_R – campate P2, P3 e P4	1898
T_R – campate restanti	1068
a_g/g – campate P2, P3 e P4	0.472
a_g/g – campate restanti	0.380
F_0	2.285
Categoria sottosuolo	C
S_S – campate P2, P3 e P4	1.038
S_S – campate restanti	1.179
Categoria topografica	T1
S_T	1
a_{max}/g – campate P2, P3 e P4	0.490
a_{max}/g – campate restanti	0.448

Tabella 19 – Parametri per la definizione dell'azione sismica di progetto

Per le opere di sostegno dell'imbocco lato Bari della galleria Rocchetta si assumono i seguenti parametri sismici di riferimento:

	Imbocco lato Bari
	Strutture di sostegno
Coord geografiche	41°07'29.1"N 15°00'09.0"E
Stato limite	SLV
T_R	332
a_g/g	0.225
F_0	2.289
Categoria sottosuolo	C
S_S	1.391
Categoria topografica	T1
S_T	1
a_{max}/g	0.313

Tabella 20 – Parametri per la definizione dell'azione sismica di progetto

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 51 di 88

Per la galleria artificiale GA05 si assumono i seguenti parametri sismici di riferimento:

	Imbocco GA05
Coord geografiche	41°07'29.1"N 15°00'09.0"E
Stato limite	SLV
T_R	1068
a_g/g	0.381
F_0	2.287
Categoria sottosuolo	C
S_s	1.177
Categoria topografica	T1
S_T	1.0
a_{max}/g	0.45

Tabella 21 – Parametri per la definizione dell'azione sismica di progetto

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 52 di 88

6.3.4 Tratta allo scoperto tra le progressive 16+610– 18+700

Per le opere di sostegno dell'imbocco lato Napoli della galleria Rocchetta si assumono i seguenti parametri sismici di riferimento:

	Imbocco lato Napoli
	Strutture di sostegno
Coord geografiche	41°08'10.4"N 14°55'44.5"E
Stato limite	SLV
T _R	332
a _g /g	0.224
F ₀	2.295
Categoria sottosuolo	B
S _s	1.194
Categoria topografica	T1
S _T	1
a _{max} /g	0.268

Tabella 22 – Parametri per la definizione dell'azione sismica di progetto

Per la galleria artificiale GA06 si assumono i seguenti parametri sismici di riferimento:

	Imbocco GA06
Coord geografiche	41°08'10.4"N 14°55'44.5"E
Stato limite	SLV
T _R	1068
a _g /g	0.381
F ₀	2.297
Categoria sottosuolo	B
S _s	1.051
Categoria topografica	T1
S _T	1.0
a _{max} /g	0.399

Tabella 23 – Parametri per la definizione dell'azione sismica di progetto

Cautelativamente per il dimensionamento delle opere definitive della galleria artificiale GA06 è stata considerata una categoria T2 (*"Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$ "* con coefficiente di amplificazione topografica $S_T = 1.2$) e una categoria di sottosuolo C ($S_s=1.2$).

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 53 di 88

Per il viadotto VI04 si assume:

	Viadotto VI04
Coord geografiche	Longitudine: 14°.925582, Latitudine: 41°.138752,
Stato limite	SLV
T_R – pile P3 e P4	1898
T_R – campate restanti	1068
a_g/g – pile P3 e P4	0.469
a_g/g – campate restanti	0.380
F_0	2.285
Categoria sottosuolo	C
S_S – campate P3 e P4	1.036
S_S – campate restanti	1.176
Categoria topografica	T1
S_T	1
a_{max}/g – campate P3 e P4	0.486
a_{max}/g – campate restanti	0.447

Tabella 24 – Parametri per la definizione dell'azione sismica di progetto

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B FOGLIO 54 di 88

7 CRITERI DI ESCLUSIONE ALLA VERIFICA A 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.

7.1 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 $qc_{1N} > 180$ 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 qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione verticale efficace 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 $U_c > 3.5$.

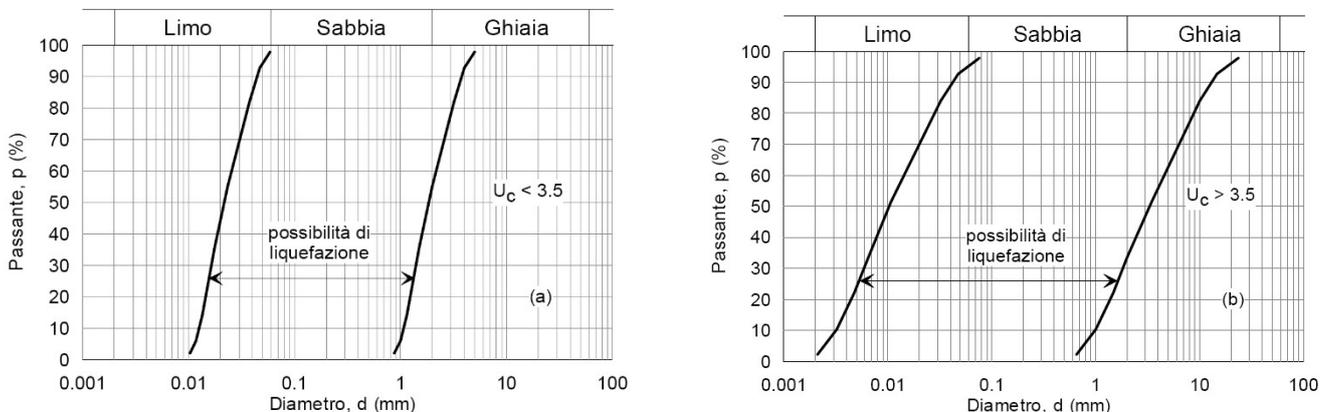


Figura 13 - Fusi granulometrici di terreni suscettibili alla liquefazione per $U_c < 3.5$ e per $U_c > 3.5$

Qualora nessuna delle sopra indicate condizioni si verifichi si è in una condizione di potenziale liquefazione e pertanto sarà necessario eseguirne la verifica.

In seguito si riassume quanto emerge dall'analisi svolta nelle diverse tratte. Si osservi che la magnitudo prevista nel sito in esame è 7.06, quindi maggiore di quella richiesta per avviare le verifiche a liquefazione

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 55 di 88

7.2 TRATTA ALLO SCOPERTO TRA LE PROGRESSIVE 0+000 – 2+705

In questa tratta le unità coesive e ghiaiose (SFL4,1 e SFL4,3) possono essere escluse dalla verifica a liquefazione in quanto le granulometrie non sono comprese nel fuso previsto da normativa.

Lo stesso può essere osservato per l'unità geotecnica ANZ2ma.

Per maggiori informazioni riguardo queste formazioni e per visionare le differenti curve granulometriche si faccia riferimento all'elaborato della Relazione Geotecnica Generale.

In questa tratta la verifica a liquefazione risulta invece necessaria per la formazione delle SFL4,2. La verifica verrà eseguita nei paragrafi seguenti.

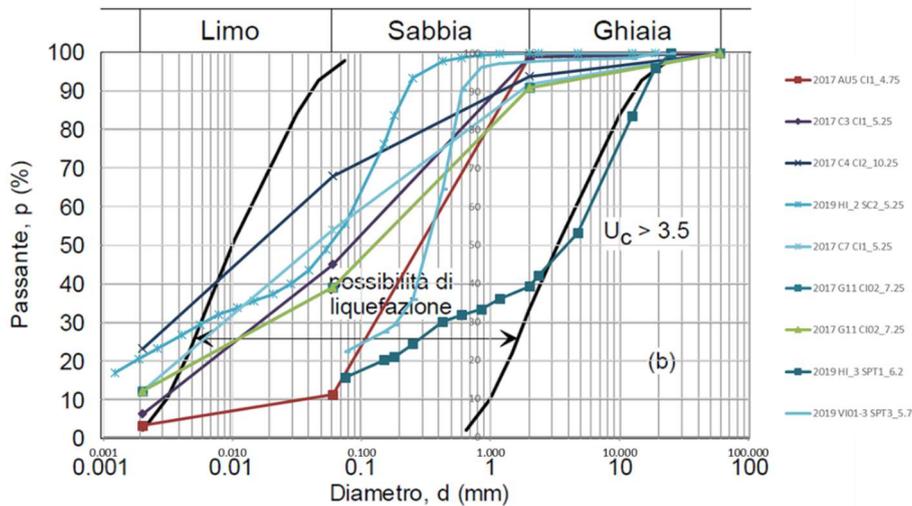


Figura 36 – curve granulometriche campioni in SFL4,2

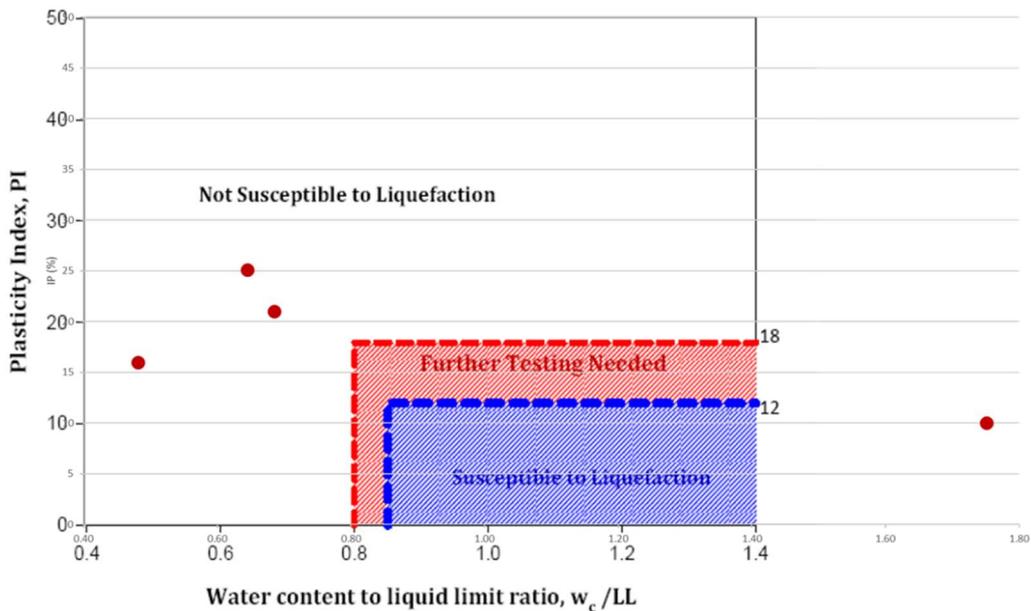


Figura 37 – PI vs. w_c/w_L

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 56 di 88

7.3 TRATTA ALLO SCOPERTO TRA LE PROGRESSIVE 4+695 – 5+090

In questa tratta si incontra l'unità coesiva del Flysch Rosso. Qui, per granulometria e per consistenza la possibilità che si sviluppi il fenomeno della liquefazione è esclusa.

7.4 TRATTA ALLO SCOPERTO TRA LE PROGRESSIVE 9+550 – 10+090

Gran parte di questa tratta si sviluppa nella formazione della Baronia (BNA1b e BNA2).

In queste formazioni geotecniche la verifica a liquefazione può essere esclusa a priori per la distribuzione granulometrica dei materiali e per la loro consistenza.

La verifica a liquefazione è necessaria solamente in corrispondenza della pila P3 del viadotto dove si hanno a disposizione i risultati del sondaggio AU15. In corrispondenza della pila P4 adiacente il rischio di liquefazione può essere escluso grazie ai risultati ottenuti dal sondaggio VI03-4.

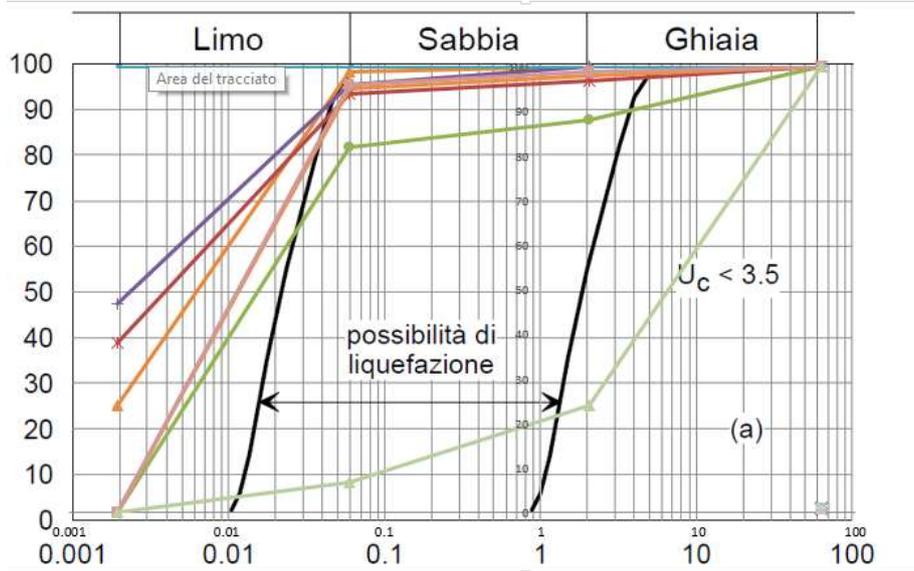


Figura 38 – Curve granulometriche sondaggio VI03-4

Per quanto riguarda il sondaggio AU15, le curve granulometriche di interesse vengono riportate in seguito insieme all'analisi alla liquefazione.

7.5 TRATTA ALLO SCOPERTO TRA LE PROGRESSIVE 16+610 – 18+700

In questa tratta le unità coesive e ghiaiose (ALL1_A e ALL3_G) possono essere escluse dalla verifica a liquefazione in quanto le granulometrie non sono comprese nel fuso previsto da normativa e per il superamento del valore di soglia (N1)60.

Lo stesso può essere osservato per l'unità geotecnica BNA3.

Per maggiori informazioni riguardo queste formazioni e per visionare le differenti curve granulometriche si faccia riferimento all'elaborato della Relazione Geotecnica Generale.

In questa tratta la verifica a liquefazione risulta invece necessaria per la formazione delle SFL4,2 per il criterio sul fuso granulometrico, ma soltanto in alcune delle zone per superamento del valore di soglia (N1) 60 e profondità falda:

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 57 di 88

Sondaggi:

- AU9
- VI04 -1

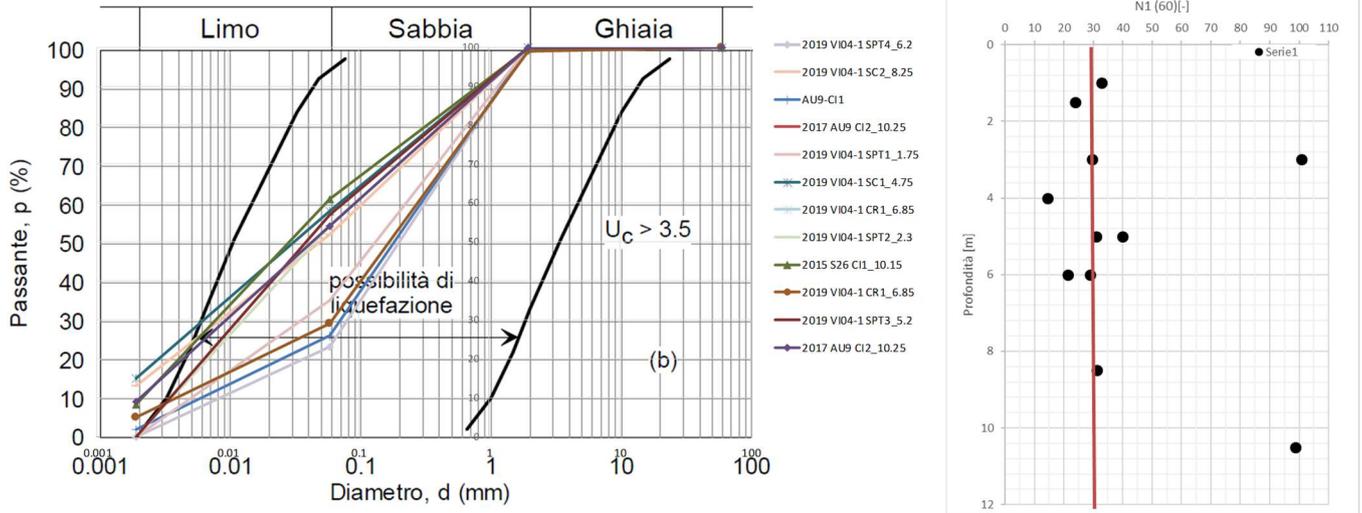


Figura 39 – Curve granulometriche e (N1)60

La verifica verrà eseguita nei paragrafi seguenti.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 58 di 88

8 VERIFICA A LIQUEFAZIONE

8.1 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:

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

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

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.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 59 di 88

8.1.1 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 ($CSR)_{M=7.5}$ tramite la seguente relazione:

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

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 C_N , 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.
- d) Il fattore C_E 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:

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

- e) in cui ER_m è il fattore di rendimento (espresso in %) del trasferimento dell'energia del maglio all'attrezzo campionario, relativo alla macchina utilizzata per fare la prova.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 60 di 88

- 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 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.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 61 di 88

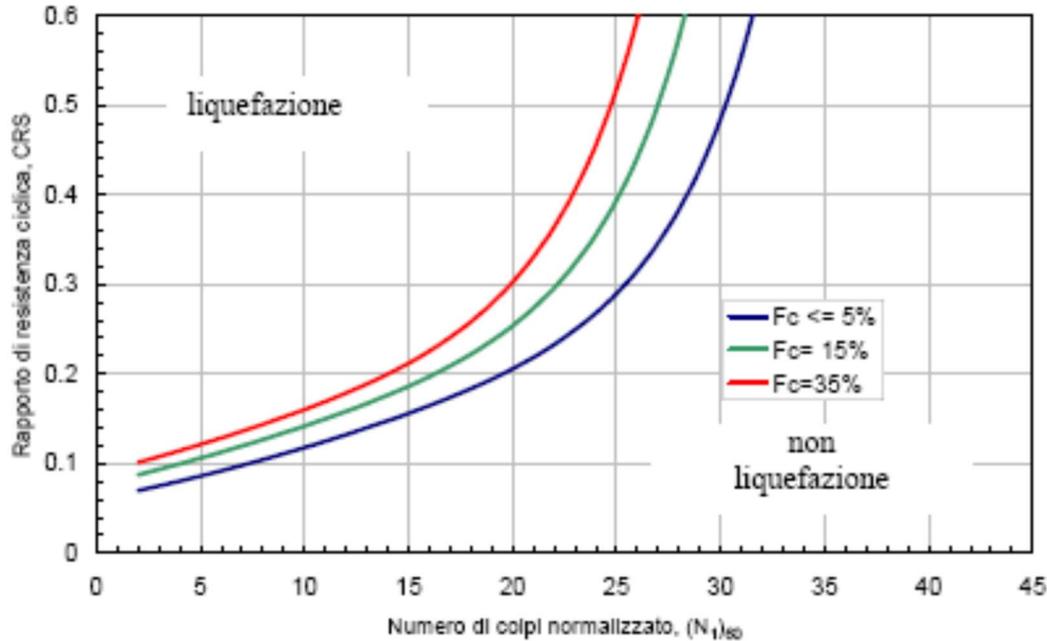


Figura 17. Curve per il calcolo del rapporto di resistenza ciclica CRR dai risultati di prove SPT

Calcolo del valore di CRR mediante CPT

Il rapporto di resistenza ciclica CRR è stato calcolato secondo il metodo Robertson and Write (1998) analizzando ciascuna coppia di valori q_c/f_s , tipicamente misurati a intervalli di 0.01m.

Gli autori suggeriscono di considerare le caratteristiche del terreno ed in particolare l' influenza del contenuto di fini e della plasticità che questo esibisce, utilizzando il parametro I_c (Soil behaviour type index), determinato come segue:

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

Le variabili di resistenza normalizzate sono così calcolate:

$$Q_{tn} = \left(\frac{q_t - \sigma_{vo}}{P_{a2}} \right) \left(\frac{P_a}{\sigma'_{vo}} \right)^n$$

$$F = f_s / [(q_c - \sigma_{vo})] \times 100\%$$

Dove:

- $P_a = P_{a2}$ rappresentano la pressione di riferimento fissata pari a 100 kPa.
- n è l'esponente tensionale che viene assunto pari a 1 come valore iniziale. Robertson (2009) ha recentemente aggiornato la normalizzazione tensionale per permettere la variazione di n con il parametro I_c e lo sforzo tensionale geostatico efficace:

$$n = 0.381 (I_c) + 0.05 (\sigma'_{vo}/p_a) - 0.15$$

La procedura per il calcolo delle variabili sopracitate è iterativa. Il parametro n cambia fino a che $\Delta n \leq 0.01$ considerando che $n \leq 1$.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 62 di 88

La procedura quindi prevede che per il calcolo del rapporto di resistenza, in base al valore calcolato del parametro I_c , e quindi al tipo di comportamento meccanico predominante mostrato dal terreno (sand-like o clay-like), la resistenza normalizzata venga moltiplicata per un coefficiente correttivo K_c .

$$CRR_{7.5} = 93 \left[\frac{(Q_{m,cs})}{1000} \right]^3 + 0.08$$

$$\text{if } 50 \leq Q_{m,cs} \leq 160$$

$$CRR_{7.5} = 0.833 \left[\frac{(Q_{m,cs})}{1000} \right] + 0.05$$

$$\text{if } Q_{m,cs} < 50$$

$$Q_{m,cs} = K_c Q_{tn}$$

- Se $I_c \leq 1.64$ (comportamento terreno sand-like):

$$K_c = 1.0$$

- Se $1.64 < I_c < 2.36$ e $F < 0.5\%$ (comportamento terreno sand-like):

$$K_c = 1.0$$

- Se $1.64 < I_c < 2.5$ e $F \geq 0.5\%$ (comportamento terreno sand-like):

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

- Se $2.5 < I_c < 2.7$ (transizione tra penetrazione drenata e non drenata dove i terreni passano dall'aver un comportamento predominante di tipo sabbioso a uno di tipo argilloso):

$$K_c = 6 \times 10^{-7} (I_c)^{16.76}$$

- Se $I_c > 2.7$ (comportamento terreno clay-like):

$$K_\alpha = 0.9$$

$$CRR_{7.5} = 0.053 Q_{tn} K_\alpha$$

Dato che la relazione per valutare il rapporto di resistenza ciclica 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 tramite la seguente relazione:

$$CRR_M = CRR_{7.5} \cdot MSF$$

$$MSF = \frac{174}{M^{2.56}}$$

8.1.2 Calcolo del potenziale di liquefazione

Una volta calcolati i valori dei rapporti di resistenza e tensione, il fattore di sicurezza puntuale alla liquefazione è così determinato:

$$F_L = \frac{CRR}{CSR}$$

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 63 di 88

Il calcolo del potenziale di liquefazione è stato calcolato come illustrato nella Relazione Sismica del P.D., integrando il fattore di sicurezza nello strato di interesse:

$$I_L = \int_0^{z_{crit}} F(z) \cdot w(z) \cdot dz \quad \text{in cui} \quad w(z) = \frac{200}{z_{crit}} \cdot \left(1 - \frac{z}{z_{crit}}\right),$$

$$F(z) = 0 \quad \text{per} \quad F_L \geq 1.2$$

$$F(z) = 2 \cdot 10^6 \cdot \exp(-18.427 \cdot F_L) \quad \text{per} \quad 1.2 > F_L \geq 0.95$$

$$F(z) = 1 - F_L \quad \text{per} \quad F_L \leq 0.95$$

I risultati delle analisi sono presentati riportando l'andamento con la profondità del fattore di sicurezza (FS) alla liquefazione per ciascuna delle verticali indagate, e l'incremento di potenziale di liquefazione per osservare quali strati contribuiscano maggiormente alla crescita del potenziale.

A partire dal valore dell'indice del potenziale di liquefazione I_L , sono definite le seguenti classi di pericolosità (Sonmez, 2003):

- $I_L = 0$ Non liquefacibile ($F_L \geq 1.2$);
- $0 < I_L < 2$ Potenziale basso;
- $2 < I_L < 5$ Potenziale moderato;
- $5 < I_L < 15$ Potenziale alto;
- $I_L > 15$ Potenziale molto alto.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 64 di 88

8.2 TRATTA ALLO SCOPERTO TRA LE PROGRESSIVE 0+000 – 2+705

8.2.1 Scenari di verifica considerati

Per ogni verticale CPTu il potenziale di liquefazione è stato calcolato considerando I seguenti scenari:

1. Strato liquefacibile: da piano campagna a profondità strato ghiaioso/substrato (massima profondità raggiunta durante la prova)
Falda: profondità pari a quella misurata da sondaggio nelle vicinanze
2. Strato liquefacibile: da quota imposta fondazioni a profondità strato ghiaioso/substrato (massima profondità raggiunta durante la prova)
Falda: profondità pari a quella misurata da sondaggio nelle vicinanze

8.2.2 Prove Cptu eseguite in corrispondenza della Stazione di Hirpinia

In corrispondenza della Stazione di Hirpinia sono state previste n°4 CPTu:

- CPT 1 – ha raggiunto i 7.71m
- CPT 2 – ha raggiunto i 6.73m
- CPT 3 – ha raggiunto i 9.0m
- CPT 4 – ha raggiunto i 6.65m

Si riporta uno stralcio del profilo del terreno con indicazione dei sondaggi geognostici, prove CPTu e schematizzazione delle fondazioni delle opere.

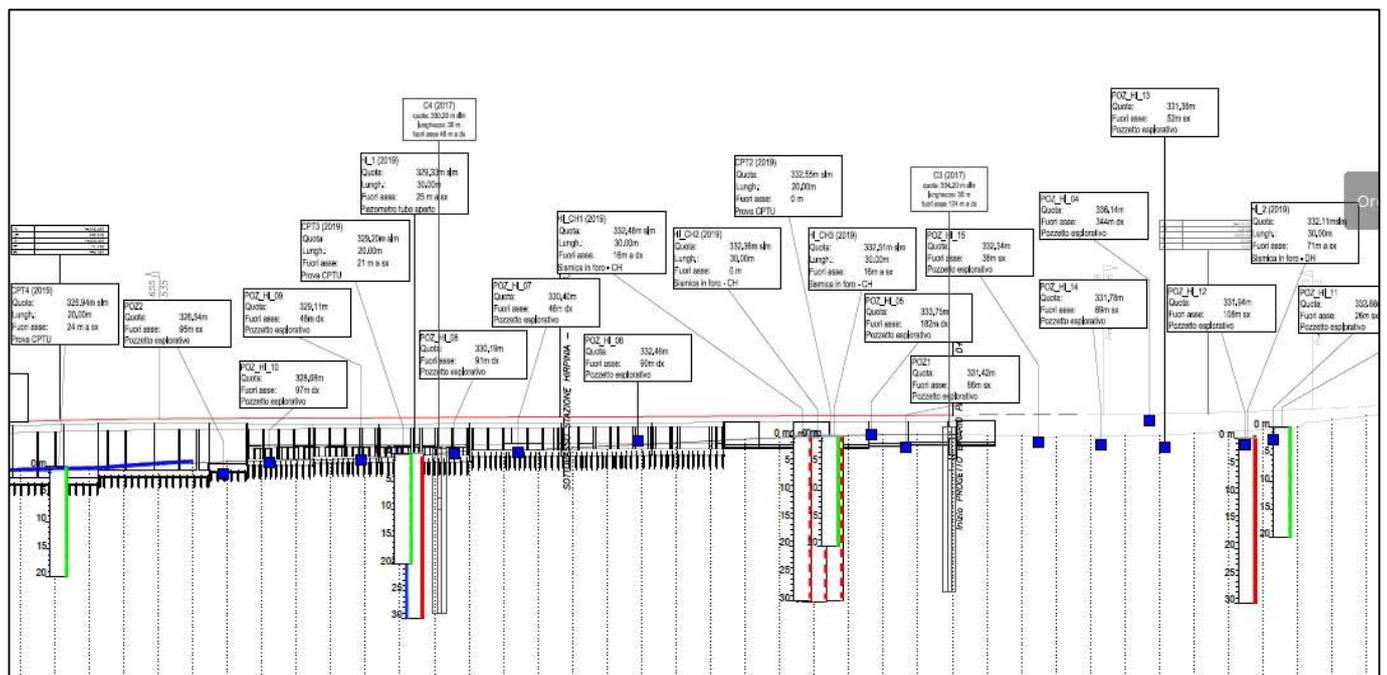


Figura 8-1 – Stralcio profilo con ubicazione delle prove Cptu in corrispondenza della Stazione di Hirpinia

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 65 di 88

Output CPTu

Nel seguito si riportano gli output delle prove CPTu:

- Resistenza di punta, q_c (MPa);
- Resistenza laterale, f_s (kPa);
- Pressione interstiziale misurata da piezocono, u (kPa).

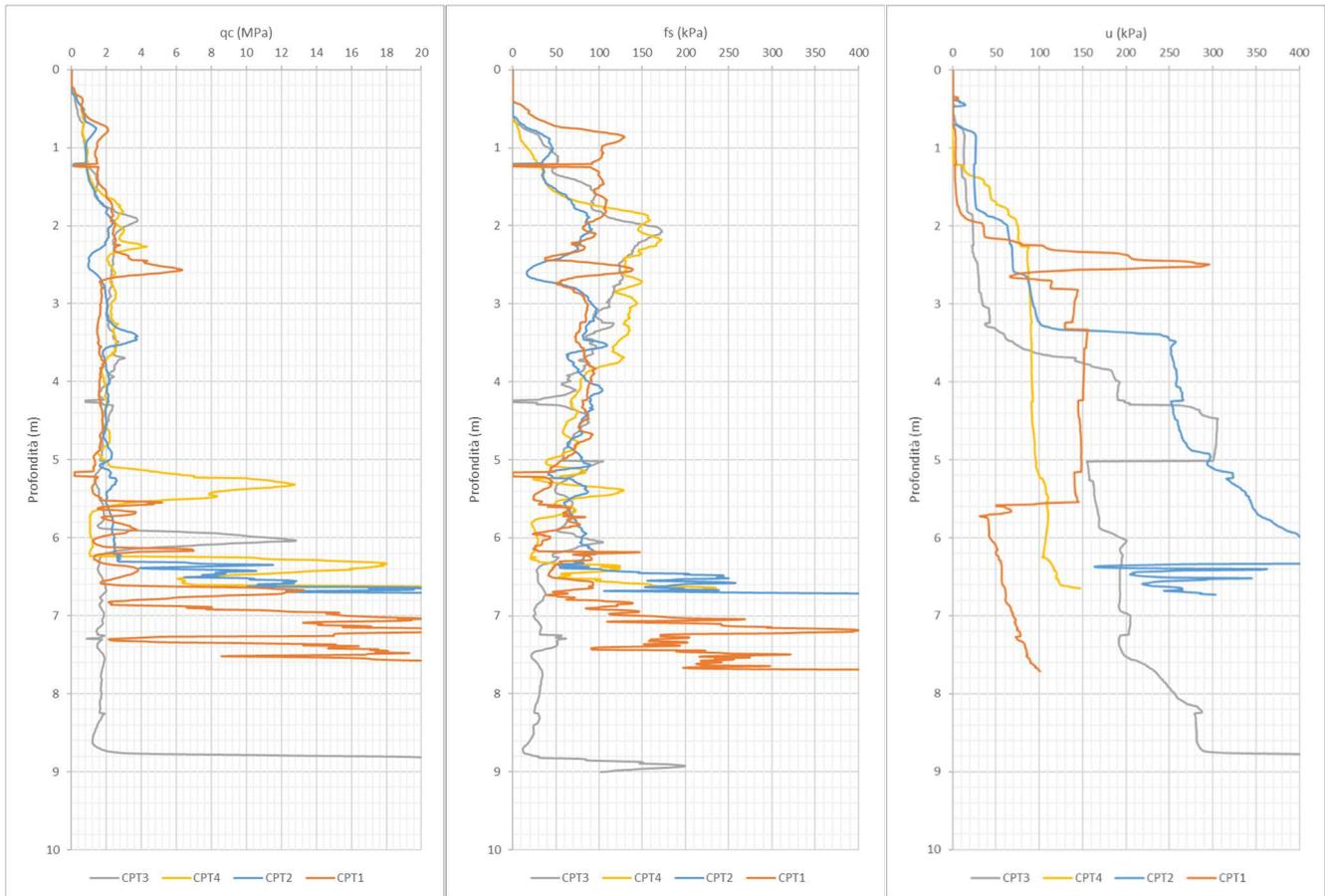


Figura 8-2 – Resistenza alla punta, resistenza laterale e pressione interstiziale delle CPTu eseguite in corrispondenza della Stazione di Hirpinia

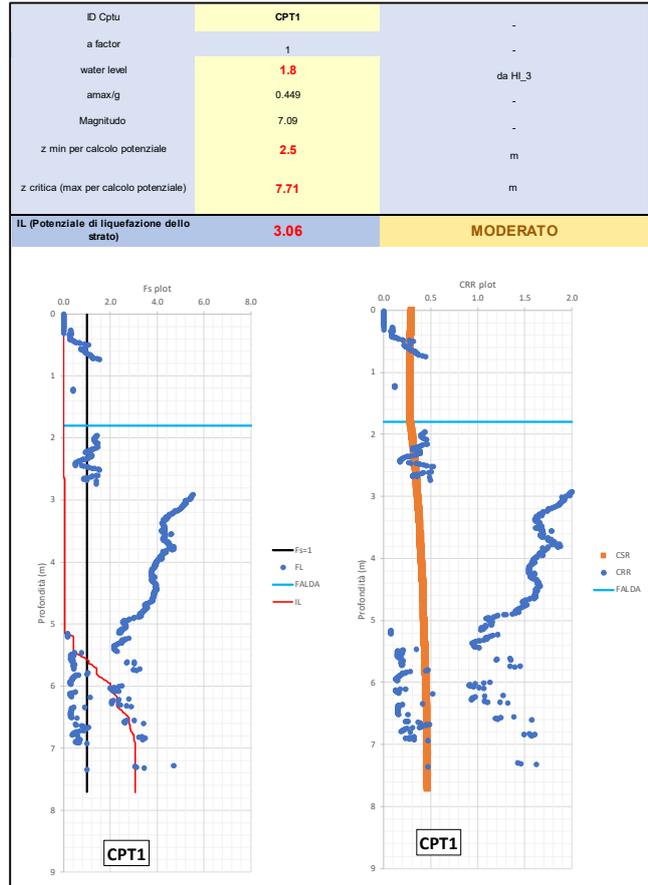
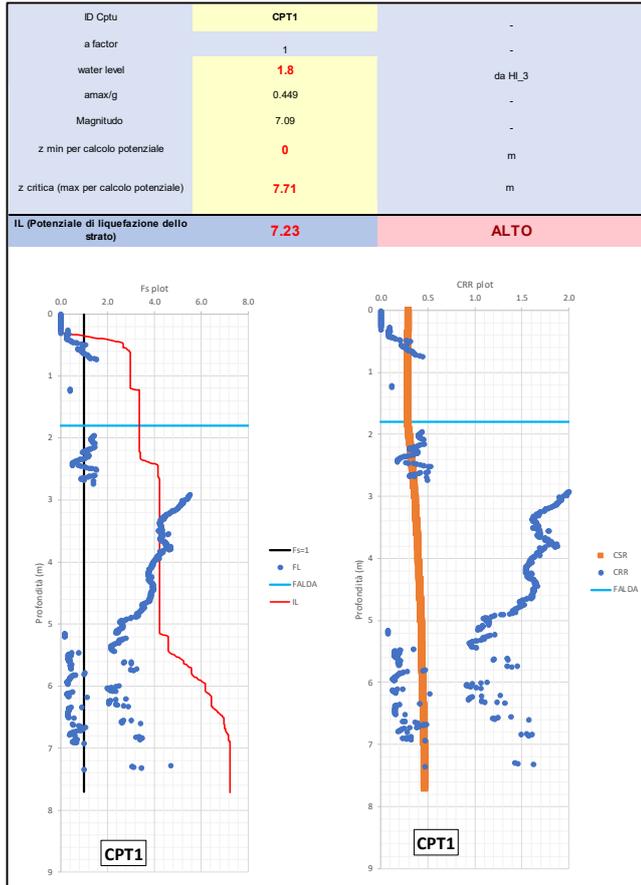
APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 66 di 88

Verifica a liquefazione –CPT1

Plot dei risultati

Scenario 1

Scenario 2



Sintesi dei risultati

CPT1						
	z min	z max	H strato liquefacibile	profondità di falda	IL	POTENZIALE
Scenario 1	0	7.71	7.71	1.8	7.23	alto
Scenario 2	2.5	7.71	5.2	1.8	3.26	moderato

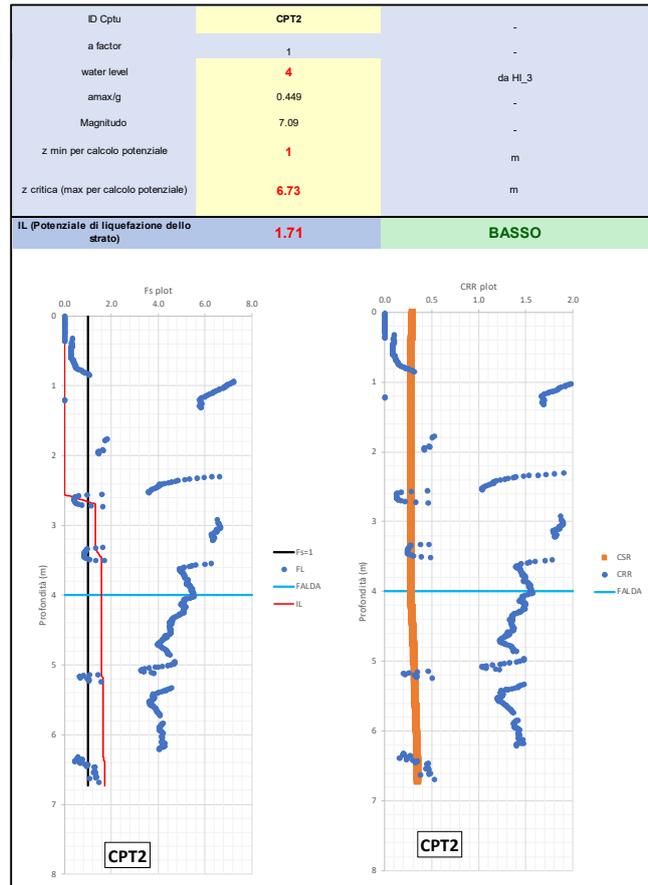
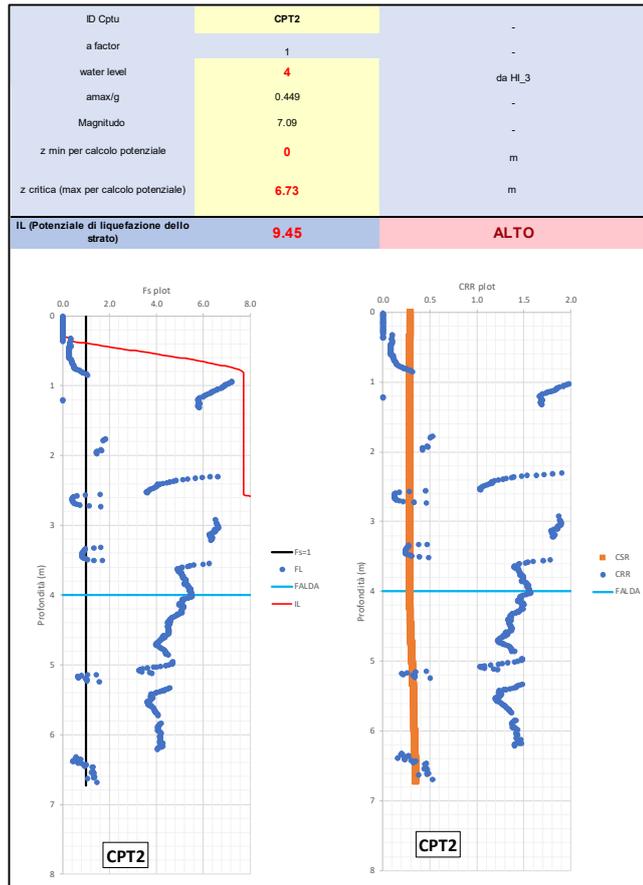
APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 67 di 88

Verifica a liquefazione –CPT2

Plot dei risultati

Scenario 1

Scenario 2



Sintesi dei risultati

CPT2						
	Z min	Z max	H strato liquefacibile	profondità di falda	IL	POTENZIALE
Scenario 1	0	6.73	6.73	4	9.45	alto
Scenario 2	1	6.73	5.73	4	1.71	basso

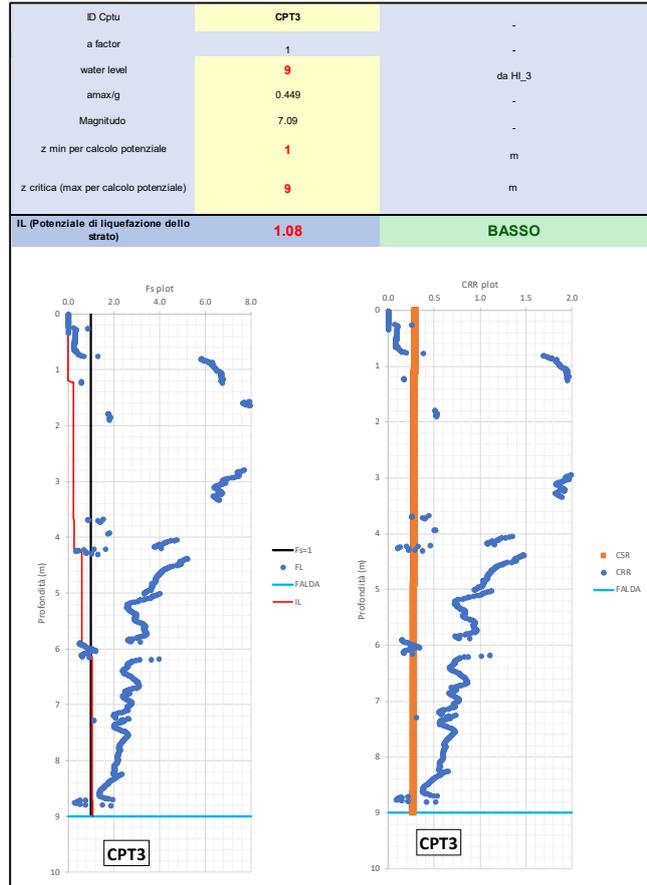
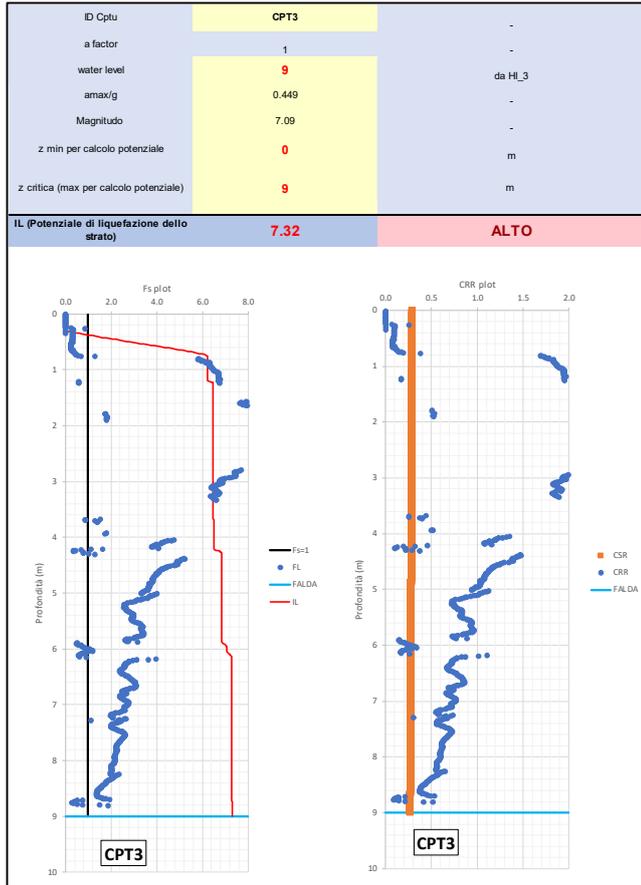
APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 68 di 88

Verifica a liquefazione –CPT3

Plot dei risultati

Scenario 1

Scenario 2



Sintesi dei risultati

CPT3						
	Z min	Z max	H strato liquefacibile	profondità di falda	IL	POTENZIALE
Scenario 1	0	9	9	9	7.32	alto
Scenario 2	1	9	8	9	1.08	basso

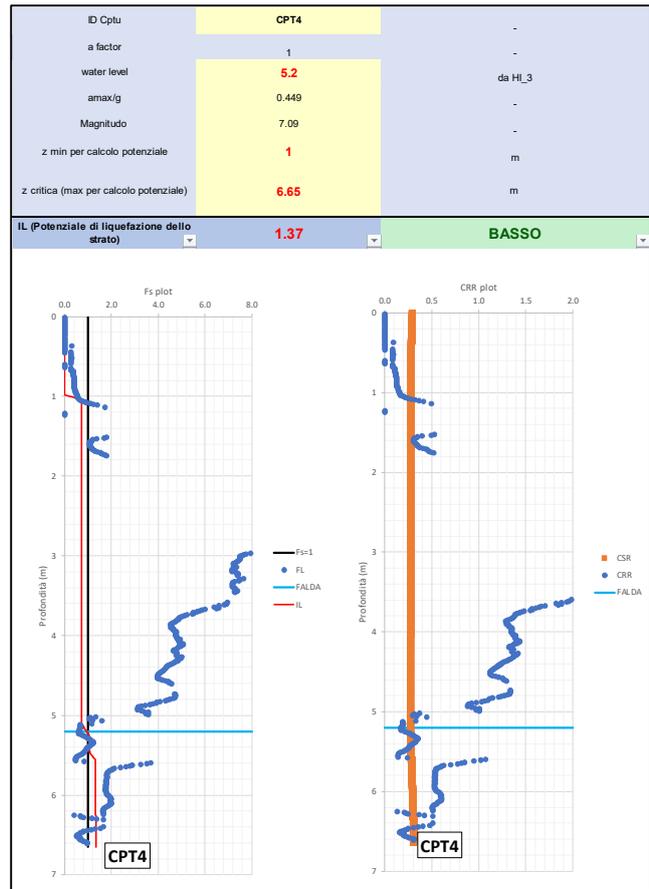
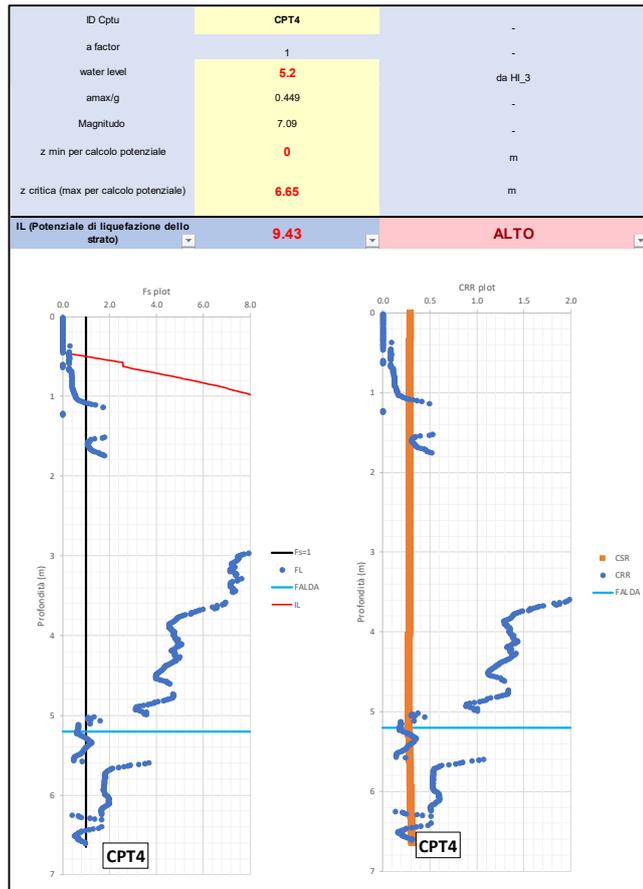
APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 69 di 88

Verifica a liquefazione –CPT4

Plot dei risultati

Scenario 1

Scenario 2



Sintesi dei risultati

CPT4						
	z min	z max	H strato liquefacibile	profondità di falda	IL	POTENZIALE
Scenario 1	0	6.65	6.65	5.2	9.43	alto
Scenario 2	1	6.65	5.65	5.2	1.37	basso

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 70 di 88

8.2.3 Prove Cptu eseguite in corrispondenza del Rilevato RI02

CPTu eseguite nella tratta

In corrispondenza del RI02 sono state previste n°4 CPTu. In data odierna sono state eseguite tutte le prove previste:

- CPT S2 bis1 – ha raggiunto i 8.88m
- CPT S2 bis2 – ha raggiunto i 6.51m
- CPT S2 bis3 – ha raggiunto i 7.67m
- CPT S2 bis4 – ha raggiunto i 6.11m

Si riporta uno stralcio del profilo del terreno con indicazione dei sondaggi geognostici, prove CPTu e schematizzazione delle fondazioni delle opere.

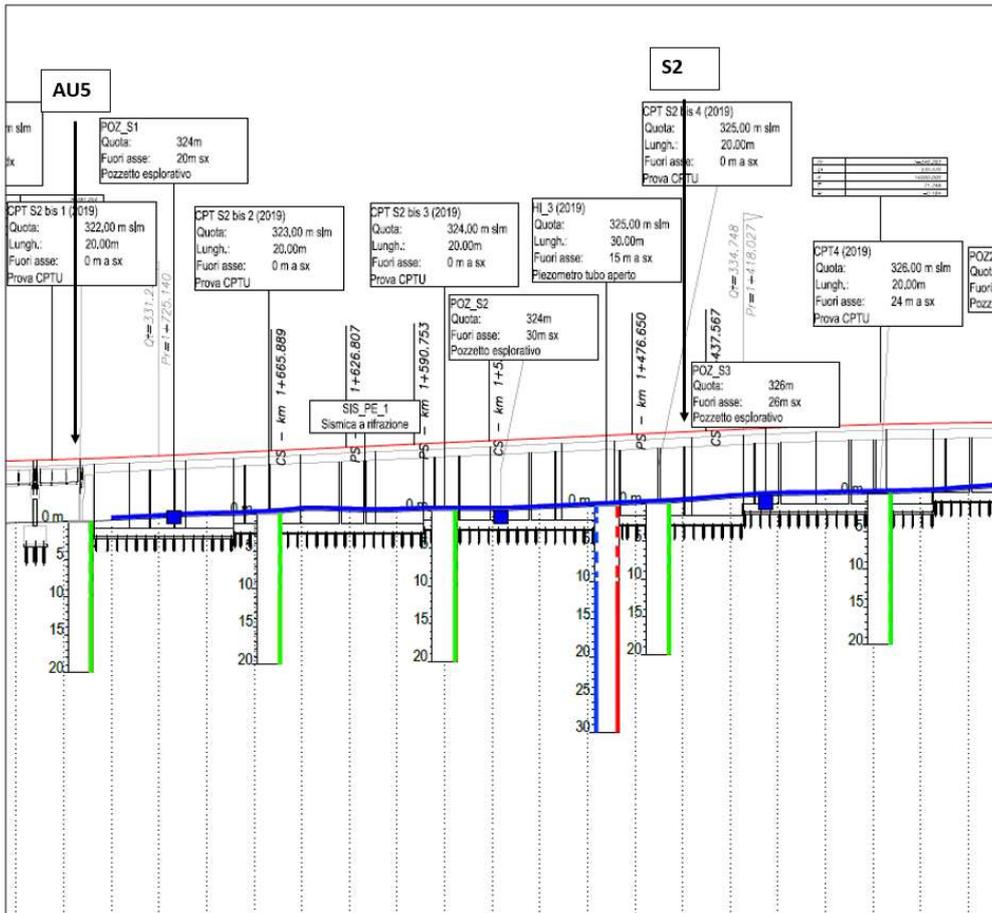


Figura 8-3 – Stralcio profilo con ubicazione delle prove Cptu in corrispondenza del RI02

Output CPTu

Nel seguito si riportano gli output delle prove CPTu:

- Resistenza di punta, qc (MPa);
- Resistenza laterale, fs (kPa);
- Pressione interstiziale misurata da piezocono, u (kPa).

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 71 di 88
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale						

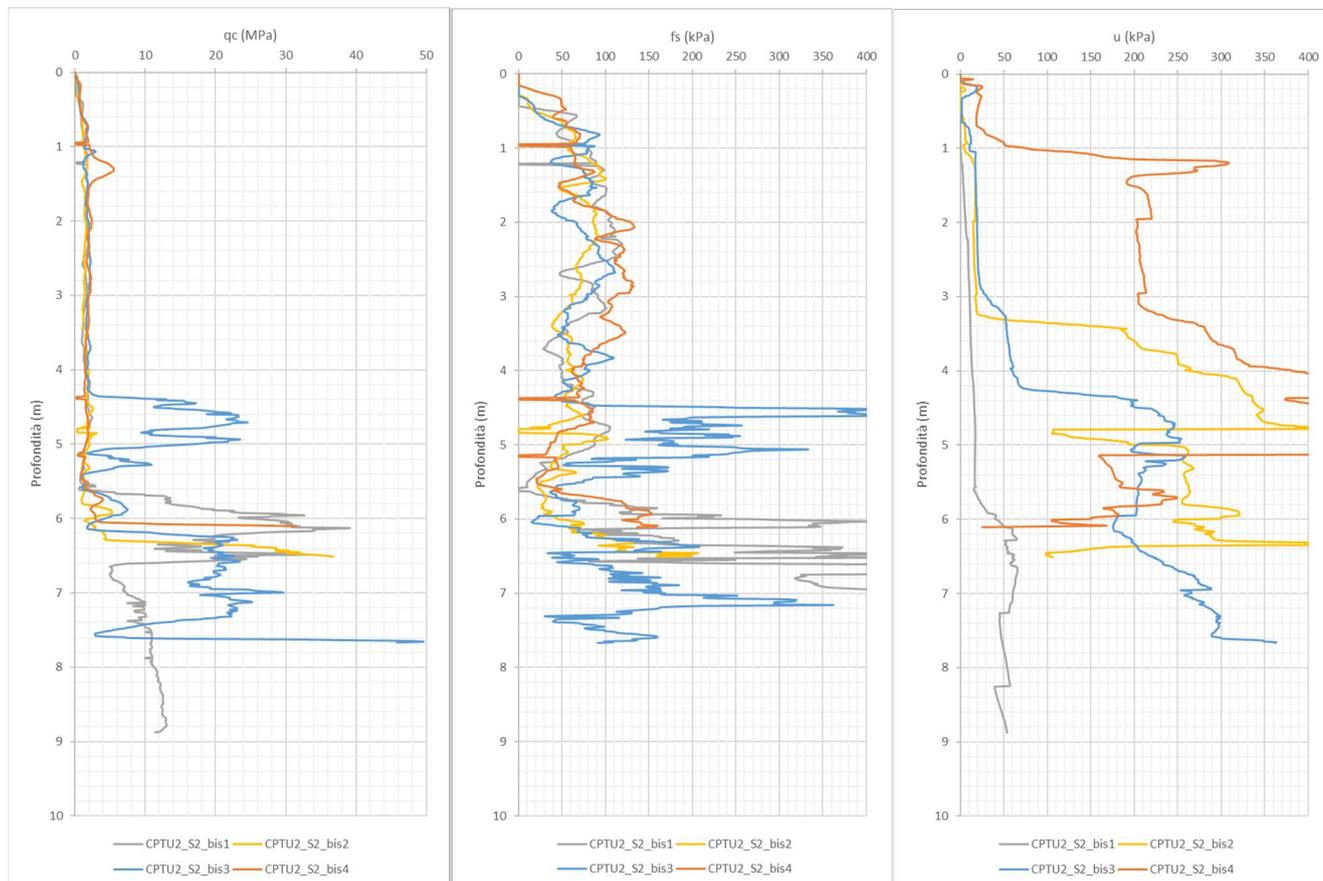


Figura 8-4 –Resistenza alla punta, resistenza laterale e pressione interstiziale delle CPTu eseguite in corrispondenza del RI02

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 72 di 88

Verifica a liquefazione - CPT S2 bis1

Scenari di verifica considerati

Il potenziale di liquefazione è stato calcolato considerando I seguenti scenari:

- Strato liquefacibile: da piano campagna a profondità strato ghiaioso/substrato (massima profondità raggiunta durante la prova): 8.88 m

Falda: profondità pari a quella misurata da sondaggio nelle vicinanze: 8m (da AU_5)

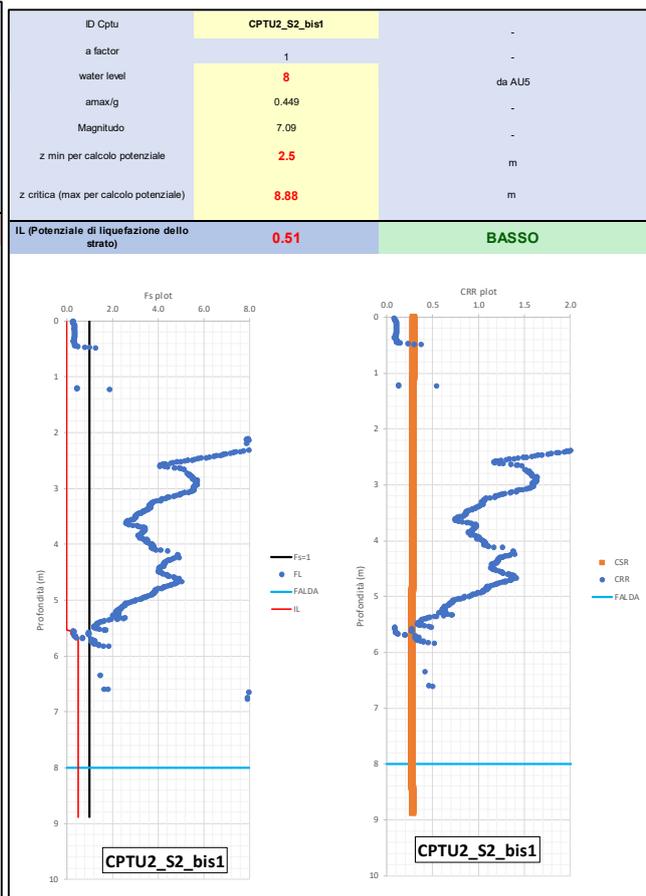
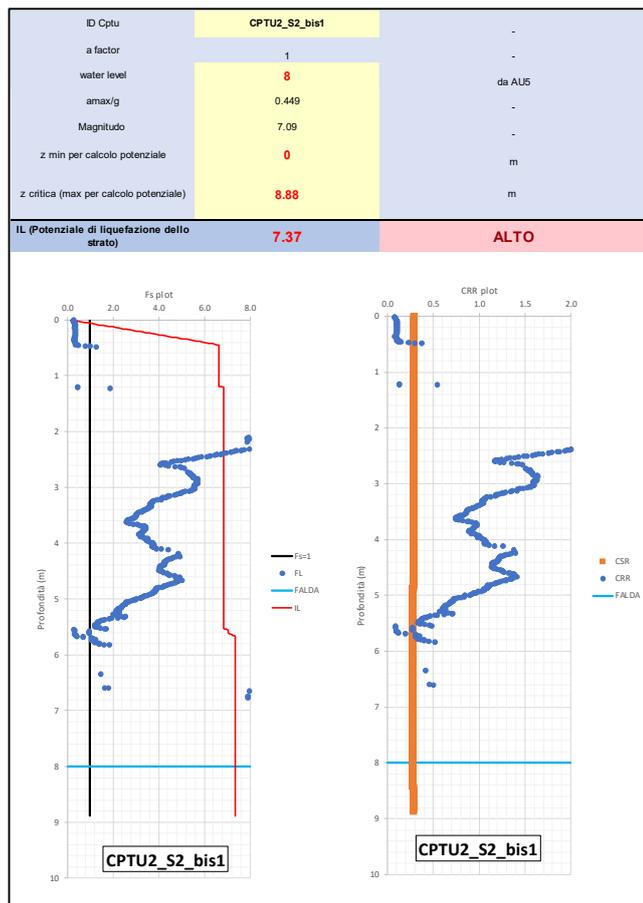
- Strato liquefacibile: da quota imposta fondazioni a profondità strato ghiaioso/substrato (massima profondità raggiunta durante la prova): 6.33 m

Falda: profondità pari a quella misurata da sondaggio nelle vicinanze: 8m (da AU_5)

Plot dei risultati:

Scenario 1

Scenario 2



Sintesi dei risultati:

CPT S2 bis1						
	z min	z max	H strato liquefacibile	profondità di falda	IL	POTENZIALE
Scenario 1	0	8.88	8.88	8	7.37	alto
Scenario 2	2.5	8.88	6.38	8	0.51	basso

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 73 di 88

Verifica a liquefazione - CPT S2 bis2

Scenari di verifica considerati

Il potenziale di liquefazione è stato calcolato considerando I seguenti scenari:

- Strato liquefacibile: da piano campagna a profondità strato ghiaioso/substrato (massima profondità raggiunta durante la prova): 6.51 m

Falda: profondità pari a quella misurata da sondaggio nelle vicinanze: 6m (da profilo)

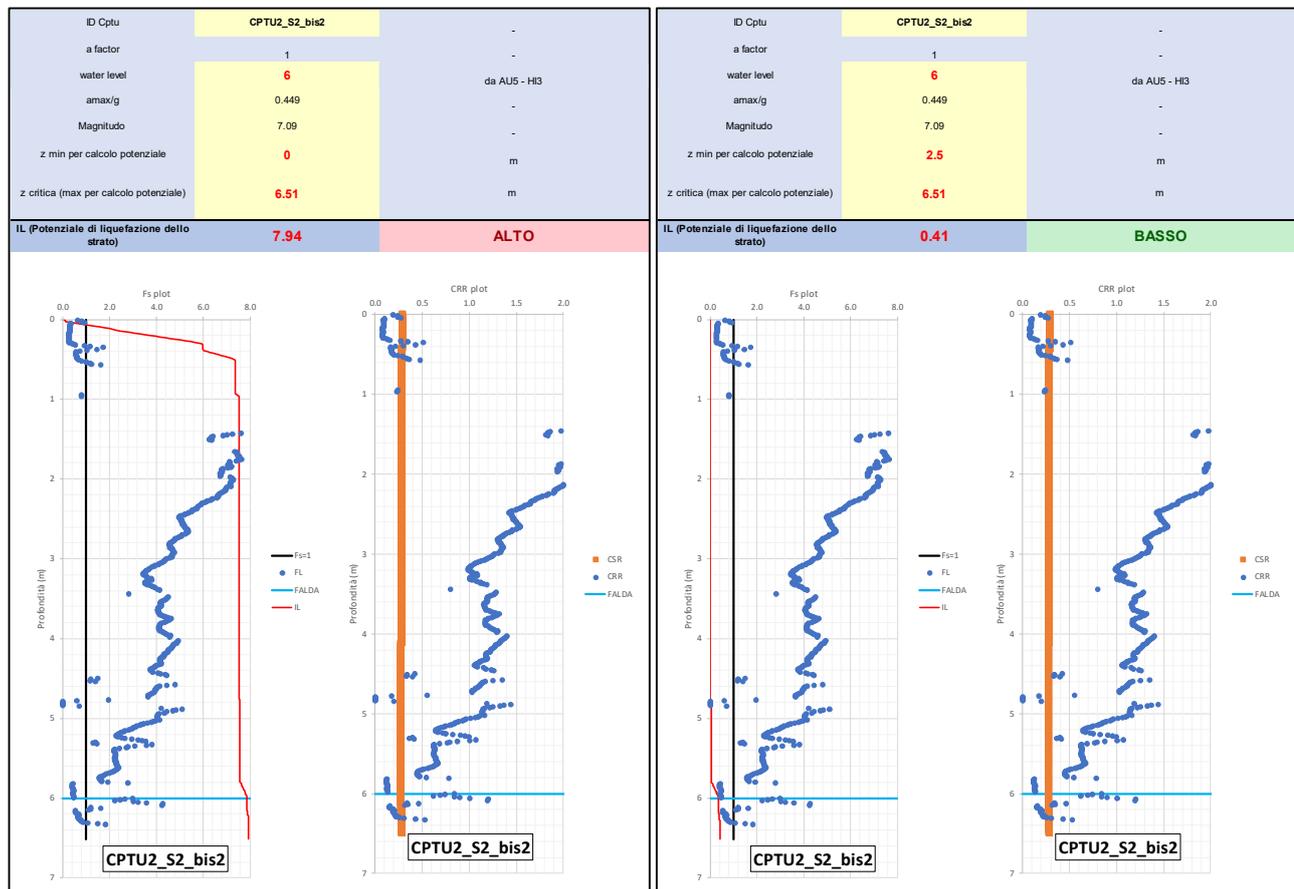
- Strato liquefacibile: da quota imposta fondazioni a profondità strato ghiaioso/substrato (massima profondità raggiunta durante la prova): 4.01 m

Falda: profondità pari a quella misurata da sondaggio nelle vicinanze: 6m

Plot dei risultati

Scenario 1

Scenario 2



Sintesi dei risultati:

CPT S2 bis 2						
	z min	z max	H strato liquefacibile	profondità di falda	IL	POTENZIALE
Scenario 1	0	6.51	6.51	6	7.94	alto
Scenario 2	2.5	6.51	4.01	6	0.41	basso

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 74 di 88

Verifica a liquefazione - CPT S2 bis3

Scenari di verifica considerati

Il potenziale di liquefazione è stato calcolato considerando I seguenti scenari:

- Strato liquefacibile: da piano campagna a profondità strato ghiaioso/substrato (massima profondità raggiunta durante la prova 7.67 m

Falda: profondità pari a quella misurata da sondaggio nelle vicinanze: 5.2m (da S2)

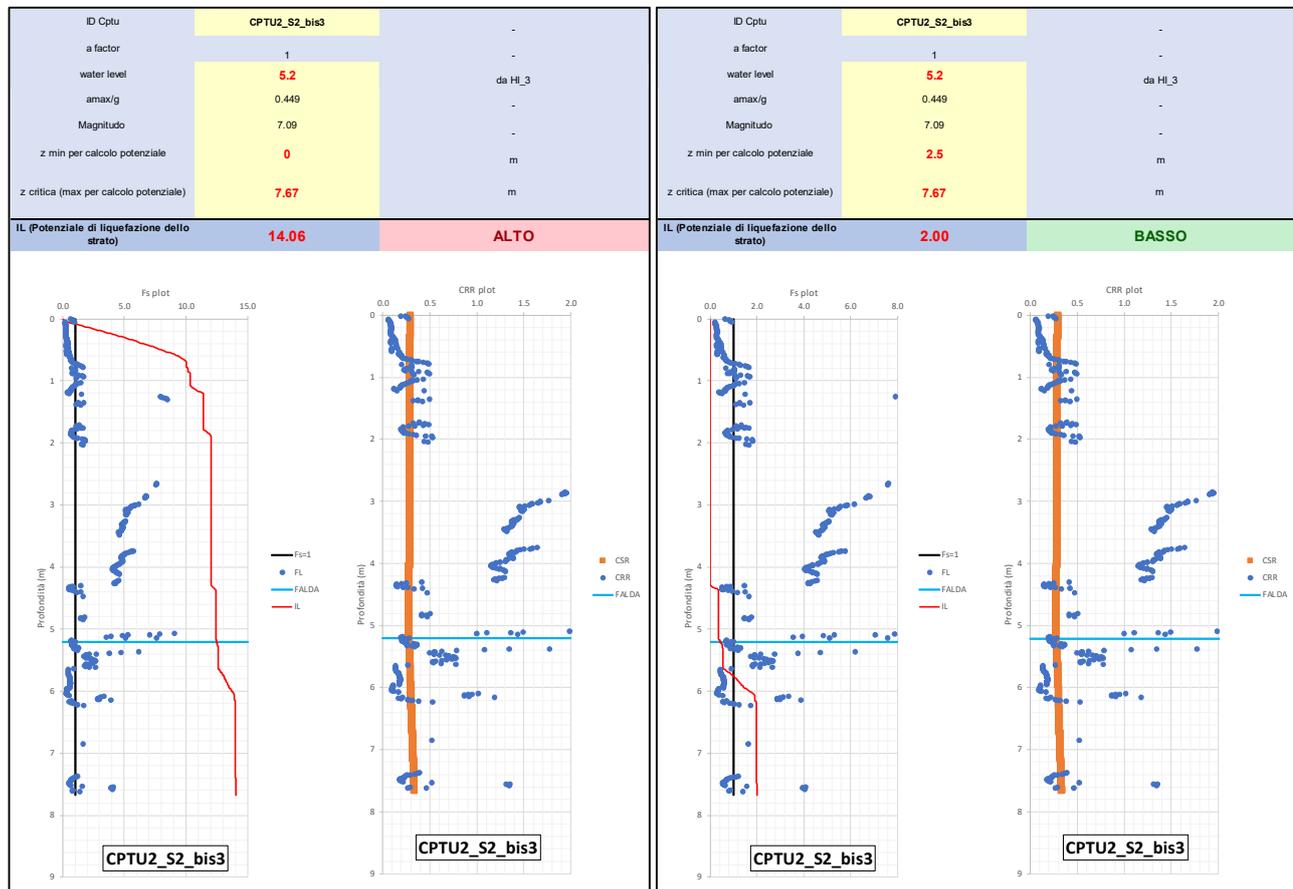
- Strato liquefacibile: da quota imposta fondazioni a profondità strato ghiaioso/substrato (massima profondità raggiunta durante la prova): 5.17 m

Falda: profondità pari a quella misurata da sondaggio nelle vicinanze: 5.2 m (da S2)

Plot dei risultati

Scenario 1

Scenario 2



Sintesi dei risultati

CPT S2 bis 3						
	z min	z max	H strato liquefacibile	profondità di falda	IL	POTENZIALE
Scenario 1	0	7.67	7.67	5.2	14.06	alto
Scenario 2	2.5	7.67	5.17	5.2	2	basso

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 75 di 88

Verifica a liquefazione - CPT S2 bis4

Scenari di verifica considerati

Il potenziale di liquefazione è stato calcolato considerando I seguenti scenari:

- Strato liquefacibile: da piano campagna a profondità strato ghiaioso/substrato (massima profondità raggiunta durante la prova): 6.11 m

Falda: profondità pari a quella misurata da sondaggio nelle vicinanze: 5.2m (da S2)

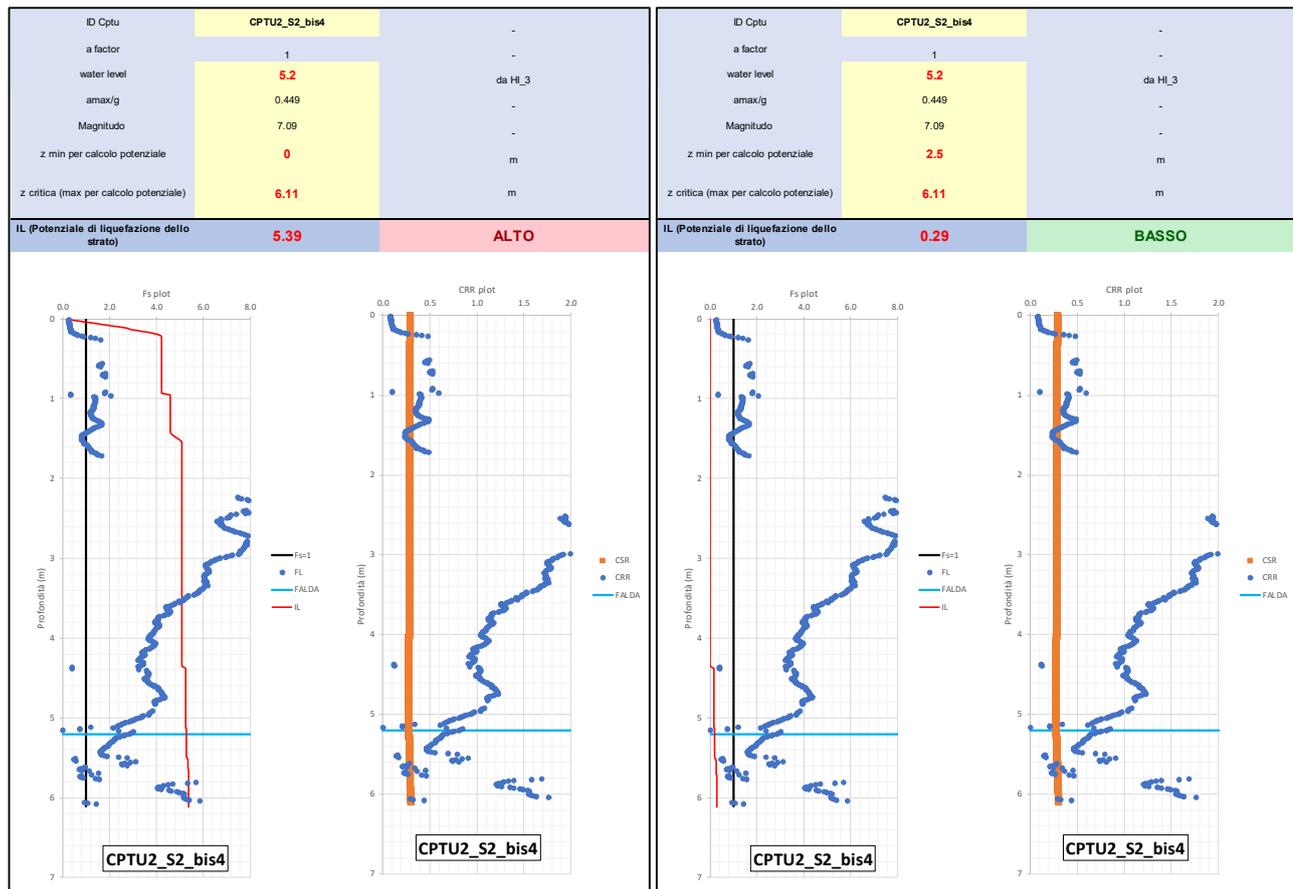
- Strato liquefacibile: da quota imposta fondazioni a profondità strato ghiaioso/substrato (massima profondità raggiunta durante la prova): 3.61 m

Falda: profondità pari a quella misurata da sondaggio nelle vicinanze: 5.2m (da S2)

Plot dei risultati

Scenario 1

Scenario 2



Sintesi dei risultati

CPT S2 bis 4						
	z min	z max	H strato liquefacibile	profondità di falda	IL	POTENZIALE
Scenario 1	0	6.11	6.11	5.2	5.39	alto
Scenario 2	2.5	6.11	3.61	5.2	0.29	basso

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 77 di 88
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale						

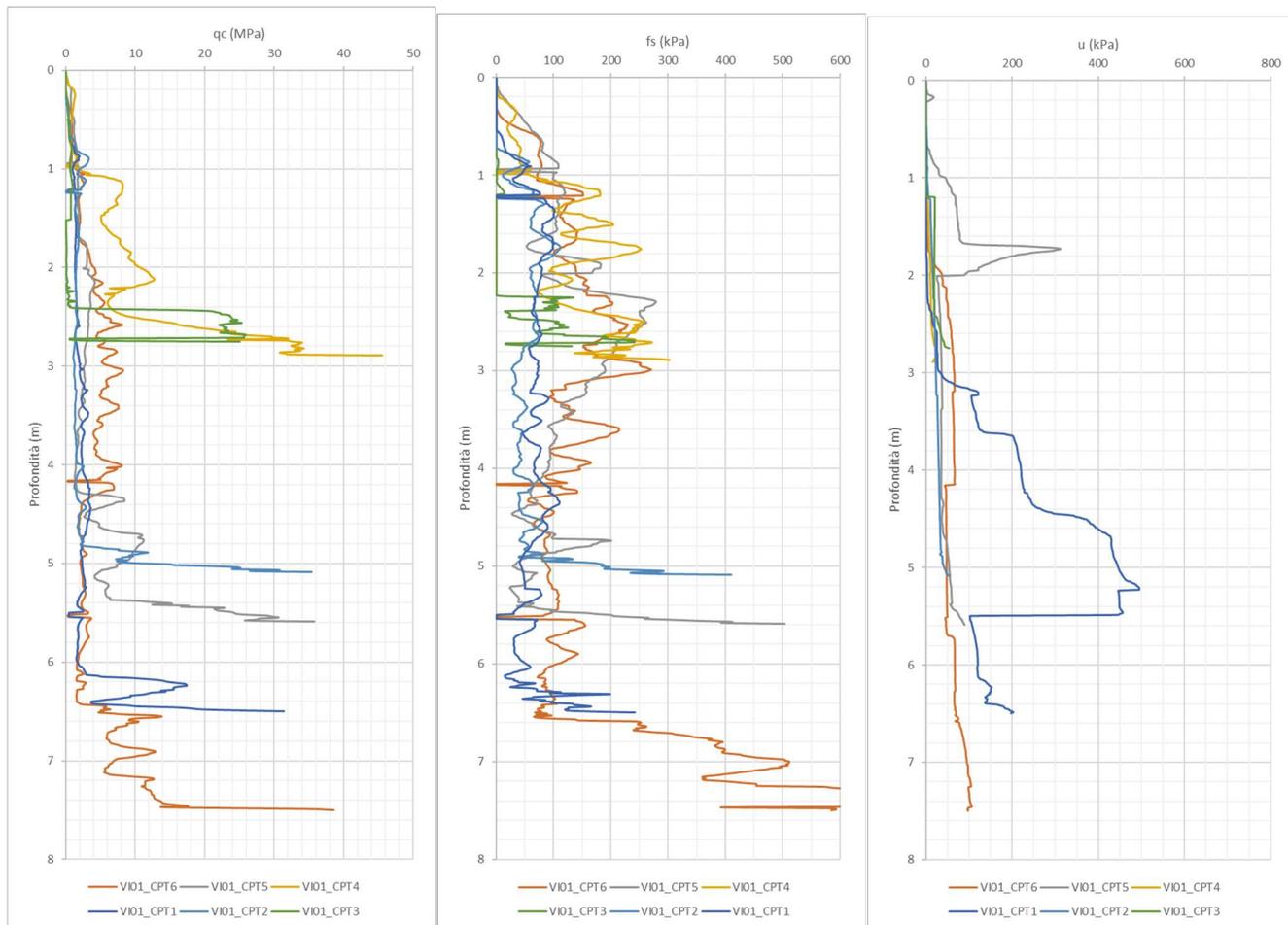


Figura 8-6 –Resistenza alla punta, resistenza laterale e pressione interstiziale delle CPTu eseguite in corrispondenza del VI01

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 78 di 88

Verifica a liquefazione – VI01-CPT1

Scenari di verifica considerati

Il potenziale di liquefazione è stato calcolato considerando i seguenti scenari:

- Strato liquefacibile: da piano campagna a profondità strato ghiaioso/substrato (massima profondità raggiunta durante la prova): 6.5 m

Falda: profondità pari a quella misurata da sondaggio nelle vicinanze: 6.5m (da AU_5)

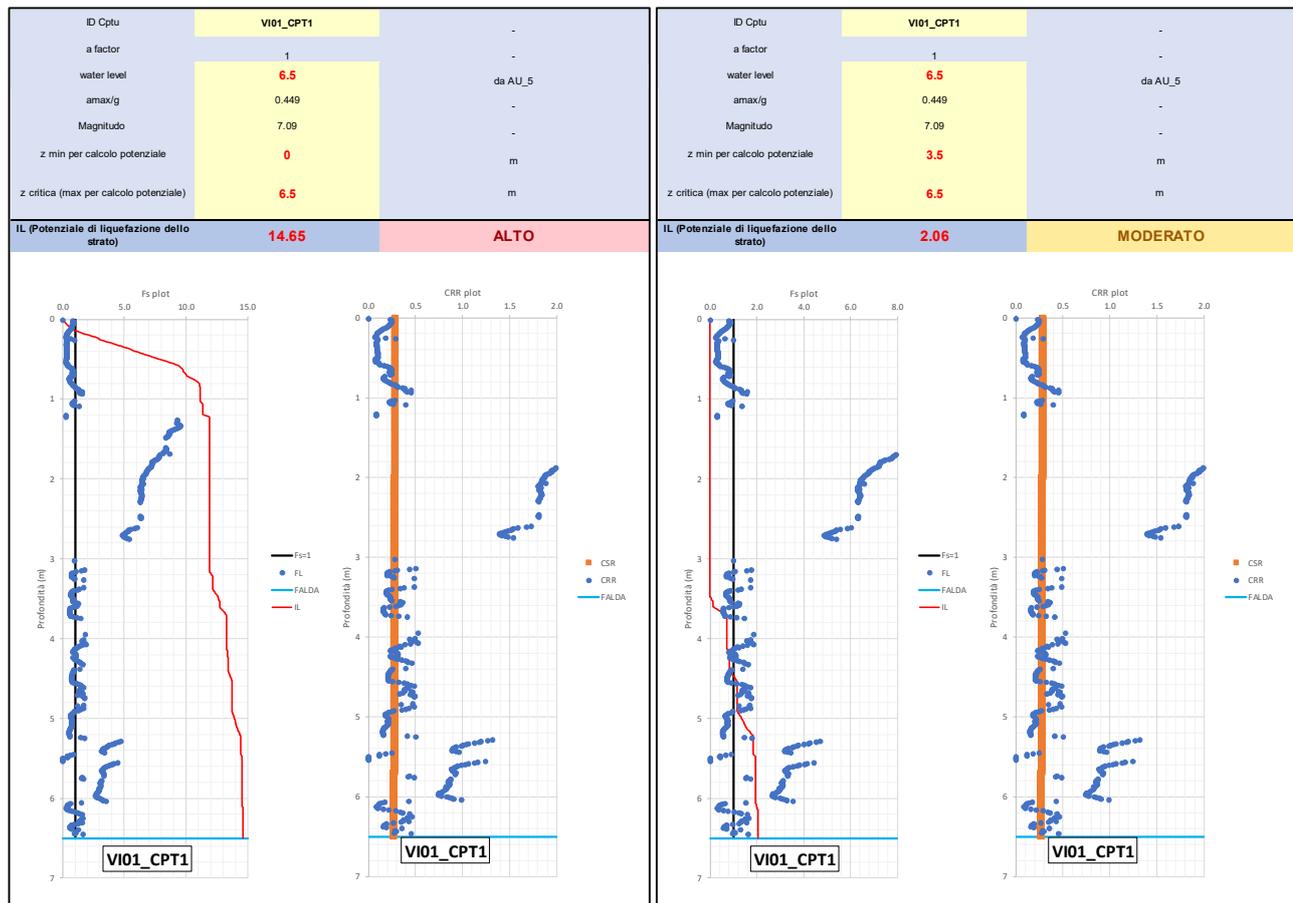
- Strato liquefacibile: da quota imposta fondazioni a profondità strato ghiaioso/substrato (massima profondità raggiunta durante la prova): 3 m

Falda: profondità pari a quella misurata da sondaggio nelle vicinanze: 6.5m (da AU_5)

Plot dei risultati

Scenario 1

Scenario 2



Sintesi dei risultati

VI01-CPT1						
	z min	z max	H strato liquefacibile	profondità di falda	IL	POTENZIALE
Scenario 1	0	6.5	6.5	6.5	14.65	alto
Scenario 2	3.5	6.5	3	6.5	2.06	moderato

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 79 di 88

Verifica a liquefazione – VI01-CPT2

Scenari di verifica considerati

Il potenziale di liquefazione è stato calcolato considerando i seguenti scenari:

- Strato liquefacibile: da piano campagna a profondità strato ghiaioso/substrato (massima profondità raggiunta durante la prova): 5.1 m

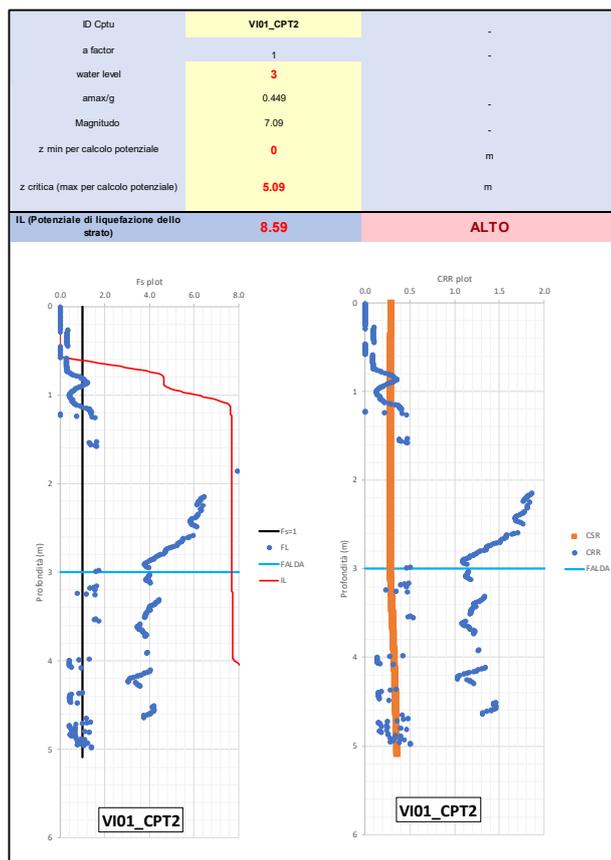
Falda: profondità pari a quella misurata da sondaggio nelle vicinanze: 4m (da VI01-1)

- Strato liquefacibile: da quota imposta fondazioni a profondità strato ghiaioso/substrato (massima profondità raggiunta durante la prova): 0.1 m

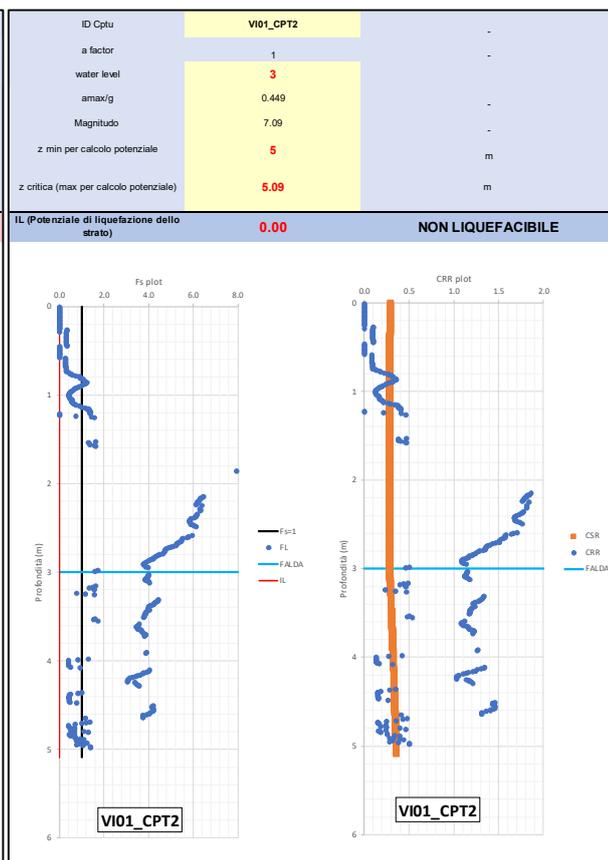
Falda: profondità pari a quella misurata da sondaggio nelle vicinanze: 4m (da VI01-1))

Plot dei risultati

Scenario 1



Scenario 2



Sintesi dei risultati

VI01-CPT2						
	z min	z max	H strato liquefacibile	profondità di falda	IL	POTENZIALE
Scenario 1	0	5.1	5.1	3	8.6	alto
Scenario 2	5	5.1	0.1	3	0.0	Non liquefacibile

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	IF28	01	E ZZ RB	OC0300 001	B	80 di 88

Verifica a liquefazione – VI01-CPT3

Scenari di verifica considerati

Il potenziale di liquefazione è stato calcolato considerando i seguenti scenari:

- Strato liquefacibile: da piano campagna a profondità strato ghiaioso/substrato (massima profondità raggiunta durante la prova): 2.75 m

Falda: profondità pari a quella misurata da sondaggio nelle vicinanze: 8m (da AU_4)

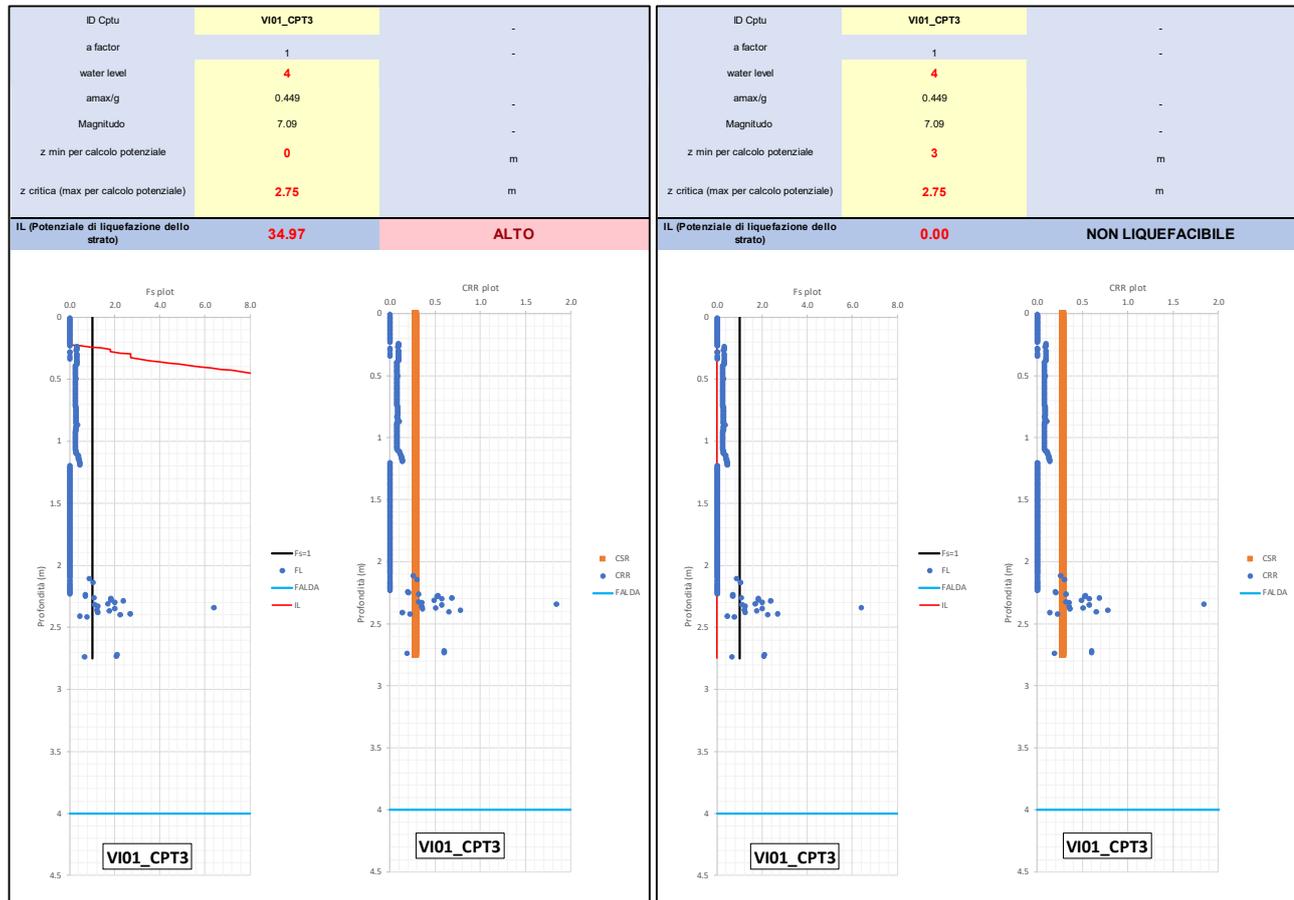
- Strato liquefacibile: da quota imposta fondazioni a profondità strato ghiaioso/substrato (massima profondità raggiunta durante la prova): 0.0 m

Falda: profondità pari a quella misurata da sondaggio nelle vicinanze: 8m (da AU_4)

Plot dei risultati

Scenario 1

Scenario 2



SINTESI DEI RISULTATI

VI01-CPT3						
	z min	z max	H strato liquefacibile	profondità di falda	IL	POTENZIALE
Scenario 1	0	2.75	2.75	4	34.97	alto
Scenario 2	3	2.75	0.0	4	0.0	Non liquefacibile

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 81 di 88

Verifica a liquefazione – VI01-CPT4

Scenari di verifica considerati

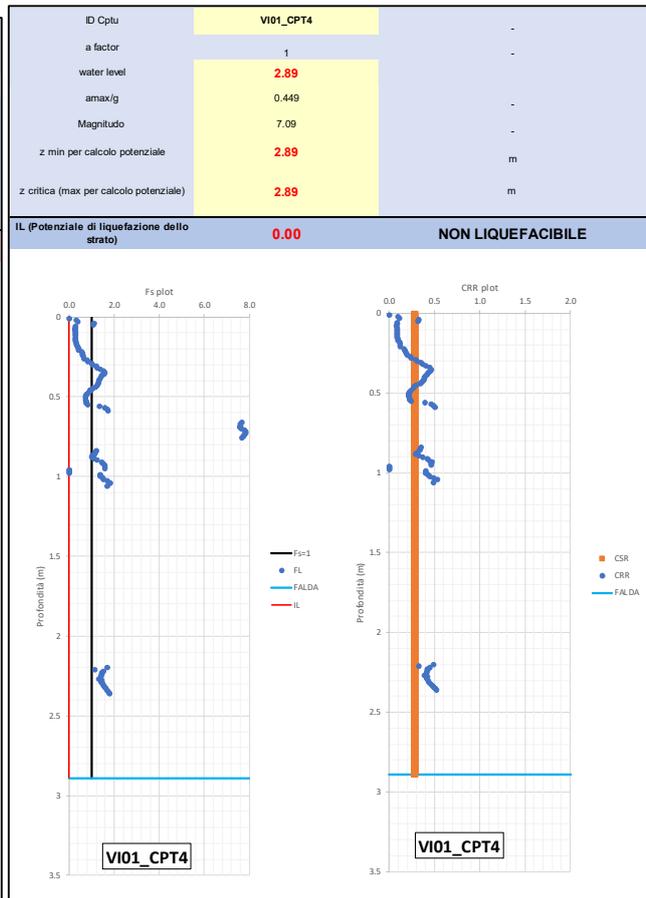
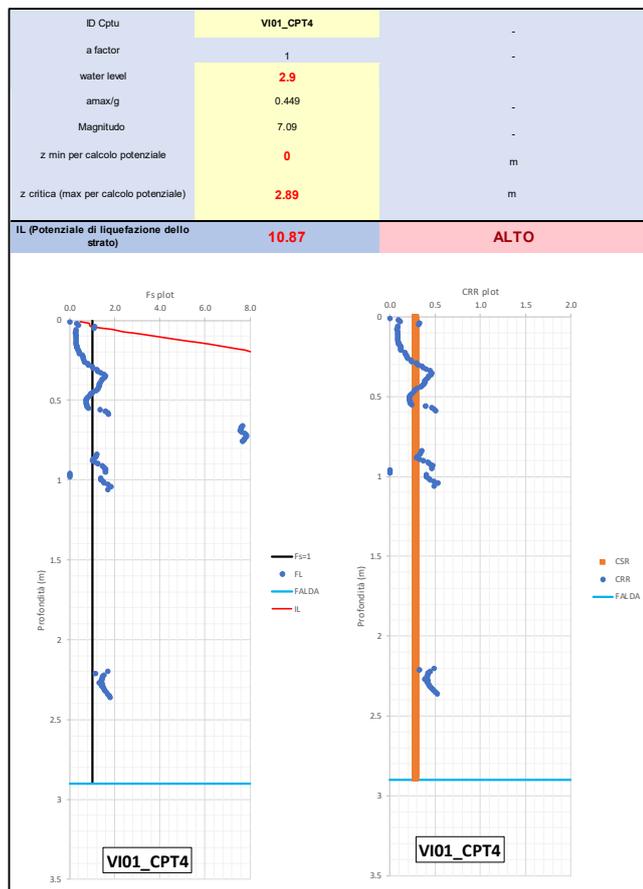
Il potenziale di liquefazione è stato calcolato considerando i seguenti scenari:

1. Strato liquefacibile: da piano campagna a profondità strato ghiaioso/substrato (massima profondità raggiunta durante la prova): 2.9 m
Falda: profondità pari a quella misurata da sondaggio nelle vicinanze: 2.9m
2. Strato liquefacibile: da quota imposta fondazioni a profondità strato ghiaioso/substrato (massima profondità raggiunta durante la prova): 0 m
Falda: profondità pari a quella misurata da sondaggio nelle vicinanze: 2.9m

Plot dei risultati

Scenario 1

Scenario 2



Sintesi dei risultati

VI01-CPT4						
	z min	z max	H strato liquefacibile	profondità di falda	IL	POTENZIALE
Scenario 1	0	2.89	2.89	2.9	10.87	alto
Scenario 2	2.89	2.89	0	2.9	0	non liquefacibile

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 82 di 88

Verifica a liquefazione – VI01-CPT5

Scenari di verifica considerati

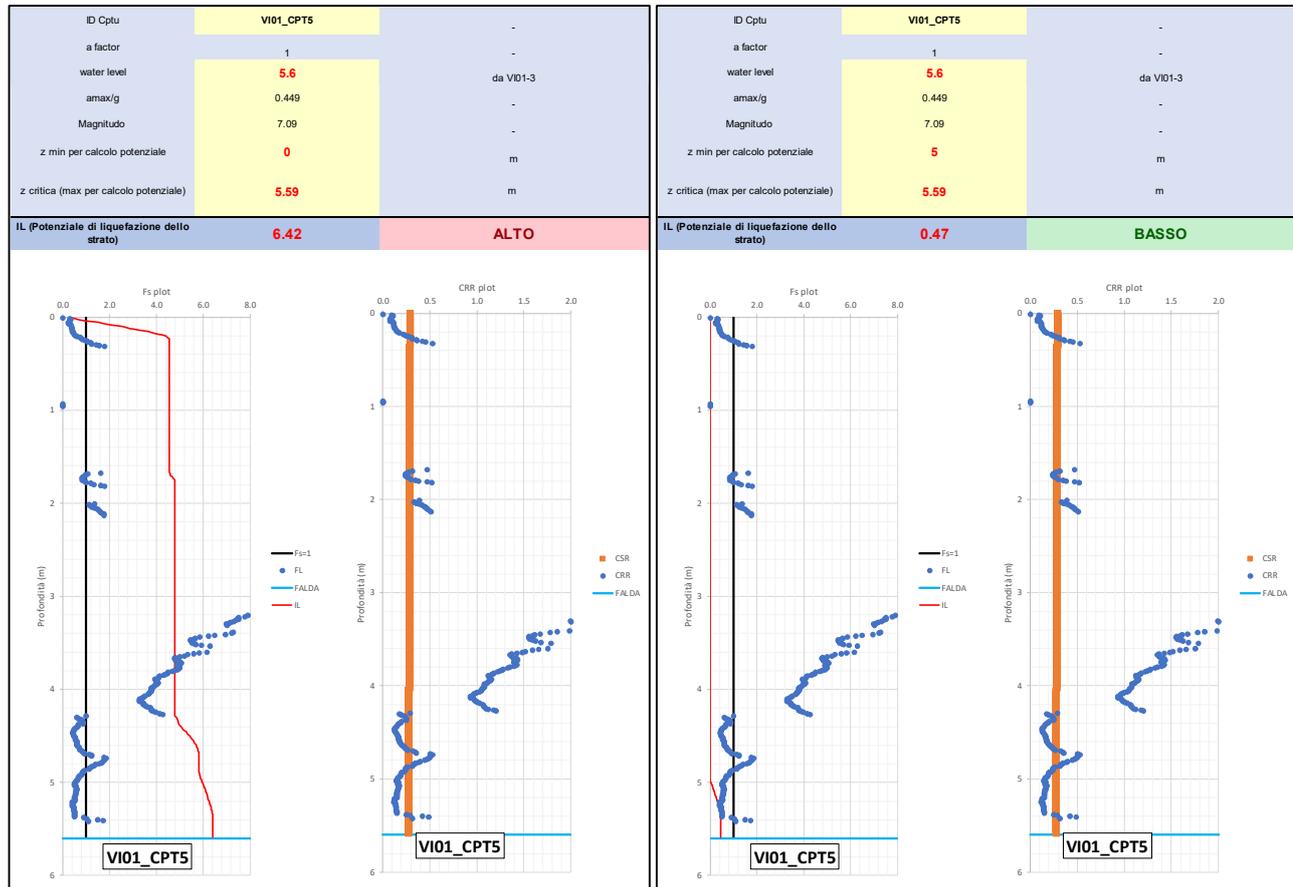
Il potenziale di liquefazione è stato calcolato considerando i seguenti scenari:

3. Strato liquefacibile: da piano campagna a profondità strato ghiaioso/substrato (massima profondità raggiunta durante la prova): 5.59 m
Falda: profondità pari a quella misurata da sondaggio nelle vicinanze: 5.6m (da VI01-3)
4. Strato liquefacibile: da quota imposta fondazioni a profondità strato ghiaioso/substrato (massima profondità raggiunta durante la prova): 0.59 m
Falda: profondità pari a quella misurata da sondaggio nelle vicinanze: 5.6m (da VI01-3)

Plot dei risultati

Scenario 1

Scenario 2



Sintesi dei risultati

VI01-CPT5						
	z min	z max	H strato liquefacibile	profondità di falda	IL	POTENZIALE
Scenario 1	0	5.59	5.59	5.6	6.42	alto
Scenario 2	5	5.59	0.59	5.6	0.47	basso

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 83 di 88

Verifica a liquefazione – VI01-CPT6

Scenari di verifica considerati

Il potenziale di liquefazione è stato calcolato considerando i seguenti scenari:

- Strato liquefacibile: da piano campagna a profondità strato ghiaioso/substrato (massima profondità raggiunta durante la prova): 7.5 m

Falda: profondità pari a quella misurata da sondaggio nelle vicinanze: 3m (da C7)

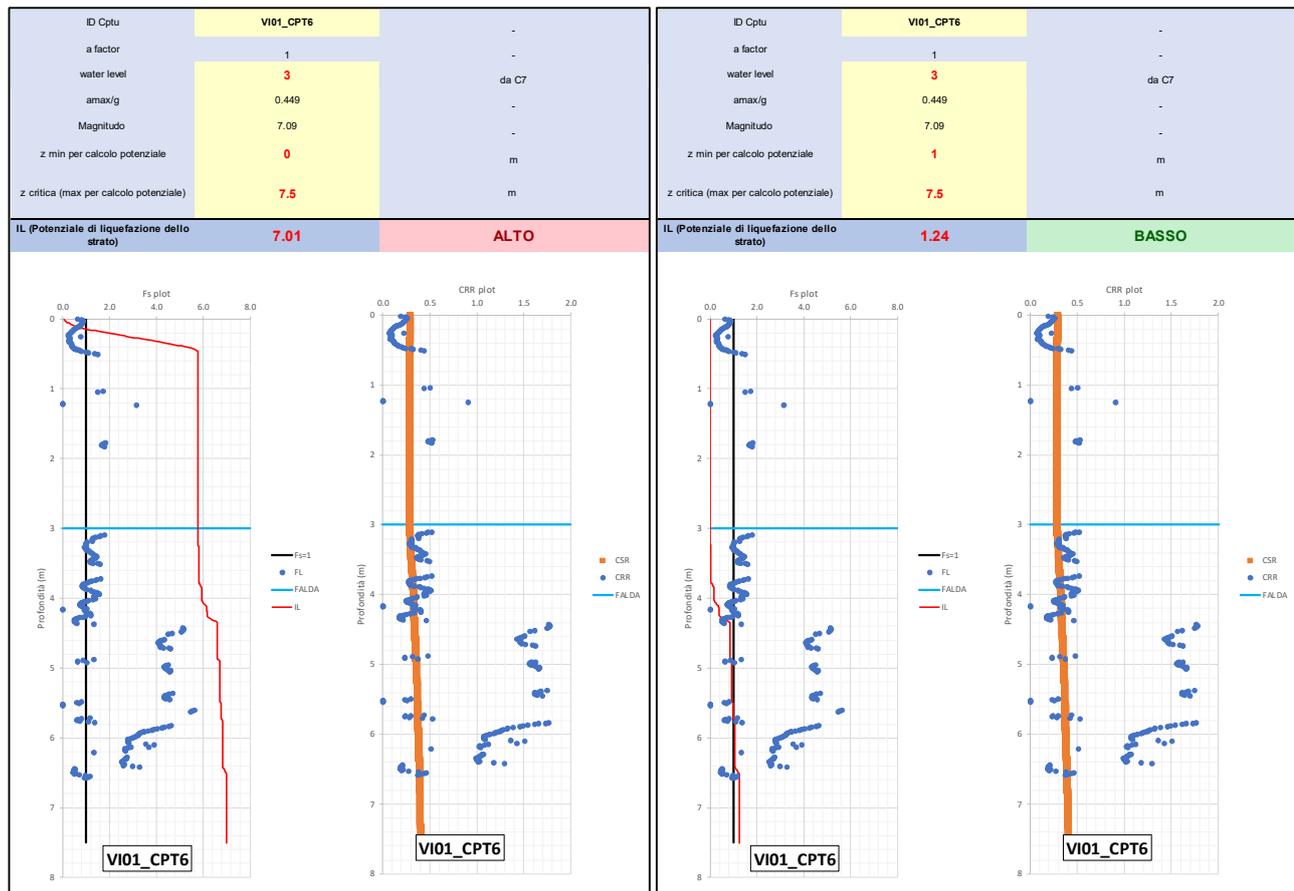
- Strato liquefacibile: da quota imposta fondazioni a profondità strato ghiaioso/substrato (massima profondità raggiunta durante la prova): 6.5 m

Falda: profondità pari a quella misurata da sondaggio nelle vicinanze: 3m (da C7)

Plot dei risultati

Scenario 1

Scenario 2



8.2.4.1 SINTESI DEI RISULTATI

VI01-CPT6						
	z min	z max	H strato liquefacibile	profondità di falda	IL	POTENZIALE
Scenario 1	0	7.5	7.5	3	7.01	alto
Scenario 2	1	7.5	6.5	3	1.24	basso

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 84 di 88
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale						

8.3 TRATTA ALLO SCOPERTO TRA LE PROGRESSIVE 4+695 – 5+090

Non c'è nessuna litologia da verificare.

8.4 TRATTA ALLO SCOPERTO TRA LE PROGRESSIVE 9+550 – 10+090

All'interno della tratta allo scoperto 3 dove si sviluppa il viadotto VI03 è stata individuata a una verticale nella quale è presente uno strato potenzialmente liquefacibile.

La verticale indagata è quella in corrispondenza del sondaggio AU15, dove, alla profondità di 5,5m c'è un valore di N_{spt} pari a 18 e la falda, che ha un valore medio in corrispondenza della stessa profondità, considerando un'oscillazione stagionale può essere assunta a piano campagna.

Inoltre, la curva granulometrica è interamente compresa nel fuso di normativa.

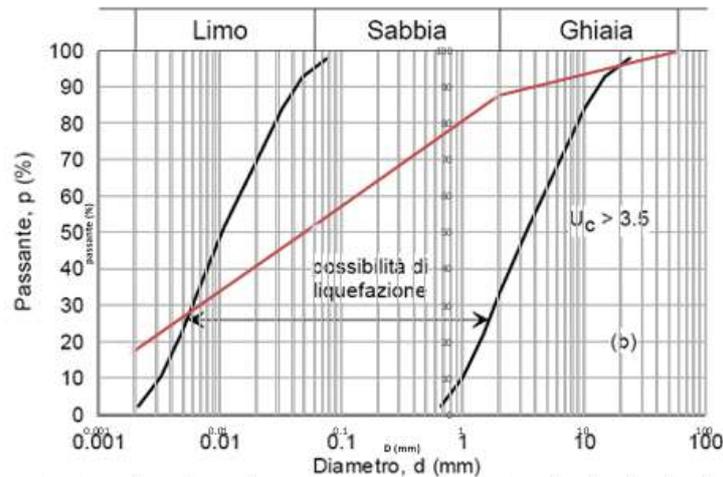


Figura 7 – Curva granulometrica

Si riportano nella tabella riassuntiva che segue i risultati ottenuti dalla verifica a liquefazione e dal calcolo del potenziale di liquefazione.

Calcolo del Rapporto di tensione ciclica (sollecitazione indotta dall'azione sismica)										
Sondaggio	γ [kN/m ³]	M [-]	$a_{max,s}$ [g]	z [m]	z _{falda} [m]	σ_v [kPa]	σ_v' [kPa]	rd [-]	CSR [-]	$M=7.5, S'_v=1$ [-]
AU15	19	7.6	0.49	5.5	0	104.5	49.5	0.94	0.633	0.563

Tabella 25 – calcolo CSR

Calcolo del Rapporto di resistenza ciclica (resistenza disponibile alla liquefazione)							
Sondaggio	z [m]	N_{SPT} [-]	CN [-]	FC [%]	$(N_1)_{60}$ [-]	$(N_1)_{60_{CS}}$ [-]	$CRR_{M=7.5, S'_v=1atm}$ [-]
AU15	5.50	18	1.33	53	24.0	29.6	0.461

Tabella 26 – calcolo CRR

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 85 di 88

Valutazione del fattore di liquefacibilità					
Sondaggio	$C\sigma$	$K\sigma$	MSFmax	MSF	FL
	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
AU15	0.20	1.10	1.97	1.15	0.82

Tabella 27 – Calcolo FL

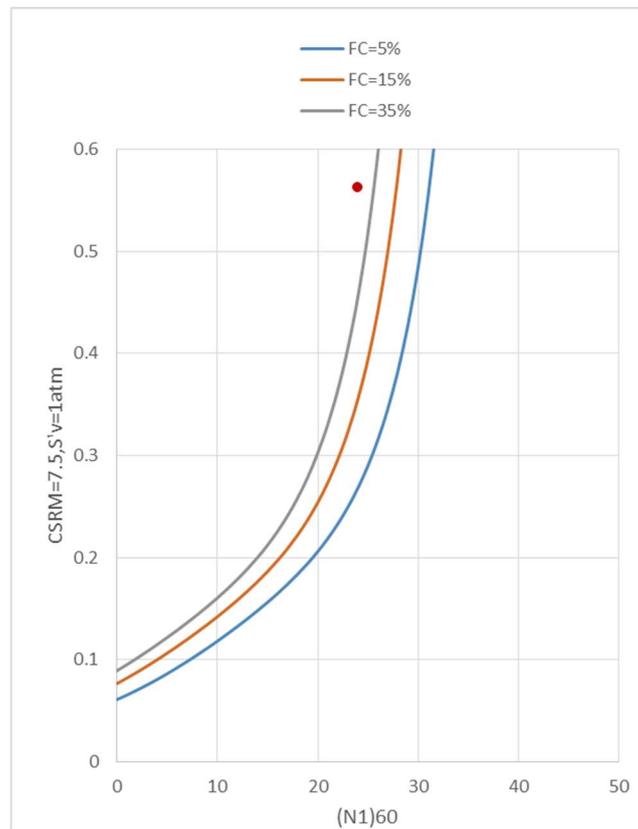


Figura 8 – grafico CSR vs. (N1)60

CALCOLO POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE IL								
z (m)	spess.	punto m	zcrit	w(z)	FL		F(z)	ILixDz
5.5	7.2	3.6	20	6.4	NSPT-ID&B(2004)	0.8	0.2	8.4

Tabella 28 – Calcolo del potenziale di liquefazione

Dalla verifica a liquefazione eseguita su uno strato che va da piano campagna a 7.2m di profondità è emersa un potenziale di liquefazione pari a 8.4, che equivale a un potenziale alto.

8.5 TRATTA ALLO SCOPERTO TRA LE PROGRESSIVE 16+610 – 18+700

All'interno della tratta allo scoperto 4 dove si sviluppa il viadotto VI04 sono state individuate delle verticali dove è presente uno strato potenzialmente liquefacibile.

Le verticali indagate sono quella in corrispondenza dei seguenti sondaggi:

- AU09: la falda si trova a 12m di profondità dal piano campagna, a 8m una prova SPT fornisce un valore pari a 23;
- VI04-1: da piano campagna a 15m di profondità le prove SPT hanno indicato valori bassi, che corretti come sopra indicato forniscono valori inferiori a 30. In corrispondenza di questo sondaggio il livello medio di falda è

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 86 di 88

pari a 14m da piano campagna. Tuttavia, per le oscillazioni stagionali si considerano anche i valori di SPT al di sopra della falda.

Si riportano in seguito le curve granulometriche di interesse per i sondaggi e le profondità analizzate.

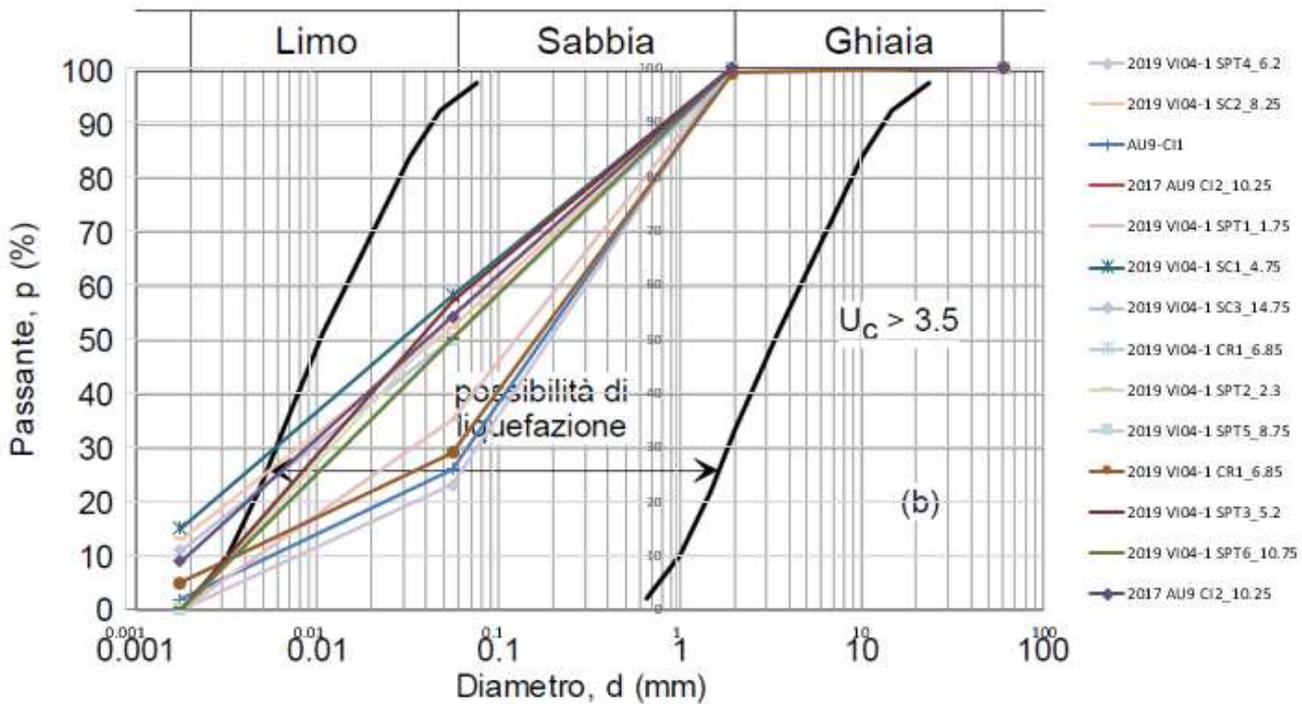


Figura 9 – Curve granulometriche

Si riportano nella tabella riassuntiva che segue i risultati ottenuti dalla verifica a liquefazione. In questo caso, poiché il fattore di sicurezza risulta superiore a 1 non viene eseguito il calcolo del potenziale di liquefazione.

Calcolo del Rapporto di tensione ciclica (sollecitazione indotta dall'azione sismica)										
Sondaggio	γ [kN/m ³]	M [-]	$a_{max,s}$ [g]	z [m]	zfalda [m]	σ_v [kPa]	σ_v' [kPa]	rd [-]	CSR [-]	M=7.5,S'v=1 [-]
AU09	20	7.06	0.49	8	12	160	200	0.90	0.230	0.204
VI04-1	20	7.06	0.49	1.5	14	30	155	0.993	0.061	0.054
VI04-1	20	7.06	0.49	3	14	60	170	0.98	0.110	0.098
VI04-1	20	7.06	0.49	5	14	100	190	0.95	0.16	0.14
VI04-1	20	7.06	0.49	6	14	120	200	0.93	0.18	0.16
VI04-1	20	7.06	0.49	8.5	14	170	225	0.89	0.21	0.19
VI04-1	20	7.06	0.49	10.5	14	210	245	0.86	0.234	0.208
VI04-1	20	7.06	0.49	15	14	300	290	0.777	0.256	0.228

Tabella 29 – calcolo CSR

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 87 di 88

Calcolo del Rapporto di resistenza ciclica (resistenza disponibile alla liquefazione)							
Sondaggio	z	N _{SPT}	CN	FC	(N ₁) ₆₀	(N ₁) _{60_CS}	CRR _{M=7.5, S'v=1atm}
	[m]	[-]	[-]	[%]	[-]	[-]	[-]
AU09	20	23	0.72	26	16.6	21.7	0.229
VI04-1	20	13	0.79	54	10.3	15.9	0.164
VI04-1	20	24	0.79	54	18.9	24.5	0.279
VI04-1	20	31	0.77	57	23.8	29.5	0.453
VI04-1	20	31	0.75	23	23.3	28.2	0.390
VI04-1	20	37	0.77	49	28.6	34.2	0.939
VI04-1	20	32	0.75	50	24.1	29.8	0.470
VI04-1	20	26	0.73	61	19.0	24.6	0.282

Tabella 30 – calcolo CRR

Valutazione del fattore di liquefacibilità					
Sondaggio	C _σ	K _σ	MSF _{max}	MSF	FL
	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
AU09	0.14	0.90	1.57	1.09	1.12
VI04-1	0.11	0.95	1.34	1.05	3.01
VI04-1	0.16	0.92	1.70	1.11	2.86
VI04-1	0.20	0.87	1.96	1.15	3.20
VI04-1	0.19	0.87	1.89	1.14	2.46
VI04-1	0.25	0.80	2.20	1.18	4.91
VI04-1	0.20	0.82	1.98	1.15	2.25
VI04-1	0.16	0.83	1.70	1.11	1.24

Tabella 31 – Calcolo FL

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO OC0300 001	REV. B	FOGLIO 88 di 88
PROGETTO ESECUTIVO Relazione sismica generale						

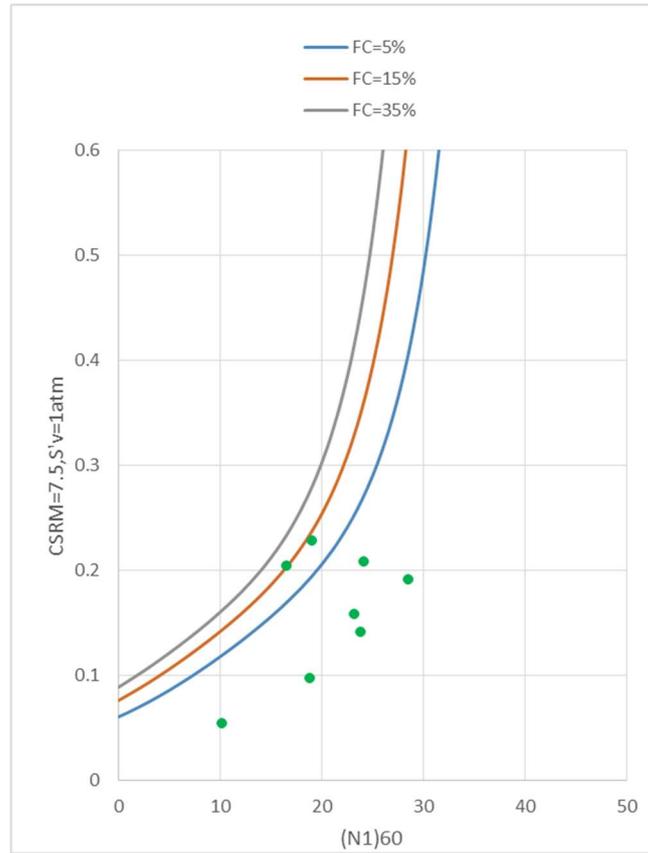


Figura 10 – grafico CSR vs. $(N1)_{60}$

La verifica a liquefazione ha permesso di escludere la presenza del fenomeno di liquefazione nella zona.