

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

CONSORZIO:



SOCI:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



PROGETTO ESECUTIVO

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

GEOLOGIA

STUDIO IDROGEOLOGICO

GENERALE

RELAZIONE IDROGEOLOGICA

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	 Dott. Geol. F. Pennino

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

IF28	01	E	ZZ	RG	GE0102	001	B	-
------	----	---	----	----	--------	-----	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione per consegna	P. Perello A. Baietto	21/02/2020	F. Pennino	21/02/2020	M. Gatti	21/02/2020	Ing. G. Cassani 10/06/2020
B	Revisione per istruttoria	RS	10/06/2020	F. Pennino	10/06/2020	M. Gatti	10/06/2020	

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;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">E ZZ RG</td> <td style="text-align: center;">GE0102 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">2 di 119</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ RG	GE0102 001	B	2 di 119
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ RG	GE0102 001	B	2 di 119													
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA																		

Indice

APPALTATORE: Consorzio Soci   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																	
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti   	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">E ZZ RG</td> <td style="text-align: center;">GE0102 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">3 di 119</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ RG	GE0102 001	B	3 di 119
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ RG	GE0102 001	B	3 di 119													

1	PREMESSA	6
1.1	INTRODUZIONE.....	6
1.2	ELENCO ELABORATI.....	7
1.3	DESCRIZIONE DEL TRACCIATO.....	13
1.4	ATTIVITÀ SVOLTE	14
1.5	PRINCIPALI ELEMENTI DI NOVITÀ RISPETTO AL PROGETTO DEFINITIVO	16
2	DATI DI BASE	17
2.1	DATI CARTOGRAFICI DISPONIBILI	17
2.2	INDAGINI IN SITO.....	17
2.2.1	CAMPAGNA INDAGINI CONSORZIO Co.FER.I 1984/86.....	18
2.2.2	CAMPAGNA INDAGINI ITALFERR 2005.....	19
2.2.3	CAMPAGNA INDAGINI ITALFERR 2006.....	20
2.2.4	CAMPAGNA INDAGINI ITALFERR 2008.....	20
2.2.5	CAMPAGNA INDAGINI ITALFERR 2015.....	21
2.2.6	CAMPAGNA INDAGINI ITALFERR 2017.....	23
2.2.7	CAMPAGNA INDAGINI CONSORZIO HIRPINIA AV 2019 – 2020	31
2.3	DATI DI MONITORAGGIO.....	43
2.3.1	MONITORAGGIO INCLINOMETRICO DEL PROGETTO DEFINITIVO	43
2.3.2	MONITORAGGIO PIEZOMETRICO DEL PROGETTO DEFINITIVO.....	44
2.3.3	MONITORAGGIO INCLINOMETRICO DEL PROGETTO ESECUTIVO	49
2.3.4	MONITORAGGIO PIEZOMETRICO DEL PROGETTO ESECUTIVO	51
2.3.5	MONITORAGGIO INTERFEROMETRICO DEL PROGETTO ESECUTIVO	53
2.3.6	MONITORAGGI ATTIVI NELLA ZONA DI FRANA DI GROTTAMINARDA	53
3	COMPLESSI IDROGEOLOGICI	59
3.1	PREMESSA.....	59
3.2	CLASSIFICAZIONE DEI COMPLESSI.....	59
3.2.1	COMPLESSI DEI TERRENI DI COPERTURA.....	59
3.2.2	COMPLESSI DELLE UNITÀ DEL SUBSTRATO	61
3.3	PERMEABILITÀ DELLE FORMAZIONI	63
3.3.1	DISTRIBUZIONE STATISTICA DELLE PERMEABILITÀ DELLE FORMAZIONI	63
3.3.2	PERMEABILITÀ DELLE UNITÀ DEL FLYSCH ROSSO.....	64
3.3.3	PERMEABILITÀ DELLA FORMAZIONE DEL VALLONE DI PONTICELLO	65
3.3.4	PERMEABILITÀ DELLE UNITÀ DELLA FORMAZIONE DELLE MOLASSE DI ANZANO	66
3.3.5	PERMEABILITÀ DELLE UNITÀ DELLA FORMAZIONE DELLA BARONIA	67

APPALTATORE: Consorzio Soci   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																	
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti   	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ RG</td> <td>GE0102 001</td> <td>B</td> <td>4 di 119</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ RG	GE0102 001	B	4 di 119
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ RG	GE0102 001	B	4 di 119													

4	MODELLO IDROGEOLOGICO DI RIFERIMENTO	70
4.1	CONDIZIONI IDRAULICHE AL CONTORNO	70
4.2	DESCRIZIONE DEL MODELLO IDROGEOLOGICO GENERALE	71
4.3	DESCRIZIONE DEL MODELLO IDROGEOLOGICO DI DETTAGLIO	72
4.3.1	TRATTO ALL'APERTO ISCA GIRASOLE, DA PK 0+000 A 2+705	72
4.3.2	GALLERIA GROTTAMINARDA, DA PK 2+705 A 4+697	73
4.3.3	TRATTO ALL'APERTO VALLE UFITA, DA PK 4+697 A 5+086.....	75
4.3.4	GALLERIA MELITO, DA PK 5+086 A 9+556.....	76
4.3.5	TRATTO ALL'APERTO CASTEL DEL FIEGO, DA PK 9+550 A 10+105.....	78
4.3.6	GALLERIA ROCCHETTA, DA PK 10+105 A 16+610.....	79
4.3.7	TRATTO ALL'APERTO ISCALONGA, DA PK 16+613 A 18+713,21	82
5	STIMA DELLE PORTATE DRENATE DALLE OPERE IN SOTTERRANEO	83
5.1	PREMESSA.....	83
5.2	PRINCIPI GENERALI SUL FLUSSO AL CONTORNO DI UN TUNNEL DRENANTE	83
5.2.1	DERIVAZIONE DELLE PORTATE IN REGIME TRANSITORIO (FASE DI SCAVO)	85
5.2.2	DERIVAZIONE DELLE PORTATE IN REGIME STABILIZZATO (FASE DI ESERCIZIO)	85
5.3	STIMA DELLE PORTATE IN FASE DI SCAVO.....	86
5.3.1	PREMESSA	86
5.3.2	GALLERIA GROTTAMINARDA.....	86
5.3.3	GALLERIA MELITO	88
5.3.4	GALLERIA ROCCHETTA	89
5.3.5	USCITA DI EMERGENZA PEDONALE F1	91
5.3.6	USCITA DI EMERGENZA PEDONALE F2.....	91
5.3.7	USCITA DI EMERGENZA PEDONALE F3.....	92
5.3.8	USCITA DI EMERGENZA PEDONALE F4.....	92
5.3.9	USCITA DI EMERGENZA PEDONALE F5.....	93
5.3.10	USCITA DI EMERGENZA PEDONALE F6.....	93
5.3.11	USCITA DI EMERGENZA PEDONALE F7	94
5.4	STIMA DELLE PORTATE IN FASE DI ESERCIZIO	95
5.4.1	PREMESSA	95
5.4.2	GALLERIA GROTTAMINARDA.....	95
5.4.3	GALLERIA MELITO	96
5.4.4	GALLERIA ROCCHETTA	96
5.4.5	USCITE DI EMERGENZA F1-F7.....	97
6	VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI ISTERILIMENTO DELLE ACQUE SOTTERRANEE ...	98
6.1	PREMESSA.....	98
6.2	METODOLOGIA.....	98
6.3	RISULTATI	110
6.4	VALUTAZIONE COMPRENSIVA DEGLI EFFETTI DOVUTI ALLE IMPERMEABILIZZAZIONI	113

APPALTATORE: Consorzio Soci   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																	
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti   	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">E ZZ RG</td> <td style="text-align: center;">GE0102 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">5 di 119</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ RG	GE0102 001	B	5 di 119
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ RG	GE0102 001	B	5 di 119													

7 BIBLIOGRAFIA..... 119

APPALTATORE: Consorzio Soci 	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti 						
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 6 di 119

1 PREMESSA

La presente Relazione Idrogeologica, emessa in revisione B, integra al suo interno le considerazioni che sono emerse in seguito alle osservazioni contenute nei rapporti di verifica emessi dall'Unità Operativa Geologia Tecnica, dell'Ambiente e del Territorio (IF28-RV-0000000158 geologia) e dall'Unità Operativa Validazione Progetti (cod. PPA.0000644).

Nel testo vengono forniti chiarimenti, modifiche, integrazioni di dati e spiegazioni di scelte interpretative in modo da dare evidenza a quanto riportato dagli scriventi in merito alle controdeduzioni riportate nelle liste di riscontro inviate da Italferr contestualmente ai documenti progettuali in revisione B.

1.1 INTRODUZIONE

La relazione illustra i risultati dello studio geologico a supporto della progettazione esecutiva (di seguito PE) del raddoppio del I lotto funzionale Apice – Hirpinia della tratta Apice – Orsara dell'Itinerario Napoli Bari.

Il tracciato si sviluppa per circa 18,7 km lineari, in un'area di circa 40 km² nella Regione Campania, tra le province di Benevento ed Avellino; i comuni attraversati sono rispettivamente per la provincia di Avellino: Ariano Irpino, Grottaminarda, Melito Irpino e Flumeri; per la provincia di Benevento: Apice, S. Arcangelo Trimonte e Paduli.

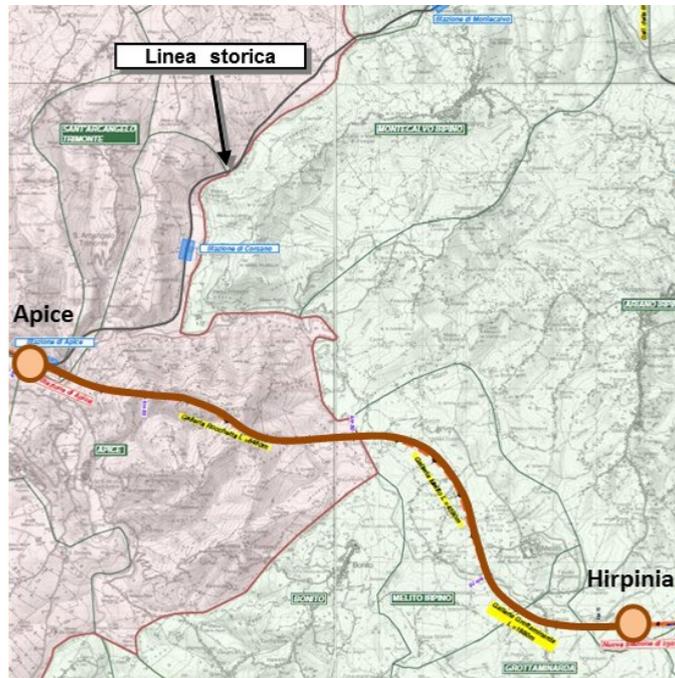


Figura 1. Inquadramento della tratta

Lo studio è stato articolato nel modo seguente:

- nel capitolo 1 sono elencati in maniera sintetica gli elaborati cartografici prodotti a supporto della progettazione, i dati di base utilizzati per la redazione dello studio, sono descritti il tracciato e le attività svolte per la redazione degli elaborati di PE

APPALTATORE: Consorzio  Soci  	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria  Mandanti  	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 7 di 119

- nel capitolo 2 sono citati sinteticamente i dati di base derivanti dalle campagne geognostiche a supporto delle diverse fasi progettuali, con particolare attenzione alla campagna di indagini e monitoraggio realizzata nell'anno 2019 – 2020 relativa alla progettazione esecutiva;
- il capitolo 3 definisce i criteri utilizzati per la suddivisione in complessi idrogeologici;
- il capitolo 4 descrive il modello idrogeologico di riferimento dell'area in cui ricade l'opera di linea;
- il capitolo 5 fornisce una descrizione dei modelli analitici utilizzati per effettuare una stima delle portate drenate in fase di scavo e in fase di esercizio della galleria. Per le diverse tratte della galleria di linea e delle finestre vengono fornite le stime delle portate drenate;
- il capitolo riporta gli esiti della valutazione del rischio di isterilimento delle acque sotterranee eseguita con metodologia DHI.

1.2 ELENCO ELABORATI

L'elenco completo degli elaborati prodotti è riportato nella seguente tabella.

Tabella 1 – Elenco elaborati prodotti

TITOLO ELABORATO	SCALA	CODIFICA
Relazione geologica generale	-	IF2801EZZRGGE0101001B
Carta geologica con elementi geo-strutturali - Tavola 1/13	1:2.000	IF2801EZZN6GE0101001B
Carta geologica con elementi geo-strutturali - Tavola 2/13	1:2.000	IF2801EZZN6GE0101002B
Carta geologica con elementi geo-strutturali - Tavola 3/13	1:2.000	IF2801EZZN6GE0101003B
Carta geologica con elementi geo-strutturali - Tavola 4/13	1:2.000	IF2801EZZN6GE0101004B
Carta geologica con elementi geo-strutturali - Tavola 5/13	1:2.000	IF2801EZZN6GE0101005B
Carta geologica con elementi geo-strutturali - Tavola 6/13	1:2.000	IF2801EZZN6GE0101006B
Carta geologica con elementi geo-strutturali - Tavola 7/13	1:2.000	IF2801EZZN6GE0101007B
Carta geologica con elementi geo-strutturali - Tavola 8/13	1:2.000	IF2801EZZN6GE0101008B
Carta geologica con elementi geo-strutturali - Tavola 9/13	1:2.000	IF2801EZZN6GE0101009B
Carta geologica con elementi geo-strutturali - Tavola 10/13	1:2.000	IF2801EZZN6GE0101010B
Carta geologica con elementi geo-strutturali - Tavola 11/13	1:2.000	IF2801EZZN6GE0101011B
Carta geologica con elementi geo-strutturali - Tavola 12/13	1:2.000	IF2801EZZN6GE0101012B
Carta geologica con elementi geo-strutturali - Tavola 13/13	1:2.000	IF2801EZZN6GE0101013B
Profilo geologico in asse al tracciato - Tavola 1/4	1:2.000/2000	IF2801EZZF6GE0101001B
Profilo geologico in asse al tracciato - Tavola 2/4	1:2.000/2000	IF2801EZZF6GE0101002B
Profilo geologico in asse al tracciato - Tavola 3/4	1:2.000/2000	IF2801EZZF6GE0101003B
Profilo geologico in asse al tracciato - Tavola 4/4	1:2.000/2000	IF2801EZZF6GE0101004B

APPALTATORE: Consorzio  Soci  	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria  Mandanti  	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 8 di 119

TITOLO ELABORATO	SCALA	CODIFICA
Profilo geologico - Tratta all'aperto Isca Girasole, da pk 0+000 a 2+705	1:2.000/500	IF2801EZZF6GE0201001B
Profilo geologico - Tratta all'aperto valle Ufita, da pk 4+695 a pk 5+090	1:2.000/500	IF2801EZZF6GE0201002B
Profilo geologico - Tratta all'aperto Castel del Fiego, da pk 9+550 a pk 10+090	1:2.000/500	IF2801EZZF6GE0201003B
Profilo geologico - Tratta all'aperto Iscalonga, da pk 16+610 a pk 18+700	1:2.000/500	IF2801EZZF6GE0201004B
Sezioni geologiche trasversali - Tratta all'aperto Isca Girasole, da pk 0+000 a 2+705	1:2.000/2000	IF2801EZZW6GE0201001B
Sezioni geologiche trasversali - Tratta all'aperto valle Ufita, da pk 4+695 a pk 5+090	1:2.000/2000	IF2801EZZW6GE0201002B
Sezioni geologiche trasversali - Tratta all'aperto Castel del Fiego, da pk 9+550 a pk 10+090	1:2.000/2000	IF2801EZZW6GE0201003B
Sezioni geologiche trasversali - Tratta all'aperto Iscalonga, da pk 16+610 a pk 18+700	1:2.000/2000	IF2801EZZW6GE0201004B
Profilo geologico galleria Grottaminarda	1:2.000/500	IF2801EZZF6GE0301001B
Profilo geologico galleria Melito - Tavola 1/2	1:2.000/500	IF2801EZZF6GE0301002B
Profilo geologico galleria Melito - Tavola 2/2	1:2.000/500	IF2801EZZF6GE0301003B
Profilo geologico galleria Rocchetta - Tavola 1/5	1:2.000/500	IF2801EZZF6GE0301004B
Profilo geologico galleria Rocchetta - Tavola 2/5	1:2.000/500	IF2801EZZF6GE0301005B
Profilo geologico galleria Rocchetta - Tavola 3/5	1:2.000/500	IF2801EZZF6GE0301006B
Profilo geologico galleria Rocchetta - Tavola 4/5	1:2.000/500	IF2801EZZF6GE0301007B
Profilo geologico galleria Rocchetta - Tavola 5/5	1:2.000/500	IF2801EZZF6GE0301008B
Sezioni geologiche trasversali - Galleria Grottaminarda	1:2.000/2000	IF2801EZZW6GE0301001B
Sezioni geologiche trasversali - Galleria Melito	1:2.000/2000	IF2801EZZW6GE0301002B
Sezioni geologiche trasversali - Galleria Rocchetta	1:2.000/2000	IF2801EZZW6GE0301003B
Monografia imbocco - Grottaminarda Lato Bari	1:1.000/200	IF2801EZZL6GE0301001B
Monografia imbocco - Grottaminarda Lato Napoli	1:1.000/200	IF2801EZZL6GE0301002B
Monografia imbocco - Melito Lato Bari	1:1.000/200	IF2801EZZL6GE0301003B
Monografia imbocco - Melito Lato Napoli	1:1.000/200	IF2801EZZL6GE0301004B
Monografia imbocco - Rocchetta Lato Bari	1:1.000/200	IF2801EZZL6GE0301005B
Monografia imbocco - Rocchetta Lato Napoli	1:1.000/200	IF2801EZZL6GE0301006B

APPALTATORE: Consorzio  Soci  	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria  Mandanti  	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 9 di 119

TITOLO ELABORATO	SCALA	CODIFICA
Profilo geologico in asse all'uscita di emergenza pedonale F1 Galleria Grottaminarda	1:2.000/500	IF2801EZZF6GE0401001B
Profilo geologico in asse all'uscita di emergenza pedonale F2 Galleria Melito	1:2.000/500	IF2801EZZF6GE0401002B
Profilo geologico in asse all'uscita di emergenza carrabile F3 Galleria Melito	1:2.000/500	IF2801EZZF6GE0401003B
Profilo geologico in asse all'uscita di emergenza pedonale F4 Galleria Melito	1:2.000/500	IF2801EZZF6GE0401004B
Profilo geologico in asse all'uscita di emergenza pedonale F5 Galleria Rocchetta	1:2.000/500	IF2801EZZF6GE0401005B
Profilo geologico in asse all'uscita di emergenza carrabile F6 Galleria Rocchetta	1:2.000/500	IF2801EZZF6GE0401006B
Profilo geologico in asse all'uscita di emergenza pedonale F7 Galleria Rocchetta	1:2.000/500	IF2801EZZF6GE0401007B
Profilo geologico in asse al cunicolo pedonale parallelo da Finestra F3 lato Bari	1:2.000/500	IF2801EZZF6GE0401008B
Profilo geologico in asse al cunicolo pedonale parallelo da Finestra F5 lato Napoli	1:2.000/500	IF2801EZZF6GE0401009B
Profilo geologico in asse al cunicolo pedonale parallelo da Finestra F6 lato Bari	1:2.000/500	IF2801EZZF6GE0401010B
Profilo geologico in asse al cunicolo pedonale parallelo da Finestra F6 lato Napoli	1:2.000/500	IF2801EZZF6GE0401011B
Monografia imbocco - uscita di emergenza pedonale F1 Galleria Grottaminarda (pk 3+700)	1:1.000/200	IF2801EZZL7GE0401001B
Monografia imbocco - uscita di emergenza pedonale F2 Galleria Melito (pk 6+075)	1:1.000/200	IF2801EZZL7GE0401002B
Monografia imbocco - uscita di emergenza carrabile F3 Galleria Melito (pk 7+825)	1:1.000/200	IF2801EZZL7GE0401003B
Monografia imbocco - uscita di emergenza pedonale F4 Galleria Melito (pk 8+800)	1:1.000/200	IF2801EZZL7GE0401004B
Monografia imbocco - uscita di emergenza pedonale F5 Galleria Rocchetta (pk 11+075)	1:1.000/200	IF2801EZZL7GE0401005B
Monografia imbocco - uscita di emergenza carrabile F6 Galleria Rocchetta (pk 13+850)	1:1.000/200	IF2801EZZL7GE0401006B
Monografia imbocco - uscita di emergenza pedonale F7 Galleria Rocchetta (pk 15+700)	1:1.000/200	IF2801EZZL7GE0401007B
Relazione geomorfologica generale	-	IF2801EZZRGGE0103001B
Relazione di compatibilità geomorfologica	-	IF2801EZZRGGE0103002A
Carta geomorfologica - Tavola 1/13	1:2.000	IF2801EZZN6GE0103001B
Carta geomorfologica - Tavola 2/13	1:2.000	IF2801EZZN6GE0103002B
Carta geomorfologica - Tavola 3/13	1:2.000	IF2801EZZN6GE0103003B
Carta geomorfologica - Tavola 4/13	1:2.000	IF2801EZZN6GE0103004B
Carta geomorfologica - Tavola 5/13	1:2.000	IF2801EZZN6GE0103005B
Carta geomorfologica - Tavola 6/13	1:2.000	IF2801EZZN6GE0103006B

APPALTATORE: Consorzio  Soci  	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria  Mandanti  	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E Z Z R G	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 10 di 119

TITOLO ELABORATO	SCALA	CODIFICA
Carta geomorfologica - Tavola 7/13	1:2.000	IF2801EZZN6GE0103007B
Carta geomorfologica - Tavola 8/13	1:2.000	IF2801EZZN6GE0103008B
Carta geomorfologica - Tavola 9/13	1:2.000	IF2801EZZN6GE0103009B
Carta geomorfologica - Tavola 10/13	1:2.000	IF2801EZZN6GE0103010B
Carta geomorfologica - Tavola 11/13	1:2.000	IF2801EZZN6GE0103011B
Carta geomorfologica - Tavola 12/13	1:2.000	IF2801EZZN6GE0103012B
Carta geomorfologica - Tavola 13/13	1:2.000	IF2801EZZN6GE0103013B
Relazione idrogeologica	-	IF2801EZZRGGE0102001B
Carta idrogeologica - Tavola 1/13	1:2.000	IF2801EZZN6GE0102001B
Carta idrogeologica - Tavola 2/13	1:2.000	IF2801EZZN6GE0102002B
Carta idrogeologica - Tavola 3/13	1:2.000	IF2801EZZN6GE0102003B
Carta idrogeologica - Tavola 4/13	1:2.000	IF2801EZZN6GE0102004B
Carta idrogeologica - Tavola 5/13	1:2.000	IF2801EZZN6GE0102005B
Carta idrogeologica - Tavola 6/13	1:2.000	IF2801EZZN6GE0102006B
Carta idrogeologica - Tavola 7/13	1:2.000	IF2801EZZN6GE0102007B
Carta idrogeologica - Tavola 8/13	1:2.000	IF2801EZZN6GE0102008B
Carta idrogeologica - Tavola 9/13	1:2.000	IF2801EZZN6GE0102009B
Carta idrogeologica - Tavola 10/13	1:2.000	IF2801EZZN6GE0102010B
Carta idrogeologica - Tavola 11/13	1:2.000	IF2801EZZN6GE0102011B
Carta idrogeologica - Tavola 12/13	1:2.000	IF2801EZZN6GE0102012B
Carta idrogeologica - Tavola 13/13	1:2.000	IF2801EZZN6GE0102013B
Carta censimento delle risorse idriche - Tavola 1/13	1:2.000	IF2801EZZN6GE0102014B
Carta censimento delle risorse idriche - Tavola 2/13	1:2.000	IF2801EZZN6GE0102015B
Carta censimento delle risorse idriche - Tavola 3/13	1:2.000	IF2801EZZN6GE0102016B
Carta censimento delle risorse idriche - Tavola 4/13	1:2.000	IF2801EZZN6GE0102017B
Carta censimento delle risorse idriche - Tavola 5/13	1:2.000	IF2801EZZN6GE0102018B
Carta censimento delle risorse idriche - Tavola 6/13	1:2.000	IF2801EZZN6GE0102019B
Carta censimento delle risorse idriche - Tavola 7/13	1:2.000	IF2801EZZN6GE0102020B
Carta censimento delle risorse idriche - Tavola 8/13	1:2.000	IF2801EZZN6GE0102021B
Carta censimento delle risorse idriche - Tavola 9/13	1:2.000	IF2801EZZN6GE0102022B
Carta censimento delle risorse idriche - Tavola 10/13	1:2.000	IF2801EZZN6GE0102023B

APPALTATORE: Consorzio  Soci  	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria  Mandanti  	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 11 di 119

TITOLO ELABORATO	SCALA	CODIFICA
Carta censimento delle risorse idriche - Tavola 11/13	1:2.000	IF2801EZZN6GE0102024B
Carta censimento delle risorse idriche - Tavola 12/13	1:2.000	IF2801EZZN6GE0102025B
Carta censimento delle risorse idriche - Tavola 13/13	1:2.000	IF2801EZZN6GE0102026B
Schede risorse idriche	-	IF2801EZZSHGE0102001B
Profilo idrogeologico in asse al tracciato - Tavola 1/4	1:2.000/2000	IF2801EZZF6GE0102001B
Profilo idrogeologico in asse al tracciato - Tavola 2/4	1:2.000/2000	IF2801EZZF6GE0102002B
Profilo idrogeologico in asse al tracciato - Tavola 3/4	1:2.000/2000	IF2801EZZF6GE0102003B
Profilo idrogeologico in asse al tracciato - Tavola 4/4	1:2.000/2000	IF2801EZZF6GE0102004B
Profilo idrogeologico - Tratta all'aperto Isca Girasole, da pk 0+000 a 2+705	1:2.000/500	IF2801EZZF6GE0202001B
Profilo idrogeologico - Tratta all'aperto valle Ufita, da pk 4+695 a pk 5+090	1:2.000/500	IF2801EZZF6GE0202002B
Profilo idrogeologico - Tratta all'aperto Castel del Fiego, da pk 9+550 a pk 10+090	1:2.000/500	IF2801EZZF6GE0202003B
Profilo idrogeologico - Tratta all'aperto Iscalonga, da pk 16+610 a pk 18+700	1:2.000/500	IF2801EZZF6GE0202004B
Profilo idrogeologico galleria Grottaminarda	1:2.000/500	IF2801EZZF6GE0302001B
Profilo idrogeologico galleria Melito - Tavola 1/2	1:2.000/500	IF2801EZZF6GE0302002B
Profilo idrogeologico galleria Melito - Tavola 2/2	1:2.000/500	IF2801EZZF6GE0302003B
Profilo idrogeologico galleria Rocchetta - Tavola 1/3	1:2.000/500	IF2801EZZF6GE0302004B
Profilo idrogeologico galleria Rocchetta - Tavola 2/3	1:2.000/500	IF2801EZZF6GE0302005B
Profilo idrogeologico galleria Rocchetta - Tavola 3/3	1:2.000/500	IF2801EZZF6GE0302006B
Profilo idrogeologico galleria Rocchetta - Tavola 4/5	1:2.000/500	IF2801EZZF6GE0302007B
Profilo idrogeologico galleria Rocchetta - Tavola 5/5	1:2.000/500	IF2801EZZF6GE0302008B
Profilo idrogeologico in asse all'uscita di emergenza pedonale F1 Galleria Grottaminarda	1:2.000/500	IF2801EZZF6GE0402001B
Profilo idrogeologico in asse all'uscita di emergenza pedonale F2 Galleria Melito	1:2.000/500	IF2801EZZF6GE0402002B
Profilo idrogeologico in asse all'uscita di emergenza carrabile F3 Galleria Melito	1:2.000/500	IF2801EZZF6GE0402003B
Profilo idrogeologico in asse all'uscita di emergenza pedonale F4 Galleria Melito	1:2.000/500	IF2801EZZF6GE0402004B
Profilo idrogeologico in asse all'uscita di emergenza pedonale F5 Galleria Rocchetta	1:2.000/500	IF2801EZZF6GE0402005B
Profilo idrogeologico in asse all'uscita di emergenza carrabile F6 Galleria Rocchetta	1:2.000/500	IF2801EZZF6GE0402006B
Profilo idrogeologico in asse all'uscita di emergenza pedonale F7 Galleria Rocchetta	1:2.000/500	IF2801EZZF6GE0402007B

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u>   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u>   	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ RG</td> <td>GE0102 001</td> <td>B</td> <td>12 di 119</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ RG	GE0102 001	B	12 di 119
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ RG	GE0102 001	B	12 di 119													
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA																		

TITOLO ELABORATO	SCALA	CODIFICA
Profilo idrogeologico in asse al cunicolo pedonale parallelo da Finestra F3 lato Bari	1:2.000/500	IF2801EZZF6GE0402008B
Profilo idrogeologico in asse al cunicolo pedonale parallelo da Finestra F5 lato Napoli	1:2.000/500	IF2801EZZF6GE0402009B
Profilo idrogeologico in asse al cunicolo pedonale parallelo da Finestra F6 lato Bari	1:2.000/500	IF2801EZZF6GE0402010B
Profilo idrogeologico in asse al cunicolo pedonale parallelo da Finestra F6 lato Napoli	1:2.000/500	IF2801EZZF6GE0402011B

APPALTATORE: Consorzio  Soci  	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria  Mandanti  	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 13 di 119

1.3 DESCRIZIONE DEL TRACCIATO

Il tracciato in progetto si sviluppa tra la stazione Hirpinia (in comune di Ariano Irpino), alla pk 0+000, e la stazione di Apice, alla pk 18+713,21. Il senso di percorrenza, e quindi di avanzamento delle progressive, è dalla Stazione Hirpinia verso Apice, cioè in direzione Napoli. Come indicato al paragrafo precedente, il tracciato è per la maggior parte in sotterraneo; infatti la somma delle lunghezze delle gallerie in progetto (gallerie Grottaminarda, Melito e Rocchetta) porta ad un totale di 12.970 metri di tracciato in sotterraneo.

In Tabella 2 si riportano le caratteristiche principali delle tratte in progetto con la definizione delle progressive di riferimento e, per le tratte in galleria, delle lunghezze parziali delle tratte realizzate in artificiale ed in naturale.

Tratta di linea	da pk (m)	a pk (m)	L (m)
Tratta all'aperto Isca Girasole	0+275	2+705,35	2.430,35
Galleria Grottaminarda			
Imbocco galleria artificiale lato Bari	2+705,35	2+715,60,	10,25
Galleria naturale	2+715,60	4+681,85	1.966,25
Imbocco galleria artificiale lato Napoli	4+681,85	4+697,20	15,35
Totale galleria Grottaminarda			1.991,85
Tratta all'aperto valle Ufita	4+697,20	5+086,30	389,10
Galleria Melito			
Imbocco galleria artificiale lato Bari	5+086,30	5+098,30	12
Galleria naturale	5+098,30	9+528,00	4.429,70
Imbocco galleria artificiale lato Napoli	9+528,00	9+556,50	28,5
Totale galleria Melito			4.470,2
Tratta all'aperto Castel del Fiego	9+556,50	10+105,00	548,5
Galleria Rocchetta			
Imbocco galleria artificiale lato Bari	10+105,00	10+124,40	19,4
Galleria naturale	10+124,40	16+573,60	6.449,20
Imbocco galleria artificiale lato Napoli	16+573,60	16+612,60	39
Totale galleria Rocchetta			6.507,6
Tratta all'aperto Iscalonga	16+612,60	18+713,21	2.100,61

Tabella 2 – Suddivisione del tracciato in progetto

APPALTATORE: Consorzio  Soci  	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria  Mandanti  	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 14 di 119

1.4 ATTIVITÀ SVOLTE

In sintesi, sono state realizzate le seguenti attività:

1. Rilevamento geologico – geomorfologico in un intorno significativo dell'intero tracciato di linea e delle finestre F1-F7.
2. Analisi e revisione critica dei dati derivanti dalle campagne geognostiche relative alle fasi progettuali precedenti;
3. Analisi ed integrazione dei risultati delle indagini geognostiche e geofisiche realizzate per la progettazione esecutiva con il modello geologico.
4. Analisi e revisione critica dei dati di monitoraggio inclinometrico e piezometrico relativi alle fasi progettuali precedenti;
5. Analisi ed integrazioni dei risultati dei dati di monitoraggio inclinometrico e piezometrico in essere per la progettazione esecutiva;
6. Interpretazione di modelli di terreno ottenute da dati LIDAR ad alta risoluzione.
7. Analisi di foto aeree specificamente acquisite e relative al settore che copre l'intero tracciato.

Rilevamenti geologici. I nuovi rilievi geologici realizzati in fase di PE costituiscono un approfondimento di quanto precedentemente eseguito per il Progetto Definitivo; questo approfondimento è stato necessario sia per adeguare le interpretazioni ai nuovi dati scientifici e cartografici disponibili, sia per caratterizzare in dettaglio l'assetto geologico-strutturale delle aree interessate dalle singole WBS che compongono il progetto. Ci si è inoltre posti l'obiettivo di approfondire le conoscenze geologiche su alcune aree ritenute di importanza strategica, ai fini di un affinamento delle conoscenze sull'assetto litostratigrafico e strutturale del settore interessato dal tracciato, nell'ottica di fornire:

- un modello geologico quanto più affidabile possibile su cui basare la caratterizzazione geotecnica;
- una caratterizzazione di dettaglio dei fenomeni di versante attivi o attivi in passato e adesso stabilizzati o quiescenti, in relazione alla loro interazione con il tracciato ferroviario.

In sintesi, sono stati eseguiti rilevamenti sistematici in scala 1 : 2.000 per la revisione e l'approfondimento generale dell'assetto geologico sull'intero tracciato di linea e delle finestre. Nelle aree critiche, quali gli imbocchi delle gallerie di linea e delle finestre, o i settori in cui sussistono delle criticità geologiche, sono stati realizzati dei rilevamenti sistematici in scala 1 : 1.000.

Analisi dei dati derivanti dalle indagini geognostiche. Non è stato possibile visionare direttamente le carote di sondaggio relative alle campagne geognostiche precedenti al Progetto Esecutivo (precedenti al 2017). Tuttavia, è stata realizzata una revisione completa di tutte le schede di sondaggio disponibili. Inoltre, è stata realizzata un'analisi in situ delle cassette catalogatrici inerenti alla nuova campagna di sondaggi geognostici (2019-2020). Per molti dei nuovi sondaggi è stata quindi redatta una caratterizzazione litostratigrafica di dettaglio finalizzata sia alla distinzione di litofacies all'interno delle diverse formazioni, sia alla distinzione di porzioni con diverse caratteristiche geotecniche.

APPALTATORE: Consorzio Soci   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																	
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti   	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ RG</td> <td>GE0102 001</td> <td>B</td> <td>15 di 119</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ RG	GE0102 001	B	15 di 119
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ RG	GE0102 001	B	15 di 119													

Indagini geofisiche. Sono stati analizzati criticamente i risultati delle campagne di indagini geofisiche realizzate sulle tratte all'aperto e sulle tratte in sottoterraneo. I profili sismici e le tomografie elettriche sono stati confrontati con il modello geologico di dettaglio relativo al settore in cui tali indagini sono state effettuate: in alcuni casi tale confronto ha consentito di dettagliare in maniera più specifica i profili e le sezioni geologiche di riferimento. Questo è risultato utile specialmente nei contesti in cui il contrasto delle proprietà meccaniche e fisiche dei terreni interessati consente di individuare dei contrasti di proprietà sufficientemente elevati da effettuare delle correlazioni affidabili.

Analisi dei dati di monitoraggio inclinometrico. I dati derivanti dalle varie fasi di monitoraggio inclinometrico condotte per il Progetto Definitivo sono stati analizzati in dettaglio. È stata valutata l'entità e l'affidabilità di presunti movimenti che sono emersi in corrispondenza di alcuni inclinometri, valutando caso per caso la possibilità di errori strumentali. Inoltre, è stata condotta un'analisi delle misure realizzate sugli inclinometri realizzati in fase di Progetto Esecutivo e per cui sono disponibili i primi dati fino a giugno 2020.

Interpretazione di modelli di terreno ottenute da dati LIDAR ad alta definizione. È stata effettuata una ricostruzione del modello digitale di terreno in ambiente GIS basata su dati LIDAR che sono stati acquisiti presso il servizio Geoportale Nazionale del Ministero dell'Ambiente. I dati elaborati sono costituiti da 50 tavole con risoluzione in pianta di 1 m e risoluzione verticale di 30 cm. L'elevatissima risoluzione verticale ha reso necessaria l'applicazione di filtri alle immagini per la depurazione di artefatti (es. solchi di aratri, canalizzazioni), che avrebbero impedito una chiara evidenziazione degli elementi geomorfologici di interesse. Tali elaborati sono risultati essere molto utili per l'analisi dei fotolineamenti e per la caratterizzazione (estensione areale) dei fenomeni franosi passati e attivi.

Foto aeree. Per l'area in cui ricade il tracciato ferroviario del I Lotto Apice-Hirpinia sono stati acquisiti 22 fotogrammi (risoluzione 2500 dpi) relativi al volo 2003. L'analisi di tali fotogrammi in stereoscopia ha consentito l'individuazione e il confronto con quanto emerso dall'interpretazione dei fotolineamenti e degli altri elementi geomorfologici osservati nel settore.

Analisi delle prove idrauliche. È stata effettuata una revisione critica dei risultati delle prove idrauliche realizzate nei fori di sondaggio.

APPALTATORE: Consorzio Soci   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																	
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti   	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ RG</td> <td>GE0102 001</td> <td>B</td> <td>16 di 119</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ RG	GE0102 001	B	16 di 119
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ RG	GE0102 001	B	16 di 119													
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA																		

1.5 PRINCIPALI ELEMENTI DI NOVITÀ RISPETTO AL PROGETTO DEFINITIVO

Il presente studio si basa sugli studi, rilievi e indagini realizzati in fase di Progettazione Definitiva (2017), denominato di seguito PD ed è stato integrato con rilievi di terreno, analisi fotointerpretativa ed analisi dei risultati della campagna geognostica integrativa di Progetto Esecutivo (PE).

Si elencano di seguito i principali elementi di novità a livello idrogeologico del PE rispetto al PD. Per tutte le implicazioni che tali variazioni assumono rispetto all'opera in progetto si rimanda ai paragrafi specifici contenuti nel capitolo in cui è descritto il modello idrogeologico in asse al tracciato.

A livello idrogeologico le novità più rilevanti riguardano la galleria Rocchetta. In particolare, il limite tra il Membro di Apollosa (BNA3), che rappresenta un acquifero di media permeabilità, e la litofacies pelitica della Formazione della Baronia (BNA2), che rappresenta un acquiclude, intercetta la galleria a pk sensibilmente differenti rispetto a quanto rappresentato nel PD. Nel PD il limite tra l'acquifero e l'aquiclude era posizionato alla pk 16+050, mentre attualmente il limite è posizionato alla pk 15+100. Questo implica che, rispetto al PD, la galleria ha un tratto di attraversamento nell'acquifero di 950 m superiore. Nelle indagini svolte nell'ambito del PE, è emersa la presenza di acquiferi in pressione alla quota della galleria Rocchetta in prossimità dell'imbocco lato Napoli.

L'introduzione di numerose faglie non presenti negli elaborati di PD non pare determinare ripercussioni particolari, ad esempio in termini di aumenti significativi delle portate previste, anche perché spesso tali faglie attraversano formazioni ad elevato contenuto pelitico, nelle quali quindi difficilmente si sviluppa una porosità secondaria per fratturazione di entità significativa. Una situazione nuova che si è prefigurata nell'ambito del PE riguarda il settore compreso tra la pk 6+150 e la pk 7+025 della Galleria Melito nel quale è presente una zona a duplex costituita da scaglie tettoniche geometricamente sovrapposte con cinematismo inverso. Questa condizione potrebbe determinare la presenza di compartimentazioni idrauliche, ovvero di zone con pressioni idrauliche variabili da punto a punto.

APPALTATORE: Consorzio Soci   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																	
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti   	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">E ZZ RG</td> <td style="text-align: center;">GE0102 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">17 di 119</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ RG	GE0102 001	B	17 di 119
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ RG	GE0102 001	B	17 di 119													
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA																		

2 DATI DI BASE

Per la realizzazione del presente lavoro sono stati consultati gli elaborati prodotti in fase di Progetto Definitivo (2017) e i dati disponibili in bibliografia. Per quanto riguarda le indagini in situ utilizzate nell'ambito del presente studio fare riferimento al paragrafo § 2.2.

2.1 DATI CARTOGRAFICI DISPONIBILI

La base documentale del presente studio è costituita dai seguenti elaborati cartografici a tematismo geologico strutturale e geomorfologico:

- Elaborati Geologici del Progetto Definitivo del 2017
- Foglio n°433 "Ariano Irpino" della Carta Geologica d'Italia (CARG) a scala 1:50.000
- Foglio n°432 "Benevento" della Carta Geologica d'Italia (CARG) a scala 1:50.000
- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.S.A.I) della Regione Campania.
- Piano di Gestione del Rischio da Alluvione (P.G.R.A.) dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale

Per quanto riguarda la sismicità, sono stati consultati i seguenti portali:

- Database delle Sorgenti Sismogenetiche (DISS)
- ITHACA – Catalogo delle faglie attive
- Database macrosismico italiano DBMI15
- Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI15

Le varie fonti consultate, così come le pubblicazioni scientifiche a cui si fa riferimento nel testo sono riportate in bibliografia.

2.2 INDAGINI IN SITO

Nel presente paragrafo sono descritte tutte le indagini geognostiche realizzate in sito disponibili nell'area di studio: consistite nella realizzazione di sondaggi, prove penetrometriche dinamiche, prove in foro, prove geofisiche e l'installazione di strumentazione di monitoraggio geotecnico.

Tutte le indagini descritte, per la cui ubicazione si rimanda ai documenti "da IF2801EZZN6GE0101001A a IF2801EZZN6GE0101013A" allegata al presente studio, sono state eseguite nelle seguenti campagne indagine:

- campagna Co.Fer.I. 1984/86;
- campagna Italferr 2005;
- campagna Italferr 2006;
- campagna Italferr 2008;
- campagna Italferr 2015;
- campagna Italferr 2017;
- campagna Consorzio Hirpinia AV 2019 - 2020

APPALTATORE: Consorzio  Soci  	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria  Mandanti  	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 18 di 119

Per ciascuna campagna d'indagine è stata inserita una tabella in cui si riporta il quadro riassuntivo dei sondaggi disponibili con l'indicazione, per ogni sondaggio, di:

- codice identificativo del sondaggio;
- data di esecuzione;
- quota del boccaforo in metri s.l.m.;
- profondità del sondaggio;
- coordinate del punto nel sistema Gauss-Boaga (desunte dall'ubicazione disponibile nel Progetto Preliminare nel caso delle campagne d'indagine meno recenti o convertite dalle coordinate UTM-WGS84 fornite (campagna 2017)) o coordinate rettilinee di progetto;
- eventuale strumentazione di monitoraggio installata.

2.2.1 Campagna indagini consorzio Co.Fer.I 1984/86

La campagna indagini realizzata tra il 1984 ed il 1986 per conto del Consorzio Co.Fer.I., nell'area in oggetto ha visto l'esecuzione di n.20 sondaggi stratigrafici a carotaggio continuo, che raggiungono profondità comprese tra 30 e 90 metri dal piano di campagna (Tabella 3).

ID Sondaggio	Periodo di esecuzione	Quota boccaforo [m s.l.m.]	Prof. sondaggio [m]	Coordinate Gauss-Boaga*		Strumentazione di monitoraggio
				E	N	
A	13-16/09/1984	302,75	40,00	2522719,747	4549341,254	Piezometro tubo aperto 40 m (fessurato tra 6 e 40 m da p.c.)
3A	18-24/01/1985	345,52	75,00	2516087,201	4554957,191	-
4A	24-26/10/1984	198,62	40,00	2516572,428	4554977,143	Tubo PVC 3" 40 m
15	01-02/08/1984	267,48	30,00	2522251,332	4549624,631	Piezometro tubo aperto 30 m (fessurato tra 6 e 30 m da p.c.)
16	26-28/07/1984	285,88	30,00	2522828,912	4549583,260	Piezometro tubo aperto 30 m (fessurato tra 5 e 30 m da p.c.)
17	24-25/08/1984	322,19	40,00	2523839,678	4549309,907	Piezometro tubo aperto 40 m (fessurato tra 5 e 40 m da p.c.)
18	28-29/08/1984	312,36	30,00	2524212,054	4548941,951	Piezometro tubo aperto 30 m (fessurato tra 6 e 30 m da p.c.)
19	03-13/09/1984	359,55	80,00	2524514,261	4548652,003	Tubo PVC 3" 80 m
20	20-24/04/1985	359,12	61,00	2525160,924	4548075,556	Tubo PVC 3" 61 m
21	23-25/04/1985	355,75	45,00	2525843,901	4547597,495	Tubo PVC 3" 45 m
22	24-25/04/1985	327,75	30,00	2527185,669	4547941,905	Piezometro tubo aperto 16 m (fessurato tra 1 e 10 m da p.c.)
56	07-29/11/1984	307,73	50,00	2523184,458	4549595,053	Inclinometro 37,7 m

APPALTATORE: Consorzio  Soci  		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria  Mandanti  							
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 19 di 119

ID Sondaggio	Periodo di esecuzione	Quota boccaforo [m s.l.m.]	Prof. sondaggio [m]	Coordinate Gauss-Boaga*		Strumentazione di monitoraggio
				E	N	
58	23-29/03/1985	308,25	90,00	2521144,088	4552855,943	Tubo PVC 3" 90 m
59	11-19/04/1985	287,82	55,00	2521545,782	4551960,455	Tubo PVC 3" 36 m
61	26-28/03/1985	262,23	30,00	2521849,057	4551009,162	Piezometro tubo aperto 24,5 m (fessurato tra 0,5 e 21,5 m da p.c.)
62	28/03-04/04/1985	322,60	55,00	2522927,447	4549954,808	Tubo PVC 3" 55 m
64	01-04/04/1985	248,13	30,00	2520920,438	4553339,920	Inclinometro 30,0 m
71	30/09-01/10/1986	197,05	35,00	2520223,535	4553443,424	Tubo PVC 3" 35 m
73	01-02/10/1986	199,66	35,00	2520594,491	4552417,268	Tubo PVC 3" 35 m
74	07-09/10/1986	206,21	45,00	2520966,438	4551782,938	Inclinometro 45,0 m

* coordinate desunte dall'ubicazione disponibile nel Progetto Preliminare

Tabella 3. Elenco dei sondaggi eseguiti durante la campagna Co.Fer.I. 1984/86

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono state inoltre effettuate le seguenti attività:

- rilievo della stratigrafia;
- esecuzione di misure speditive di consistenza mediante pocket penetrometer;
- esecuzione di prove geotecniche in foro di tipo SPT;
- prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati;
- rilievo del livello di falda in corso di perforazione.

Con particolare riferimento alla strumentazione di monitoraggio, nella campagna Co.Fer.I. 1984/86 sono stati installati n.7 piezometri a tubo aperto, n.3 inclinometri e n.9 tubi in PVC da 3" per l'esecuzione di indagini sismiche. Ad oggi, non risultano disponibili letture piezometriche ed inclinometriche realizzate successivamente all'installazione della strumentazione.

2.2.2 Campagna indagini Italferr 2005

La campagna indagini Italferr realizzata nel 2005 ha visto la realizzazione nell'area in oggetto di n.2 sondaggi stratigrafici a carotaggio continuo, spinti sino alle profondità di 20 ed 85 metri dal piano di campagna.

ID Sondaggio	Periodo di esecuzione	Quota boccaforo [m s.l.m.]	Prof. sondaggio [m]	Coordinate Gauss-Boaga*		Strumentazione di monitoraggio
				E	N	
XIF02GA01	n.d.	163,40	20,00	2514043,628	4554222,593	Piezometro tubo aperto 20 m
AIF02GA02	n.d.	233,70	85,00	2516654,103	4554901,093	Piezometro Casagrande 85 m

* coordinate desunte dall'ubicazione disponibile nel Progetto Preliminare

Tabella 4. Elenco dei sondaggi eseguiti nella campagna Italferr 2005

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono state inoltre effettuate le seguenti attività:

- rilievo della stratigrafia;

APPALTATORE: Consorzio  Soci  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria  Mandanti  						
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 20 di 119

- esecuzione di misure speditive di consistenza mediante pocket penetrometer;
- esecuzione di prove geotecniche in foro di tipo SPT;
- prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati.

Con particolare riferimento alla strumentazione di monitoraggio, nella campagna Italferr 2005 sono stati installati n.1 piezometro a tubo aperto e n.1 piezometro Casagrande. Ad oggi, non risultano disponibili letture piezometriche realizzate successivamente all'installazione della strumentazione.

2.2.3 Campagna indagini Italferr 2006

La campagna indagini Italferr realizzata nel 2006 ha visto l'esecuzione nell'area in oggetto di n.2 sondaggi stratigrafici a carotaggio continuo, entrambi spinti alla profondità di 30 metri dal piano di campagna.

ID Sondaggio	Periodo di esecuzione	Quota boccaforo [m s.l.m.]	Prof. sondaggio [m]	Coordinate Gauss-Boaga		Strumentazione di monitoraggio
				E	N	
M1	06-10/11/2006	309,80	30,00	2523282,700	4549527,500	Inclinometro 30,0 m
M2	13-17/11/2006	311,20	30,00	2523577,080	4549189,440	Inclinometro 30,0 m

Tabella 5. Elenco dei sondaggi eseguiti nella campagna Italferr 2006

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono state effettuate le seguenti attività:

- rilievo della stratigrafia;
- esecuzione di misure speditive di consistenza mediante pocket penetrometer;
- esecuzione di prove geotecniche in foro di tipo SPT;
- esecuzione di prove di permeabilità in foro di tipo Lefranc;
- esecuzione di prove pressiometriche;
- prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati;
- rilievo del livello di falda in corso di perforazione.

Con particolare riferimento alla strumentazione di monitoraggio, nella campagna Italferr 2006 sono stati installati n.2 inclinometri; per entrambi è disponibile il monitoraggio inclinometrico per il periodo compreso tra giugno 2007 e marzo 2008. Per l'inclinometro M1 è disponibile una campagna di misure, realizzata tra aprile 2017 e ottobre 2017. A partire da giugno 2019 è in corso una nuova campagna d'indagine per quanto riguarda l'inclinometro M1 (dati disponibili sino ad ottobre 2019).

2.2.4 Campagna indagini Italferr 2008

La campagna indagini Italferr realizzata nel 2008 nell'area in oggetto è consistita nella realizzazione di n.2 sondaggi stratigrafici a carotaggio continuo, spinti sino alle profondità di 230 e 300 metri dal piano di campagna.

ID Sondaggio	Periodo di esecuzione	Quota boccaforo [m s.l.m.]	Prof. sondaggio [m]	Coordinate Gauss-Boaga*		Strumentazione di monitoraggio
				E	N	
PNIF61G3	20/10-05/11/2008	410,00	230,00	2515892,044	4553620,264	Piezometro tubo aperto 230 m (fessurato tra 190 e 225 m da p.c.)

APPALTATORE: Consorzio  Soci  		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria  Mandanti  		RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 21 di 119

ID Sondaggio	Periodo di esecuzione	Quota boccaforo [m s.l.m.]	Prof. sondaggio [m]	Coordinate Gauss-Boaga*		Strumentazione di monitoraggio
				E	N	
PNIF61G36	01/10-05/12/2008	510,00	300,00	2517352,609	4553137,858	Piezometro tubo aperto 300 m (fessurato tra 260 e 295 m da p.c.)

* coordinate desunte dall'ubicazione disponibile nel Progetto Preliminare

Tabella 6. Elenco dei sondaggi eseguiti nella campagna Italferr 2008

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono state effettuate le seguenti attività:

- rilievo della stratigrafia con esecuzione di fotografie a colori del materiale depositato in cassetta;
- esecuzione di misure speditive di consistenza mediante pocket penetrometer;
- esecuzione di n.4 prove di permeabilità in foro di tipo Lugeon;
- esecuzione di n. 4 prove pressiometriche;
- esecuzione di n. 4 prove dilatometriche;
- prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati;
- rilievo del livello di falda in corso di perforazione;
- esecuzione del rilievo geomeccanico sulle carote di sondaggio.

Con particolare riferimento alla strumentazione di monitoraggio, nella campagna Italferr 2008 sono stati installati n.2 piezometri a tubo aperto, per i quali sono disponibili le letture piezometriche effettuate nel periodo compreso tra dicembre 2008 ed aprile 2009; inoltre era stata intrapresa una nuova campagna di misure per il solo piezometro PNIF61G3 (il PNIF61G36 non è stato più trovato), che però ha visto la lettura di due dati esclusivamente nel mese di aprile 2017 in quanto successivamente il dato non è stato più determinato a causa dell'inaccessibilità dell'area.

2.2.5 Campagna indagini Italferr 2015

La campagna indagini Italferr realizzata nel 2015 ha visto l'esecuzione nell'area in oggetto di n.17 sondaggi stratigrafici a carotaggio continuo, spinti alla profondità massima di 150 metri dal piano di campagna ed un sondaggio a distruzione di nucleo spinto sino a 30 metri da piano campagna (S20bis).

ID Sondaggio	Periodo di esecuzione	Quota boccaforo [m s.l.m.]	Prof. sondaggio [m]	Coordinate Gauss-Boaga*		Strumentazione di monitoraggio
				E	N	
S02	15/07-17/08/2015	324,30	30,00	2526489,446	4548370,871	Piezometro Norton 3" 30 m (fessurato tra 3 e 30 m da p.c.)
S04	20-23/07/2015	320,46	30,00	2525485,089	4548288,414	Piezometro Norton 3" 30 m (fessurato tra 3 e 30 m da p.c.)
S05	07-10/09/2015	376,14	50,00	2524810,767	4548387,483	Piezometro Norton 2" 45 m (fessurato tra 3 e 45 m da p.c.)
S06	30/07-03/08/2015	333,41	40,00	2524212,985	4548700,988	Piezometro Norton 2" 24 m (fessurato tra 3 e 24 m da p.c.)
S08	28-30/07/2015	336,13	30,00	2523912,021	4548879,071	Piezometro Norton 3" 15 m (fessurato tra 3 e 15 m da p.c.)

APPALTATORE: Consorzio  Soci  		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria  Mandanti  		RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 22 di 119

ID Sondaggio	Periodo di esecuzione	Quota boccaforo [m s.l.m.]	Prof. sondaggio [m]	Coordinate Gauss-Boaga*		Strumentazione di monitoraggio
				E	N	
S10	23-28/07/2015	294,42	30,00	2523501,775	4549317,717	Piezometro Norton 3" 30 m (fessurato tra 3 e 30 m da p.c.)
S11	14-22/09/2015	368,54	100,00	2523116,279	4550476,140	Piezometro Norton 2" 33 m (fessurato tra 3 e 33 m da p.c.)
						Piez. Casagrande 70.3 m da p.c.
S12	22/09-05/10/2015	361,31	100,00	2522943,385	4550782,399	Piezometro Norton 2" 76 m (fessurato tra 31 e 76 m da p.c.)
S14	03-05/08/2015	315,82	30,00	2522056,341	4551643,059	Piezometro Norton 3" 30 m (fessurato tra 3 e 30 m da p.c.)
S15	08/10-02/11/2015	395,29	148,00	2521649,523	4552583,968	Piezometro Norton 2" 147 m (fessurato tra 111 e 138 m da p.c.)
S16	05-07/08/2015	288,24	30,00	2521419,028	4552089,335	Piezometro Norton 3" 30 m (fessurato tra 3 e 30 m da p.c.)
S17	07-11/08/2015	250,29	30,00	2520748,935	4552720,453	Piezometro Norton 3" 30 m (fessurato tra 3 e 30 m da p.c.)
S19	21-25/08/2015	204,41	30,00	2520345,190	4552730,088	Tube in PVC 3" 30 m
S20	10-12/08/2015	249,32	30,00	2520124,777	4552668,101	Piezometro Norton 3" 30 m (fessurato tra 3 e 30 m da p.c.)
S20bis	n.d.	249,32	30,00	2520124,777	4552668,101	Inclinometro 30 m
S21	19-21/08/2015	306,72	30,00	2519732,941	4552450,732	Piezometro Norton 3" 30 m (fessurato tra 3 e 30 m da p.c.)
S23	31/08-02/09/2015	270,37	30,00	2516717,343	4554688,256	Piezometro Norton 2" 30 m (fessurato tra 3 e 30 m da p.c.)
S25	25-28/08/2015	254,89	30,00	2514736,265	4554541,633	Piezometro Norton 3" 30 m (fessurato tra 3 e 30 m da p.c.)
S26	25-31/08/2015	177,90	50,00	2513966,482	4553996,432	Piezometro Norton 2" 50 m (fessurato tra 3 e 50 m da p.c.)
S27	01-04/09/2015	158,64	30,00	2513137,011	4554393,710	Piezometro Norton 3" 30 m (fessurato tra 3 e 30 m da p.c.)

* convertite nel sistema Gauss-Boaga dal dato originale in WGS84

Tabella 7. Elenco dei sondaggi eseguiti nella campagna Italferr 2015

APPALTATORE: Consorzio  Soci  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria  Mandanti  						
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 23 di 119

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono state effettuate le seguenti attività:

- rilievo della stratigrafia con esecuzione di fotografie a colori del materiale depositato in cassetta;
- esecuzione di misure speditive di consistenza mediante pocket penetrometer;
- esecuzione di prove geotecniche in foro di tipo SPT;
- esecuzione di n. 19 prove di permeabilità in foro di tipo Lefranc e Lugeon;
- esecuzione di n. 5 prove pressiometriche;
- esecuzione di n. 6 prove dilatometriche;
- prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati;
- rilievo del livello di falda in corso di perforazione.

Con particolare riferimento alla strumentazione di monitoraggio, nella campagna Italferr 2015 sono stati installati n.16 piezometri a tubo aperto, n.1 piezometro Casagrande, n.1 tubo inclinometrico e n.1 tubo in PCV per l'esecuzione di prova sismica in foro tipo Down Hole.

Allo scopo di caratterizzare dal punto di vista sismico i terreni è stata eseguita una prova in foro tipo down-hole nel foro di sondaggio S19.

Per quanto riguarda il monitoraggio piezometrico, sono disponibili le letture di falda effettuate nelle settimane successive all'installazione dei piezometri stessi; è inoltre in corso una campagna di letture iniziata nel mese di dicembre 2016 (dati aggiornati ad ottobre 2019).

Per l'inclinometro S20bis sono disponibili le letture eseguite a partire dal mese di dicembre 2016. Le letture sono poi proseguite a partire dal giugno 2019 (dati aggiornati ad ottobre 2019).

2.2.6 Campagna indagini Italferr 2017

Durante la campagna indagini Italferr realizzata nel 2017, nell'area in oggetto sono stati eseguiti:

- sondaggi stratigrafici a carotaggio continuo, con installazione di strumentazione in foro;
- prove sismiche;
- prove penetrometriche dinamiche DPSH;
- prelievo di campioni di terreno in pozzetti per l'esecuzione di analisi granulometriche.

Per definire le caratteristiche geologiche e stratigrafiche sono stati eseguiti n.60 sondaggi a carotaggio continuo, spinti sino alla profondità massima di 350 metri dal piano di campagna.

ID Sondaggio	Periodo di esecuzione	Quota boccaforo [m s.l.m.]	Prof. sondaggio [m]	Coordinate Gauss-Boaga*		Strumentazione di monitoraggio
				E	N	
AU1	28-30/03/2017	318,84	50,00	2525542,605	4548327,761	-
AU2	23-28/03/2017	319,21	50,00	2525735,349	4548316,950	Piezometro Norton 3" 50 m (fessurato tra 0,7 e 50 m da p.c.)
AU3	23-28/03/2017	320,19	50,00	2525823,680	4548349,240	Piez. Casagrande 49,5 m da p.c
AU4	29-30/03/2017	321,67	50,00	2525962,393	4548352,149	-
AU5	03-05/04/2017	321,10	50,00	2526164,746	4548344,838	-
AU6	22-28/02/2017	304,95	50,00	2523501,579	4549233,063	-

APPALTATORE: Consorzio  Soci  		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria  Mandanti  							
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 24 di 119

ID Sondaggio	Periodo di esecuzione	Quota boccaforo [m s.l.m.]	Prof. sondaggio [m]	Coordinate Gauss-Boaga*		Strumentazione di monitoraggio
				E	N	
AU7	06-10/03/2017	296,14	50,00	2523455,698	4549301,694	Piezometro Norton 3" 50 m (fessurato tra 4 e 50 m da p.c.)
AU8	23-24/03/2017	288,25	50,00	2523350,336	4549477,006	Inclinometro 50,0 m
AU9	04-06/04/20147	161,03	50,00	2513858,003	4554048,313	-
AU10	12-14/04/2017	153,42	50,00	2513755,225	4554077,785	-
AU11	07-11/04/2017	154,20	50,00	2513646,377	4554131,907	Piezometro Norton 3" 50 m (fessurato tra 1,5 e 19 m da p.c.)
AU12	05-07/04/2017	154,31	50,00	2513502,960	4554183,379	-
AU13	29/03-03/04/2017	155,97	50,00	2513327,313	4554262,522	-
AU14	18-20/04/2017	227,07	50,00	2520609,378	4552689,188	Piezometro Norton 3" 50 m (fessurato tra 1,5 e 16 m da p.c.)
AU15	12-18/04/2017	242,61	50,00	2520513,545	4552663,058	-
AU16	20-21/04/2017	221,14	50,00	2520274,000	4552685,000	Inclinometro 50,0 m
BH1	29-30/05/2017	323,50	40,00	2524086,515	4548880,720	Piezometro Norton 3" 40 m (fessurato tra 9 e 40 m da p.c.)
BH2	01-05/06/2017	358,00	40,00	2523947,975	4548645,629	Piezometro Norton 3" 40 m (fessurato tra 9 e 40 m da p.c.)
BH3	06-07/06/2017	394,00	30,00	2523782,430	4548481,243	Inclinometro 30,0 m
C1	14-15/03/2017	346,15	30,00	2528221,705	4548787,863	Tubo in PVC 3" 30 m
C2	14-15/03/2017	336,37	30,00	2527623,881	4548599,834	Piezometro Norton 3" 30 m (fessurato tra 1,5 e 30 m da p.c.)
C3	17-20/03/2017	334,20	30,00	2527234,665	4548456,824	-
C4	21-22/03/2017	330,20	30,00	2526867,408	4548370,655	-
C7	22-24/03/2017	322,40	30,00	2525420,003	4548267,781	-
C9	13-16/03/2017	326,00	50,00	2524449,906	4548765,472	Tubo in PVC 3" 50 m
C10	01-03/03/2017	314,23	30,00	2523516,499	4549167,482	Piezometro Norton 3" 30 m (fessurato tra 1,2 e 30 m da p.c.)
C11	29-30/03/2017	310,11	30,00	2523284,065	4549528,187	Tubo in PVC 3" 50 m
C13	03-04/04/2017	337,35	30,00	2522702,804	4550580,384	Piezometro Norton 3" 30 m (fessurato tra 1,2 e 20 m da p.c.)
C15	30-31/03/2017	336,29	30,00	2522879,967	4550367,700	Tubo in PVC 3" 30 m
C16	28/02-01/03/2017	294,11	30,00	2521210,666	4552318,561	-
C16bis	23-24/02/2017	301,25	30,00	2521319,227	4552192,349	-
C17	02-07/03/2017	304,32	30,00	2521119,056	4552446,513	Piezometro Norton 3" 30 m (fessurato tra 8 e 30 m da p.c.)
C18	21-22/03/2017	280,50	30,00	2520949,916	4552710,496	Tubo in PVC 3" 30 m
C20	11-12/04/2017	256,45	30,00	2516701,598	4554821,315	-
C21	18-19/04/2017	182,08	30,00	2516491,296	4555012,369	Piezometro Norton 3" 30 m (fessurato tra 2 e 30 m da p.c.)

APPALTATORE: Consorzio  Soci  		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria  Mandanti  							
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 25 di 119

ID Sondaggio	Periodo di esecuzione	Quota boccaforo [m s.l.m.]	Prof. sondaggio [m]	Coordinate Gauss-Boaga*		Strumentazione di monitoraggio
				E	N	
C22	27-28/03/2017	140,40	30,00	2512529,839	4554586,055	Piezometro Norton 3" 30 m (fessurato tra 2 e 30 m da p.c.)
C23	07-08/04/2017	152,78	30,00	2512973,959	4554372,218	-
C24	10-11/04/2017	155,78	30,00	2513934,275	4554117,770	-
ENS1	28/03-05/04/2017	330,42	70,00	2519328,866	4552574,464	Inclinometro 70,0 m
ENS2	19-21/04/2017	235,11	50,00	2520272,029	4552603,219	Inclinometro 50,0 m
ENS3	13-19/04/2017	216,70	50,00	2520352,231	4552635,509	Piez. Casagrande 49,5 m da p.c.
ENS4	20-22/03/2017	206,37	40,00	2520414,382	4552584,838	Inclinometro 40,0 m
ENS5	17-20/03/2017	201,10	29,50	2520396,373	4552698,669	Piez. Casagrande 29,5 m da p.c.
F12	21-22/03/2017	245,17	40,00	2520709,001	4552722,448	Inclinometro 40,0 m
F16	16-20/03/2017	244,03	40,00	2520127,587	4552695,491	Inclinometro 40,0 m
G1	16-21/02/2017	331,10	40,00	2524037,239	4548810,375	Inclinometro 40,0 m
G2	30/01-03/02/2017	340,02	50,00	2523762,464	4549026,039	Inclinometro 50,0 m
G3	10-21/02/2017	373,25	110,00	2523041,352	4550622,072	-
G4	27/02-09/03/2017	363,53	125,00	2522608,180	4551755,697	Piez. Casagrande 124,5 m da p.c.
G5	14-30/03/2017	357,29	140,00	2519206,853	4552574,535	Piez. Casagrande 139,5 m da p.c.
G5bis	14-16/09/2017	354,00	40,00	2519242,900	4552585,559	-
G6	30/01-24/03/2017	521,75	350,00	2516709,103	4553440,479	Piez. Norton 2" 350 m (fessurato tra 266 e 320 m da p.c.)
G7	03-12/04/2017	248,50	120,00	2514249,614	4553863,197	Piezometro elettrico 108 m (fessurato tra 100 e 115 m da p.c.)
G8	06-08/02/2017	205,47	30,00	2514030,064	4553817,583	Piez. Casagrande 24 m da p.c.
G9	23-27/03/2017	273,25	50,00	2519941,941	4552637,361	Inclinometro 50,0 m
G10	06-12/04/2017	349,45	70,00	2523174,203	4549966,454	Piez. Casagrande 69,5 m da p.c.
G11	03-05/04/2017	320,74	40,00	2525258,790	4548357,143	Piezometro Norton 3" 40 m (fessurato tra 1,6 e 40 m da p.c.)
G12	13-21/04/2017	356,43	110,00	2521849,762	4552331,557	-
G13	26-28/04/2017	272,70	40,00	2520153,475	4552561,939	Piez. Casagrande 39,5 m da p.c.
S17bis	17-20/03/2017	249,47	30,00	2520734,722	4552739,548	Inclinometro 30,0 m

* convertite nel sistema Gauss-Boaga dal dato originale in UTM-WGS84

Tabella 8. Elenco dei sondaggi eseguiti nella campagna Italferr 2017

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono state effettuate le seguenti attività:

- rilievo della stratigrafia con esecuzione di fotografie a colori del materiale depositato in cassetta;
- esecuzione di misure speditive di consistenza mediante pocket penetrometer;

APPALTATORE: Consorzio  Soci  	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria  Mandanti  	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 26 di 119

- esecuzione di prove geotecniche in foro di tipo SPT;
- esecuzione di n. 91 prove di permeabilità in foro di tipo Lefranc e n. 7 prove di permeabilità in foro di tipo Lugeon;
- esecuzione di n. 8 prove pressiometriche;
- esecuzione di n. 31 prove dilatometriche;
- prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati;
- rilievo del livello di falda in corso di perforazione.

Con particolare riferimento alla strumentazione di monitoraggio, nella campagna Italferr 2017 sono stati installati n.15 piezometri a tubo aperto (di cui uno attrezzato con piezometro elettrico), n.8 piezometri Casagrande, n.12 tubi inclinometrici e n.5 tubi in PVC per l'esecuzione di prova sismica in foro tipo Down-Hole.

Per quanto riguarda il monitoraggio piezometrico ed inclinometrico, sono disponibili le letture effettuate nella campagna iniziata nel mese di aprile 2017 (dati aggiornati ad ottobre 2019).

Allo scopo di caratterizzare dal punto di vista sismico i terreni sono state eseguite le seguenti prove geofisiche:

- n.22 prove Multi-channel analysis of surface waves (Masw);
- n. 5 prove sismiche in foro di tipo down-hole;
- n. 26 profili sismici a rifrazione in onde P.

In Tabella 9 si riporta il quadro riassuntivo delle prove effettuate con l'indicazione, per ognuna, di:

- codice identificativo della prova;
- tipo di prova;
- coordinate del punto nel sistema Gauss-Boaga (convertite dalle coordinate UTM-WGS84 fornite); per i profili sismici a rifrazione è stata inserita l'indicazione dell'area ove la prova è stata eseguita.

ID Prova	Tipo di prova	Coordinate Gauss-Boaga*	
		E	N
AU1	Prova Masw	2525542,605	4548327,761
AU2	Prova Masw	2525735,349	4548316,950
AU4	Prova Masw	2525962,393	4548352,149
AU5	Prova Masw	2526164,746	4548344,838
AU6	Prova Masw	2523501,579	4549233,063
AU7	Prova Masw	2523455,698	4549301,694
AU8	Prova Masw	2523350,336	4549477,006
AU9	Prova Masw	2513879,344	4554019,275
AU11	Prova Masw	2513646,377	4554131,907
AU12	Prova Masw	2513502,960	4554183,379
AU13	Prova Masw	2513327,313	4554262,522
AU14	Prova Masw	2520609,378	4552689,188

APPALTATORE: Consorzio  Soci  		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria  Mandanti  							
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 27 di 119

ID Prova	Tipo di prova	Coordinate Gauss-Boaga*	
		E	N
AU15	Prova Masw	2520513,545	4552663,058
AU16	Prova Masw	2520274,000	4552685,000
C2	Prova Masw	2527623,881	4548599,834
C4/1	Prova Masw	2526927,825	4548369,320
C4/2	Prova Masw	2526736,744	4548361,035
C16	Prova Masw	2521210,666	4552318,561
C20	Prova Masw	2516701,598	4554821,315
C23	Prova Masw	2512951,334	4554365,360
F21	Prova Masw	2513906,343	4554391,482
F22	Prova Masw	2513827,623	4554392,991
C1	Prova down-hole	2528221,705	4548787,863
C9	Prova down-hole	2524449,906	4548765,472
C11	Prova down-hole	2523284,065	4549528,187
C15	Prova down-hole	2522879,967	4550367,700
C18	Prova down-hole	2520949,916	4552710,496
A-A'	Profilo sismico a rifrazione	Imbocco gall. Rocchetta lato NA	
B-B'	Profilo sismico a rifrazione	Imbocco gall. Rocchetta lato NA	
C-C'	Profilo sismico a rifrazione	-	
D-D'	Profilo sismico a rifrazione	-	
E-E'	Profilo sismico a rifrazione	Imbocco uscita emergenza F6	
F-F'	Profilo sismico a rifrazione	Imbocco uscita emergenza F6	
G-G'	Profilo sismico a rifrazione	Imbocco uscita emergenza F5	
H-H'	Profilo sismico a rifrazione	Imbocco uscita emergenza F5	
I-I'	Profilo sismico a rifrazione	Imbocco gall. Rocchetta lato BA	
J-J'	Profilo sismico a rifrazione	Imbocco gall. Rocchetta lato BA	
K-K'	Profilo sismico a rifrazione	Imbocco gall. Melito lato NA	
L-L'	Profilo sismico a rifrazione	Imbocco gall. Melito lato NA	
M-M'	Profilo sismico a rifrazione	-	
N-N'	Profilo sismico a rifrazione	-	
O-O'	Profilo sismico a rifrazione	Imbocco uscita emergenza F3	

APPALTATORE: Consorzio  Soci  		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria  Mandanti  		RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 28 di 119

ID Prova	Tipo di prova	Coordinate Gauss-Boaga*	
		E	N
P-P'	Profilo sismico a rifrazione	Imbocco uscita emergenza F3	
Q-Q'	Profilo sismico a rifrazione	Imbocco uscita emergenza F2	
R-R'	Profilo sismico a rifrazione	Imbocco uscita emergenza F2	
S-S'	Profilo sismico a rifrazione	Imbocco gall. Melito lato BA	
T-T'	Profilo sismico a rifrazione	Imbocco gall. Melito lato BA	
U-U'	Profilo sismico a rifrazione	Imbocco gall. Grottaminarda lato NA	
V-V'	Profilo sismico a rifrazione	Imbocco gall. Grottaminarda lato NA	
W-W'	Profilo sismico a rifrazione	Zona imbocco uscita emergenza F1	
X-X'	Profilo sismico a rifrazione	Zona imbocco uscita emergenza F1	

* convertite nel sistema Gauss-Boaga dal dato originale in UTM-WGS84

Tabella 9. Elenco delle prove sismiche eseguite nella campagna Italferr 2017

Al fine di identificare gli spessori delle coltri superficiali, nell'area compresa tra le pk 9+400 e 11+050 sono state effettuate n.36 prove penetrometriche dinamiche di tipo super-pesante (DPSH).

In Tabella 10 si riporta il quadro riassuntivo delle prove effettuate con l'indicazione, per ognuna, di:

- codice identificativo della prova;
- data di esecuzione;
- profondità della prova;
- coordinate del punto nel sistema Gauss-Boaga (convertite dalle coordinate UTM-WGS84 fornite).

ID Prova	Data di esecuzione	Prof. prova [metri]	Coordinate Gauss-Boaga*	
			E	N
BA01	29/03/2017	7,6	2519948,774	4552666,688
BA02	22/03/2017	9,2	2520026,423	4552686,508
BA03	23/03/2017	7,8	2520211,098	4552703,165
BA04	23/03/2017	8,2	2520295,879	4552699,835
BA05	22/03/2017	5,0	2520092,739	4552588,819
BA06	23/03/2017	7,4	2520161,572	4552659,867
BA07	23/03/2017	10,2	2520343,727	4552662,092
BA08	22/03/2017	9,0	2520154,015	4552722,035
BA09	23/03/2017	8,0	2520247,190	4552739,798
BA10	23/03/2017	9,2	2520344,565	4552735,362

APPALTATORE: Consorzio  Soci  		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria  Mandanti  							
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 29 di 119

ID Prova	Data di esecuzione	Prof. prova [metri]	Coordinate Gauss-Boaga*	
			E	N
BA11	21/03/2017	12,8	2520405,016	4552492,246
BA13	22/03/2017	7,2	2520023,906	4552745,346
BA14	22/03/2017	9,2	2520048,249	4552625,453
BA15	22/03/2017	8,2	2520092,739	4552689,839
BA16	31/03/2017	8,2	2519758,218	4552614,515
BA17	29/03/2017	10,6	2519629,780	4552591,205
BA18	29/03/2017	11,8	2519628,098	4552523,488
BA19	31/03/2017	6,2	2519454,333	4552583,446
BA20	31/03/2017	3,4	2519757,380	4552662,250
BA21	29/03/2017	7,0	2519618,869	4552657,816
BA22	31/03/2017	6,2	2519450,140	4552646,723
BA23	31/03/2017	8,0	2519309,110	4552642,295
BA24	29/03/2017	5,8	2519624,749	4552704,439
BA25	31/03/2017	4,0	2519737,236	4552725,529
NA01	21/03/2017	10,4	2520913,693	4552720,978
NA02	21/03/2017	7,6	2520827,232	4552726,518
NA02bis	21/03/2017	15,0	2520818,837	4552730,958
NA03	24/03/2017	12,8	2520746,648	4552728,732
NA04	28/03/2017	22,6	2520591,789	4552705,567
NA05	28/03/2017	10,4	2520546,460	4552692,244
NA06	24/03/2017	15,8	2520651,792	4552719,841
NA07	24/03/2017	19,2	2520649,270	4552779,789
NA08	28/03/2017	14,0	2520531,344	4552781,053
NA12	28/03/2017	10,2	2520560,738	4552603,432
NA15	28/03/2017	9,6	2520695,051	4552611,216
NA16	21/03/2017	3,6	2520833,956	4552641,040

* convertite nel sistema Gauss-Boaga dal dato originale in UTM-WGS84

Tabella 10. Elenco delle prove penetrometriche dinamiche DPSH eseguite nella campagna Italferr 2017

Infine, sono stati eseguiti n.4 pozzetti esplorativi nell'alveo dei principali corsi d'acqua allo scopo di campionare e caratterizzare il materiale d'alveo.

In Tabella 11 si riporta il quadro riassuntivo dei pozzetti effettuati con l'indicazione, per ognuna, di:

APPALTATORE: Consorzio Soci   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																	
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti   	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ RG</td> <td>GE0102 001</td> <td>B</td> <td>30 di 119</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ RG	GE0102 001	B	30 di 119
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ RG	GE0102 001	B	30 di 119													
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA																		

- codice identificativo della prova;
- data di esecuzione;
- coordinate del punto nel sistema Gauss-Boaga (convertite dalle coordinate UTM-WGS84 fornite).

ID Prova	Data di esecuzione	Coordinate Gauss-Boaga*	
		E	N
VI09-VI10	28/04/2017	2525797,230	4548313,990
VI11	27/04/2017	2523451,048	4549401,435
VI12	27/04/2017	2520480,405	4552688,529
VI13	21/04/2017	2513784,934	4554072,504

Tabella 11. Elenco dei pozzetti esplorativi eseguiti nella campagna Italferr 2017

APPALTATORE: Consorzio  Soci  		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria  Mandanti  							
PROGETTO ESECUTIVO Titolo_3		COMMESSA IF1N	LOTTO 01 E ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO MD0000 001	REV. A	FOGLIO 31 di 119

2.2.7 Campagna indagini Consorzio Hirpinia AV 2019 – 2020

Durante la campagna indagini realizzata nel 2019 – 2020, nell'area in oggetto sono stati eseguiti:

- sondaggi stratigrafici a carotaggio continuo, con installazione di strumentazione in foro;
- sondaggi a distruzione di nucleo, con installazione di strumentazione in foro;
- prove sismiche;
- prove penetrometriche dinamiche DPSH;
- prove penetrometriche con piezocono CPTU;
- prove di carico su piastra in corrispondenza di pozzetti;
- rilievo dei gas in foro;

Per definire le caratteristiche geologiche e stratigrafiche sono stati eseguiti n.61 sondaggi a carotaggio continuo, n.2 sondaggi a carotaggio continuo/distruzione e n.35 sondaggi a distruzione di nucleo spinti sino alla profondità massima di 150 metri dal piano di campagna.

ID Sondaggio	Tipologia indagine	Quota boccaforo o [m s.l.m.]	Prof. sondaggi o [m]	Coordinate Rettilinee di progetto		Strumentazione di monitoraggio
				X	Y	
CH_01	distruzione	345,40	40,00	18488.628 7	149466.132 6	Tubo in PVC da 3” per Cross Hole
CH_02	Carotaggio continuo	349,24	40,00	18456.668 7	149490.821 4	Tubo in PVC per Cross Hole
CH_03	distruzione	348,56	40,00	18425.621 7	149515.344 7	Tubo in PVC da 3” per Cross Hole
CH_04	distruzione	348,06	40,00	18393.885 9	149540.877 5	Tubo in PVC da 3” per Cross Hole
CH_05	distruzione	348,27	40,00	18363.740 7	149567.131 4	Tubo in PVC da 3” per Cross Hole
CH_06	Carotaggio continuo	349,51	40,00	18333.480 0	149592.263 2	Tubo in PVC da 3” per Cross Hole
CH_07	Carotaggio continuo	349,97	40,00	18304.014 8	149621.517 2	Tubo in PVC da 3” per Cross Hole
CH_08	distruzione	350,78	40,00	18282.312 0	149644.477 2	Tubo in PVC da 3” per Cross Hole

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> 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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. FOGLIO B 32 di 119

ID Sondaggio	Tipologia indagine	Quota boccaforo [m s.l.m.]	Prof. sondaggio [m]	Coordinate Rettilinee di progetto		Strumentazione di monitoraggio
				X	Y	
SN_01	Carotaggio continuo	325,74	70,00	18477.131 1	149720.695 0	Tubo in PVC da 4" per Vertical Array (70 m)
SN_01bis	distruzione	326,03	50,00	18483.630 8	149717.610 2	Piez. Casagrande 45 m da p.c.
SN_01ter	distruzione	325,89	20,50			Piez. Casagrande 20 m da p.c.
SN_02	Carotaggio continuo	338,52	100,00	18418.702 2	149604.863 4	Piez. Casagrande 11,50 m da p.c.
SN_02bis	distruzione	338,49	35,50	18417.132 8	149606.587 7	Piez. Casagrande 35 m da p.c.
SN_02ter	distruzione	338,34	80,00	18415.326 2	149608.428 8	Tubo in PVC per Vertical Array (80 m)
SN_03	Carotaggio continuo	358,52	80,00	18352.699 2	149487.886 0	Tubo in PVC per Vertical Array (80 m)
SN_03bis	distruzione	358,22	52,50	18357.313 4	149481.858 5	Piez. Casagrande 52 m da p.c.
SN_03ter	distruzione	358,35	7,50			Piez. Casagrande 7 m da p.c.
SN_04	Carotaggio continuo	389,23	30,00	18168.340 9	149399.265 4	Tubo in PVC per Vertical Array (30 m)
SN_04bis	distruzione	387,20	30,50	18178.210 6	149401.054 1	Piez. Casagrande 30 m da p.c.
SN_04ter	distruzione	389,45	6,80			Piez. Casagrande 6,3 m da p.c.
SN_GR_01	Carotaggio continuo	357,84	50,00	19521.657 6	149085.397 0	Piezometro Norton
SN_GR_02	Carotaggio continuo	375,63	70,00	19259.293 6	149120.809 0	Tubo per Down Hole
SN_GR_03	Carotaggio continuo	392,68	90,00	19100.279 0	149159.465 1	Piez. Casagrande 75 m da p.c.
SN_GR_03bis	Distruzione	392,26	50,00			Piezometro Norton (fessurato tra 5 e 50 m da p.c.)
SN_GR_04	Carotaggio continuo	359,13	85,00	18746.305 6	149341.777 9	Inclinometro
SN_GR_04bis	distruzione	359,21	60,00	18178.155 8	149400.936 9	Piez. Casagrande 52 m da p.c.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> 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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. FOGLIO B 33 di 119

ID Sondaggio	Tipologia indagine	Quota boccafor o [m s.l.m.]	Prof. sondaggi o [m]	Coordinate Rettilinee di progetto		Strumentazione di monitoraggio
				X	Y	
SN_GR_05	Carotaggio continuo	330,84	40,30	18548.902 4	149461.931 9	Piezometro Norton (fessurato tra 5 e 35 m da p.c.)
SN_GR_05bis	distruzione	330,87	40,00	18548.492 5	149463.855 3	Inclinometro 40,0 m
SN_GR_06	Carotaggio continuo	350,11	65,00	18225.255 0	149748.562 1	Piez. Casagrande 50 m da p.c.
SN_GR_06bis	distruzione	350,11	20,00	18224.297 1	149747.521 3	Piezometro Norton (fessurato tra 5 e 20 m da p.c.)
SN_GR_06ter	distruzione	344,11	65,00	18277.013 3	149686.305 4	Inclinometro 65,0 m
SN_GR_07 (inclinato)	Carotaggio continuo	380,03	62,00	17198.125 5	152067.282 7	-
SN_Me_01	Carotaggio continuo	372,77	105,00	17749.820 0	150610.328 9	Tubo per Cross Hole
SN_Me_01bis	distruzione	372,78	105,00	17748.883 4	150616.003 4	Tubo per Cross Hole
SN_Me_02	Carotaggio continuo	360,61	105,00	17677.224 4	150833.730 2	Piezometro Norton (fessurato tra 54 e 72 m da p.c.)
SN_Me_03	Carotaggio continuo	359,41	85,00	17602.955 4	150972.378 3	Piez. Casagrande 75 m da p.c.
SN_Me_03bis	distruzione	359,28	25,00			Piezometro Norton (fessurato tra 5 e 25 m da p.c.)
SN_Me_04	Carotaggio continuo	353,83	75,00	17559.975 9	151139.401 7	Piezometro Norton (fessurato tra 55 e 75 m da p.c.)
SN_Me_04bis	distruzione	353,83	75,00	17556.309 3	151147.625 3	Tubo per Cross Hole
SN_Me_04ter	distruzione	353,83	75,00	17552.797 8	151152.529 0	Tubo per Cross Hole
SN_Me_05	Carotaggio continuo	380,47	110,00	17343.023 5	151728.713 1	Piezometro Norton 110 m (fessurato tra 89 e 110 m da p.c.)
SN_Me_05bis	distruzione	380,52	110,00	17344.395 8	151726.588 4	Tubo per Cross Hole
SN_Me_05ter	distruzione	380,45	110,00	17346.559 9	151724.228 1	Tubo per Cross Hole
SN_Me_07	Carotaggio continuo	380,03	120,00	17198.125 5	152067.282 7	Piez. Casagrande 115 m da p.c.

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 IDROGEOLOGICA		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 34 di 119

ID Sondaggio	Tipologia indagine	Quota boccaforo [m s.l.m.]	Prof. sondaggio [m]	Coordinate Rettilinee di progetto		Strumentazione di monitoraggio
				X	Y	
SN_Me_07bis	distruzione	380,03	51,00			Piezometro Norton 51 m (fessurato tra 5 e 50 m da p.c.)
SN_Me_08	Carotaggio continuo	355,22	95,00	17084.5516	152385.5008	Tubo per Cross Hole
SN_Me_08bis	distruzione	355,24	95,00	17083.1380	152388.6914	Tubo per Cross Hole
SGR1	Carotaggio continuo	336,75	30,00	19699.5646	149085.8827	Piezometro Norton
SGR3	Carotaggio continuo	353,85	40,00	18988.9080	149405.0697	Inclinometro
SME1	Carotaggio continuo	327,19	30,00	17218.9606	151171.0505	Piezometro Norton
SME2	distruzione	356,15	20,00	16994.8856	152554.8137	Inclinometro
SME3	Carotaggio continuo	340,85	30,00	16603.6569	152600.3977	Piezometro Norton
SME4	Carotaggio continuo	334,50	20,00	16501.6953	152527.0582	Inclinometro
SME5	distruzione	333,10	50,00	16299.6756	152904.2507	Inclinometro
SME6	Carotaggio continuo/distruzione	361,64	120,00	16712.0294	152888.8512	Piezometro Casagrande
SME7	Carotaggio continuo	317,58	40,00	15721.9194	153217.2976	Piezometro Norton
SME11	distruzione	290,35	40,00	15497.7987	153479.2933	Inclinometro
SME12	distruzione	247,65	40,00	15174.6643	153599.2449	Inclinometro
SME10	Carotaggio continuo	259,59	80,00	15281.8355	153489.0786	Inclinometro
SROC0	Carotaggio continuo	254,86	80,00	14618.0754	153427.0127	Inclinometro
SROC1	Carotaggio continuo	272,40	80,00	14516.2891	153350.2736	Inclinometro 40,0 m
SROC2	Carotaggio continuo	291,54	30,00	14289.8683	153323.5870	Piezometro Norton
SROC4	Carotaggio continuo	416,02	60,00	12990.9046	153508.1598	-

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> 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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. FOGLIO B 35 di 119

ID Sondaggio	Tipologia indagine	Quota boccaforo [m s.l.m.]	Prof. sondaggio [m]	Coordinate Rettilinee di progetto		Strumentazione di monitoraggio
				X	Y	
SROC5	Carotaggio continuo/distruzion e	423,68	150,00	11188.3358	155019.1548	Piezometro Casagrande
SROC6	Carotaggio continuo/distruzion e	306,50	145,00	9026.9207	154584.0709	Piezometro doppia cella Casagrande
SROC7 (*)	Carotaggio continuo	271,69	110,00	8847.9909	154631.3512	Piezometro Norton e Casagrande
SROC9	Carotaggio continuo	181,93	30,00	8468.1809	154741.3260	Piezometro Norton
HI_1	Carotaggio continuo	329,33	30,00	21310.6202	149101.4849	Piezometro Norton
HI_2	Carotaggio continuo	332,11	30,00	21914.6346	149071.4768	Tubo per Down Hole
HI_CH1	distruzione	332,48	30,00	21590.2377	149149.9366	Tubo per Cross Hole
HI_CH2	distruzione	332,36	30,00	21601.9132	149133.2408	Tubo per Cross Hole
HI_CH3	distruzione	332,51	30,00	21613.9841	149118.0870	Tubo per Cross Hole
HI_3	Carotaggio continuo	324,86	30,00	20909.6228	149099.8162	Piezometro Norton
VI01-3	Carotaggio continuo	319,32	50,00	19995.2076	149095.6829	Tubo per Down Hole
VI01-2	Carotaggio continuo	318,70	50,00	20105.4123	149092.3114	Piezometro Norton (fessurato tra 1 e 10 m da p.c.)
VI01-1	Carotaggio continuo	318,88	50,00	20529.1107	149112.6031	Piezometro Norton (fessurato tra 0,75 e 10 m da p.c.)
VI02_1	Carotaggio continuo	291,38	30,00	17931.8335	150135.6200	Inclinometro
VI02_2	Carotaggio continuo	297,73	40,00	17942.2922	150102.9274	Inclinometro 30,0 m
VI02_3	Carotaggio continuo	277,53	60,00	17890.6685	150175.1294	-
VI02_4	Carotaggio continuo	276,39	50,00	17855.1408	150231.6135	Tubo per Down Hole
SROC5	Carotaggio continuo/distruzion e	423,68	150,00	11188.3358	155019.1548	Piezometro Casagrande
SROC6	Carotaggio continuo/distruzion e	306,50	145,00	9026.9207	154584.0709	Piezometro doppia cella Casagrande

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> 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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 36 di 119

ID Sondaggio	Tipologia indagine	Quota boccaforo [m s.l.m.]	Prof. sondaggio [m]	Coordinate Rettilinee di progetto		Strumentazione di monitoraggio
				X	Y	
VI02_5	Carotaggio continuo	291,52	30,00	17820.431 0	150309.642 5	Inclinometro
VI03-1	Carotaggio continuo	225,87	30,00	15075.838 3	153498.799 0	Inclinometro
VI03-2	Carotaggio continuo	203,15	30,00	14994.088 9	153479.325 1	Inclinometro
VI03-3	distruzione	205,18	30,00	14999.860 0	153476.936 5	Piezometro Norton
VI03-4	Carotaggio continuo	200,40	30,00	14893.622 4	153468.721 0	Inclinometro
VI03-5	Carotaggio continuo	223,36	30,00	14761.164 5	153451.966 9	Inclinometro
VI03-6	distruzione	200,05	30,00	14912.182 5	153468.941 5	Piezometro Casagrande
VI04_1	Carotaggio continuo	169,49	30,00	8382.5693	154794.818 3	-
VI04_3	Carotaggio continuo	154,01	40,00	8129.9880	154890.878 9	Piezometro Norton
VI04_4	Carotaggio continuo	155,62	40,00	7868.1602	155030.109 1	Tubo per Down Hole
AP_01	Carotaggio continuo	152,72	30,00	7660.4019	155132.895 2	Piezometro Norton
AP_02	Carotaggio continuo	150,31	30,00	7314.6314	155286.060 3	Tubo per Down Hole
Piazzale RI56	Carotaggio continuo	302,27	15,00	15561.200 9	153227.427 4	Piezometro Norton
Piazzale RI58	Carotaggio continuo	285,92	15,00	14316.070 7	153353.667 3	Piezometro Norton
Piazzale RI59	Carotaggio continuo	268,51	15,00	11139.419 3	155465.419 9	Piezometro Norton

Tabella 12. Elenco dei sondaggi eseguiti nella campagna Italferr 2019

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono state effettuate le seguenti attività:

- rilievo della stratigrafia con esecuzione di fotografie a colori del materiale depositato in cassetta;
- esecuzione di misure speditive di consistenza mediante pocket penetrometer;
- esecuzione di prove geotecniche in foro di tipo SPT;
- esecuzione di n. 70 prove di permeabilità in foro di tipo Lefranc e n. 54 prove di permeabilità in foro di tipo Lugeon;
- esecuzione di n. 31 prove pressiometriche;
- esecuzione di n. 14 prove dilatometriche DMT;
- esecuzione di n. 47 prove dilatometriche DRT;

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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 37 di 119

- esecuzione di n. 12 prove di fratturazione idraulica;
- esecuzione di n. 7 prove scissometriche;
- prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati;
- rilievo del livello di falda in corso di perforazione.

Con particolare riferimento alla strumentazione di monitoraggio, nella campagna Italferr 2019 sono stati installati n.26 piezometri a tubo aperto, n.20 piezometri Casagrande (di cui uno attrezzato con doppia cella), n.17 tubi inclinometrici, n.19 tubi in PVC per l'esecuzione di prova sismica in foro tipo Cross-Hole e n.6 tubi in PVC per l'esecuzione di prova sismica in foro tipo Down-Hole.

Per quanto riguarda il monitoraggio piezometrico ed inclinometrico, sono disponibili le letture effettuate a partire dall'esecuzione dei sondaggi nel 2019.

Allo scopo di caratterizzare dal punto di vista sismico i terreni sono state eseguite le seguenti prove geofisiche:

- n.2 prove Multi-channel analysis of surface waves (Masw);
- n. 6 prove sismiche in foro di tipo down-hole;
- n. 19 prove sismiche in foro di tipo cross-hole;
- n. 15 profili sismici a rifrazione in onde P.

In Tabella 13 si riporta il quadro riassuntivo delle prove effettuate con l'indicazione, per ognuna, di:

- codice identificativo della prova;
- tipo di prova;
- coordinate rettilinee di progetto del punto; per i profili sismici a rifrazione è stata inserita l'indicazione dell'area ove la prova è stata eseguita.

ID Prova	Tipo di prova	Coordinate Rettilinee di progetto	
		X	Y
MASW_1	Prova Masw	Elettrodotto	
MASW_2	Prova Masw	Elettrodotto	
CH_01	Prova cross-hole	18488.6287	149466.1326
CH_02	Prova cross-hole	18456.6687	149490.8214
CH_03	Prova cross-hole	18425.6217	149515.3447
CH_04	Prova cross-hole	18393.8859	149540.8775
CH_05	Prova cross-hole	18363.7407	149567.1314
CH_06	Prova cross-hole	18333.4800	149592.2632
CH_07	Prova cross-hole	18304.0148	149621.5172
CH_08	Prova cross-hole	18282.3120	149644.4772
SN_Me_01	Prova cross-hole	18168.3409	149399.2654
SN_Me_01bis	Prova cross-hole	17748.8834	150616.0034
SN_Me_04bis	Prova cross-hole	17556.3093	151147.6253

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> 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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. FOGLIO B 38 di 119

ID Prova	Tipo di prova	Coordinate Rettilinee di progetto	
		X	Y
SN_Me_04ter	Prova cross-hole	17552.7978	151152.5290
SN_Me_05bis	Prova cross-hole	17344.3958	151726.5884
SN_Me_05ter	Prova cross-hole	17346.5599	151724.2281
SN_Me_08	Prova cross-hole	17084.5516	152385.5008
SN_Me_08bis	Prova cross-hole	17083.1380	152388.6914
HI_CH1	Prova cross-hole	21590.2377	149149.9366
HI_CH2	Prova cross-hole	21601.9132	149133.2408
HI_CH3	Prova cross-hole	21613.9841	149118.0870
SN_GR_02	Prova down-hole	19259.2936	149120.8090
HI_2	Prova down-hole	21914.6346	149071.4768
VI01-3	Prova down-hole	19995.2076	149095.6829
VI02_4	Prova down-hole	17855.1408	150231.6135
VI04_4	Prova down-hole	7868.1602	155030.1091
AP_02	Prova down-hole	7314.6314	155286.0603
SISGR_1	Profilo sismico a rifrazione	Imbocco galleria Grottaminarda (BA)	
SISGR_2	Profilo sismico a rifrazione	Uscita di emergenza F1	
SISROC_1	Profilo sismico a rifrazione	Galleria Rocchetta	
SISROC_2	Profilo sismico a rifrazione	Galleria Rocchetta	
SISROC_3	Profilo sismico a rifrazione	Imbocco galleria Rocchetta (NA)	
SIS_PE_01	Profilo sismico a rifrazione	Isca Girasole	
SIS_PE_02	Profilo sismico a rifrazione	Isca Girasole	
SIS_PE_03	Profilo sismico a rifrazione	Isca Girasole	
SIS_PE_04	Profilo sismico a rifrazione	Imbocco galleria Grottaminarda (NA)	
SIS_PE_05	Profilo sismico a rifrazione	Imbocco galleria Grottaminarda (NA)	
SIS_PE_06	Profilo sismico a rifrazione	Imbocco galleria Grottaminarda (NA)	
SIS_PE_07	Profilo sismico a rifrazione	Imbocco galleria Grottaminarda (NA)	
SIS_PE_08	Profilo sismico a rifrazione	Imbocco galleria Melito (NA)	
SIS_PE_09	Profilo sismico a rifrazione	Imbocco galleria Melito (NA)	
SIS_PE_10	Profilo sismico a rifrazione	Imbocco galleria Melito (NA)	

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> 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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. FOGLIO B 39 di 119

ID Prova	Tipo di prova	Coordinate Rettilinee di progetto	
		X	Y
SIS_PE_11	Profilo sismico a rifrazione	Imbocco galleria Rocchetta (BA)	
SIS_PE_12	Profilo sismico a rifrazione	Imbocco galleria Rocchetta (BA)	
SIS_PE_13	Profilo sismico a rifrazione	Imbocco galleria Rocchetta (BA)	
SIS_PE_14	Profilo sismico a rifrazione	Iscalonga	
SIS_PE_15	Profilo sismico a rifrazione	Iscalonga	
Frana L1-L5 - AKRON	sismica a rifrazione/riflessione/tomografia elettrica	Grottaminarda (Frana)	

Tabella 13. Elenco delle prove sismiche eseguite nella campagna Italferr 2019

Sono state inoltre effettuate n.14 prove penetrometriche statica (CPTU); in **Tabella 10** si riporta il quadro riassuntivo delle prove effettuate con l'indicazione, per ognuna, di:

- codice identificativo della prova;
- profondità della prova;
- coordinate rettilinee di progetto del punto.

ID Prova	Prof. prova [metri]	Coordinate Rettilinee di progetto	
		X	Y
CPT1	20	21938.6713	149117.1458
CPT2	20	21610.7924	149136.8550
CPT3	20	21302.5917	149104.3078
CPT4	20	21051.9538	149142.8494
CPT S2 bis 1	20	20632.6895	149108.0252
CPT S2 bis 2	20	20731.8664	149112.8391
CPT S2 bis 3	20	20834.4796	149115.5717
CPT S2 bis 4	20	20936.2033	149115.4175
V01-CPT1	15	20583.8197	149117.8179
V01-CPT2	15	20518.6429	149113.7817
V01-CPT3	15	20426.7167	149111.8787
V01-CPT4	15	20121.5693	149083.5644
V01-CPT5	15	19987.3186	149107.1038

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 IDROGEOLOGICA	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ RG</td> <td>GE0102 001</td> <td>B</td> <td>40 di 119</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ RG	GE0102 001	B	40 di 119
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	E ZZ RG	GE0102 001	B	40 di 119								

ID Prova	Prof. prova [metri]	Coordinate Rettilinee di progetto	
		X	Y
V01-CPT6	15	19779.7144	149128.5535

Tabella 14. Elenco delle prove penetrometriche statiche CPTU eseguite nella campagna Italferr 2019

Infine, sono stati eseguiti n.44 pozzetti per la realizzazione di prove di carico su piastra.

In

ID Prova	Coordinate Rettilinee di progetto	
	X	Y
POZ_HI_01	22556.7629	149604.1870
POZ_HI_02	22330.8751	149615.5255
POZ_HI_03	22032.8223	149619.0206
POZ_HI_04	21832.8778	149483.9848
POZ_HI_05	21635.4776	149316.9597
POZ_HI_06	21469.5775	149220.2108
POZ_HI_07	21383.6675	149174.4260
POZ_HI_08	21336.3895	149217.4945
POZ_HI_09	21270.4751	149173.0649
POZ_HI_10	21202.4081	149219.8634
POZ_HI_11	21932.4249	149116.6346
POZ_HI_12	21913.9555	149034.1731
POZ_HI_13	21854.5504	149088.8438
POZ_HI_14	21809.6090	149050.4238
POZ_HI_15	21762.6474	149100.0810
POZ_S1	20683.1142	149095.3602
POZ_S2	20855.9679	149096.9949
POZ_S3	20991.6895	149098.1139
POZ_F4_1	15557.0983	153258.0816
POZ_F4_2	15558.4679	153193.3418
POZ_F5_1	14274.1749	153347.4537
POZ_F5_2	14357.1282	153357.3696
POZ_F6_1	11172.4280	155486.1464

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 IDROGEOLOGICA	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ RG</td> <td>GE0102 001</td> <td>B</td> <td>41 di 119</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ RG	GE0102 001	B	41 di 119
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	E ZZ RG	GE0102 001	B	41 di 119								

ID Prova	Coordinate Rettilinee di progetto	
	X	Y
POZ_F6_2	11108.5581	155455.49
POZ_RI1	8116.4565	154881.3411
POZ_RI2 bis	7804.0839	155168.8778
POZ_RI3 bis	7909.4281	155147.6521
POZ_AP2	7949.7693	154972.9218
POZ_AP1	7800.9374	155050.1839
POZ_AP3	7659.1518	155201.3113
POZ.1	8014.1973	155082.5926
POZ.2	8000.0897	154999.4731
POZ 1	21668.2134	149050.1251
POZ 2	21174.3726	149027.5008
POZ 3	19931.175	149114.9196
POZ 4	19062.9792	149540.0101
POZ 5	17221.0626	151015.8572
POZ 6	16493.3274	152471.6404
POZ 7	8757.7657	154693.3931
POZ 8	8378.8948	8378.8948
P_EL1	21931.8124	148338.6991
P_EL2	22811.1953	147188.8055
P_EL3	22908.5841	146982.1337

Tabella 15 si riporta il quadro riassuntivo dei pozzetti effettuati con l'indicazione, per ognuna, di:

- codice identificativo della prova;
- coordinate rettilinee di progetto del punto.

ID Prova	Coordinate Rettilinee di progetto	
	X	Y
POZ_HI_01	22556.7629	149604.1870
POZ_HI_02	22330.8751	149615.5255
POZ_HI_03	22032.8223	149619.0206
POZ_HI_04	21832.8778	149483.9848

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> 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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B FOGLIO 42 di 119

ID Prova	Coordinate Rettilinee di progetto	
	X	Y
POZ_HI_05	21635.4776	149316.9597
POZ_HI_06	21469.5775	149220.2108
POZ_HI_07	21383.6675	149174.4260
POZ_HI_08	21336.3895	149217.4945
POZ_HI_09	21270.4751	149173.0649
POZ_HI_10	21202.4081	149219.8634
POZ_HI_11	21932.4249	149116.6346
POZ_HI_12	21913.9555	149034.1731
POZ_HI_13	21854.5504	149088.8438
POZ_HI_14	21809.6090	149050.4238
POZ_HI_15	21762.6474	149100.0810
POZ_S1	20683.1142	149095.3602
POZ_S2	20855.9679	149096.9949
POZ_S3	20991.6895	149098.1139
POZ_F4_1	15557.0983	153258.0816
POZ_F4_2	15558.4679	153193.3418
POZ_F5_1	14274.1749	153347.4537
POZ_F5_2	14357.1282	153357.3696
POZ_F6_1	11172.4280	155486.1464
POZ_F6_2	11108.5581	155455.49
POZ_RI1	8116.4565	154881.3411
POZ_RI2 bis	7804.0839	155168.8778
POZ_RI3 bis	7909.4281	155147.6521
POZ_AP2	7949.7693	154972.9218
POZ_AP1	7800.9374	155050.1839
POZ_AP3	7659.1518	155201.3113
POZ.1	8014.1973	155082.5926
POZ.2	8000.0897	154999.4731
POZ 1	21668.2134	149050.1251

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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF28 01 E ZZ RG GE0102 001 B 43 di 119

ID Prova	Coordinate Rettilinee di progetto	
	X	Y
POZ 2	21174.3726	149027.5008
POZ 3	19931.175	149114.9196
POZ 4	19062.9792	149540.0101
POZ 5	17221.0626	151015.8572
POZ 6	16493.3274	152471.6404
POZ 7	8757.7657	154693.3931
POZ 8	8378.8948	8378.8948
P_EL1	21931.8124	148338.6991
P_EL2	22811.1953	147188.8055
P_EL3	22908.5841	146982.1337

Tabella 15. Elenco dei pozzetti eseguiti nella campagna Italferr 2019

2.3 DATI DI MONITORAGGIO

2.3.1 Monitoraggio inclinometrico del Progetto Definitivo

A partire dal dicembre 2016 è stato attivato il monitoraggio sui tubi inclinometrici disponibili, riassunti nella seguente Tabella 16 dove sono elencate le date di installazione della strumentazione e delle letture effettuate.

Tabella 16 -Elenco delle misure inclinometriche eseguite a partire da dicembre 2016

ID Sond.	Installaz. strument.	Lettura 0	Lettura 1	Lettura 2	Lettura 3	Lettura 4	Lettura 5	Lettura 6	Lettura 7	Lettura 8	Lettura 9
M1	10/11/2006	18/04/17	11/05/17	08/06/17	28/06/17	24/07/17	11/09/17	13/10/17			
S20bis	12/08/2015	16/12/16	17/01/17	15/02/17	15/03/17	08/05/17	05/06/17	28/06/17	02/08/17	08/09/17	10/10/17
AU8	24/03/2017	04/04/17	09/05/17	08/06/17	28/06/17	24/07/17	12/09/17	13/10/17			
AU16	21/04/2017	16/05/17	06/06/17	07/07/17	02/08/17	12/09/17	Rotto				
BH3	07/06/2017	04/07/17	24/07/17	12/09/17	12/10/17						
ENS1	05/04/2017	16/05/17	06/06/17	05/07/17	01/08/17	14/09/17	09/10/17				
ENS2	21/04/2017	16/05/17	06/06/17	07/07/17	02/08/17	12/09/17	12/10/17				
ENS4	22/03/2017	03/04/17	08/05/17	05/06/17	04/07/17	26/07/17	13/09/17	11/10/17			
F12	22/03/2017	04/04/17	08/05/17	01/06/17	04/07/17	26/07/17	08/09/17	11/10/17			
F16	20/03/2017	03/04/17	08/05/17	06/06/17	06/07/17	02/08/17	08/09/17	12/10/17			

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> 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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 44 di 119

ID Sond.	Installaz. strument.	Lettura 0	Lettura 1	Lettura 2	Lettura 3	Lettura 4	Lettura 5	Lettura 6	Lettura 7	Lettura 8	Lettura 9
G1	21/02/2017	05/04/17	09/05/17	08/06/17	13/06/17	26/06/17	24/07/17	13/09/17	13/10/17		
G2	03/02/2017	05/04/17	09/05/17	08/06/17	13/06/17	26/06/17	27/07/17	13/09/17	13/10/17		
G9	27/03/2017	03/04/17	08/05/17	06/06/17	05/07/17	01/08/17	08/09/17	10/10/17			
S17bis	20/03/2017	04/04/17	08/05/17	01/06/17	04/07/17	26/07/17	13/09/17	10/10/17			

2.3.2 Monitoraggio piezometrico del Progetto Definitivo

A partire dal dicembre 2016 è stato attivato il monitoraggio sui tubi piezometrici disponibili, riassunti nella seguente Tabella 17 dove sono elencate le date di installazione della strumentazione e le letture effettuate, espresse come soggiacenza dal piano campagna (in metri).

ID Sond.	Data di installaz.	17/12 2016	14/01 2017	18/02 2017	11/03 2017	08/04 2017	29/04 2017	13/05 2017	27/05 2017	20/06 2017	21/07 2017	21/08 2017	22/09 2017	21/10 2017
PNIF61G3	05/11/08	-	-	-	-	54,62	55,80	n.d. *						
S4	23/07/15	4,81	4,89	4,00	4,33	4,78	5,01	5,14	5,57	5,59	5,95	6,14	6,23	6,28
S5	10/09/15	25,47	25,77	24,86	-	25,34	25,85	26,33	26,94	27,32	27,41	27,47	27,57	27,63
S6	03/08/15	0,52	0,47	0,50	0,50	0,61	0,62	0,94	1,20	1,02	2,44	2,50	3,03	3,12
S8	30/07/15	2,56	0,94	1,58	1,44	1,02	2,29	2,45	2,86	2,98	2,81	3,33	3,58	3,61
S10	28/07/15	7,00	6,77	6,56	6,49	6,61	6,79	6,79	7,00	7,52	7,71	7,80	7,94	7,96
S11 Norton	22/09/15	9,57	8,57	8,44	8,51	9,17	9,33	9,37	9,74	9,59	9,76	9,86	9,93	9,97
S11 Casagr.	22/09/15	32,64	31,73	31,49	31,36	31,01	30,68	30,51	30,61	29,78	29,76	29,78	27,58	26,63
S12	05/10/15	3,44	3,14	3,08	3,05	3,28	3,10	2,78	3,05	3,56	4,11	4,30	4,81	5,15
S14	05/08/15	8,22	8,09	7,05	7,18	7,73	8,03	8,51	8,67	8,76	9,07	9,41	9,49	9,62
S15	02/11/15	48,27	48,20	48,28	48,34	48,31	48,28	48,30	48,58	48,51	48,46	48,68	48,73	48,66
S16	07/08/15	12,06	11,94	11,99	11,90	11,97	12,02	12,22	12,45	12,53	12,11	12,16	12,16	12,37
S17	11/08/15	9,77	9,11	9,54	8,82	9,47	9,57	9,54	9,98	9,96	10,10	10,18	10,33	10,42
S20	12/08/15	1,32	1,26	1,59	1,74	1,90	2,15	2,26	2,60	2,65	3,36	3,70	3,26	3,45
S21	21/08/15	8,55	8,55	8,51	8,50	8,53	8,58	8,72	9,21	8,64	8,67	8,69	8,64	8,72
S23	02/09/15	13,78	13,83	13,37	13,01	12,60	12,49	12,16	12,45	12,86	13,21	13,47	13,73	13,80
S25	28/08/15	15,01	14,75	14,85	14,79	14,86	14,85	15,40	15,41	15,02	15,12	15,19	12,25	15,27
S26	31/08/15	19,15	19,12	18,68	18,61	18,90	18,87	18,55	19,00	19,07	20,14	20,54	20,20	20,29
S27	04/09/15	7,77	7,78	7,59	7,57	7,63	7,68	7,94	8,02	8,00	8,23	8,36	8,33	8,47

APPALTATORE: <u>Conorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> 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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 45 di 119

ID Sond.	Data di installaz.	17/12 2016	14/01 2017	18/02 2017	11/03 2017	08/04 2017	29/04 2017	13/05 2017	27/05 2017	20/06 2017	21/07 2017	21/08 2017	22/09 2017	21/10 2017
C2	15/03/17	-	-	-	-	1,75	2,15	2,41	2,74	2,76	3,22	3,43	3,55	3,67
C10	03/03/17	-	-	-	-	5,78	3,44	2,85	2,61	4,84	3,55	3,67	3,20	3,33
C13	04/04/17	-	-	-	-	3,99	4,81	5,50	6,04	7,38	8,26	8,54	8,68	8,86
C17	07/03/17	-	-	-	-	22,54	22,56	22,55	22,55	22,58	22,55	22,56	23,05	23,29
C21	19/04/17	-	-	-	-	-	5,51	5,77	5,90	6,55	7,46	7,46	7,87	8,21
C22	28/03/17	-	-	-	-	5,58	5,56	5,59	5,60	5,70	5,81	5,88	6,05	6,18
AU2	28/03/17	-	-	-	-	2,87	2,98	3,00	3,17	3,28	3,23	3,21	3,25	3,32
AU3	28/03/17	-	-	-	-	3,17	3,07	3,14	3,55	3,27	3,43	3,48	3,50	3,49
AU7	10/03/17	-	-	-	-	7,76	7,95	8,04	8,19	8,32	8,32	8,51	8,71	8,97
AU11	11/04/17	-	-	-	-	-	5,17	5,32	5,71	5,53	5,81	5,97	5,99	6,03
AU14	20/04/17	-	-	-	-	-	5,61	4,89	5,53	4,64	5,04	5,25	5,98	6,10
ENS3	19/04/17	-	-	-	-	-	15,17	12,08	16,65	16,70	16,63	16,74	17,41	17,53
ENS5	20/03/17	-	-	-	-	1,01	0,80	0,90	1,20	1,65	2,23	2,31	1,67	1,58
G4	09/03/17	-	-	-	-	6,85	7,55	8,31	8,69	9,15	10,52	10,70	11,37	11,65
G5	30/03/17	-	-	-	-	19,15	3,08	3,14	2,43	2,80	2,95	3,08	3,00	4,68
G6	24/03/17	-	-	-	-	-	112,36	115,53	118,50	122,71	126,48	-	-	135,04
G7	12/04/17	-	-	-	-	-	-	-	69,50	69,74	69,83	69,91	69,92	69,92
G8	08/02/17	-	-	-	-	12,48	12,38	12,44	12,82	12,56	12,53	12,59	12,68	12,72
G10	12/04/17	-	-	-	-	-	4,50	5,00	5,25	5,59	6,03	6,17	6,80	7,08
G11	05/04/17	-	-	-	-	5,22	5,53	5,69	6,23	6,24	6,57	6,83	6,75	7,06
G13	28/04/17	-	-	-	-	5,59	27,04	33,64	33,88	33,90	33,95	34,18	34,48	34,62
BH1	30/05/17	-	-	-	-	-	-	-	-	2,65	2,82	3,02	2,94	3,48
BH2	05/06/17	-	-	-	-	-	-	-	-	8,90	7,86	8,22	7,25	7,43

ID Sond.	11/ 2017	12/ 2017	01/ 2018	02/ 2018	03/ 2018	04/ 2018	05/ 2018	06/ 2018	07/ 2018	08/ 2018	09/ 2018	10/ 2018	11/ 2018	12/ 2018
PNIF61G3	n.d. *	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
S4	6,28	6,17	5,47	4,76	1,89	-	-	-	-	5,54	5,78	5,90	5,90	5,50
S5	27,67	27,62	27,57	27,64	26,17	-	-	-	-	26,50	27,50	27,60	27,80	27,80
S6	3,16	3,07	3,25	0,66	0,61	-	-	-	-	1,94	2,25	2,24	2,55	2,50

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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF28 01 E ZZ RG GE0102 001 B 46 di 119

ID Sond.	11/ 2017	12/ 2017	01/ 2018	02/ 2018	03/ 2018	04/ 2018	05/ 2018	06/ 2018	07/ 2018	08/ 2018	09/ 2018	10/ 2018	11/ 2018	12/ 2018
S8	3,43	2,30	1,26	0,51	0,36	-	-	-	-	2,72	2,80	2,94	2,88	1,72
S10	7,99	7,34	-	6,16	6,25	-	-	-	-	7,60	7,65	7,83	8,78	7,37
S11 Norton	9,96	9,73	9,75	8,99	6,99	-	-	-	-	9,00	9,35	9,35	10,10	8,85
S11 Casagr.	26,19	25,98	24,86	23,73	23,69	-	-	-	-	15,27	18,80	18,80	18,30	18,68
S12	5,18	5,49	5,22	2,74	2,68	-	-	-	-	2,37	3,40	3,70	3,72	4,42
S14	9,67	9,70	9,75	7,34	4,13	-	-	-	-	7,40	8,50	8,80	9,15	8,38
S15	48,63	47,92	48,73	48,65	48,22	-	-	-	-	48,85	48,90	49,00	49,03	49,00
S16	12,34	7,83	7,62	7,26	11,96	-	-	-	-	12,40	12,40	12,60	11,67	9,40
S17	10,39	10,20	9,95	9,70	5,77	-	-	-	-	9,50	9,50	n.d. *	-	-
S20	2,87	3,91	1,97	1,36	1,94	-	-	-	-	2,46	2,70	2,97	3,56	1,59
S21	8,66	8,62	8,63	8,51	8,26	-	-	-	-	8,30	8,57	8,56	8,60	8,50
S23	14,11	14,35	14,67	14,77	14,73	-	-	-	-	14,23	14,30	14,70	14,73	14,67
S25	15,30	15,14	15,13	15,03	14,82	-	-	-	-	15,35	13,65	15,80	15,75	15,70
S26	20,05	19,80	19,66	19,42	19,10	-	-	-	-	18,65	19,00	18,95	19,00	18,80
S27	8,28	8,20	-	-	7,56	-	-	-	-	7,80	7,75	7,95	7,82	7,70
C2	3,64	3,32	1,88	0,55	0,22	-	-	-	-	2,80	2,88	2,90	2,88	1,88
C10	3,36	2,43	1,16	0,93	0,95	-	-	-	-	n.d. *	n.d. *	2,53	2,88	1,54
C13	8,94	9,03	9,17	6,93	2,76	-	-	-	-	7,97	8,28	8,56	8,92	8,78
C17	23,60	22,56	22,38	21,12	22,50	-	-	-	-	22,48	22,70	22,76	22,70	22,40
C21	7,22	5,60	4,45	4,07	4,20	-	-	-	-	6,96	6,95	7,60	7,23	4,78
C22	3,14	5,98	6,16	5,86	5,04	-	-	-	-	5,90	5,95	6,10	6,00	6,00
AU2	3,34	3,16	3,07	2,96	2,35	-	-	-	-	n.d. *	-	-	-	-
AU3	3,46	n.d. *	n.d. *	2,92	2,65	-	-	-	-	3,30	3,12	3,30	3,22	3,04
AU7	8,74	9,11	9,24	8,72	9,30	-	-	-	-	8,80	9,11	9,25	9,51	9,53
AU11	6,29	6,18	5,64	5,44	3,95	-	-	-	-	4,63	5,25	5,20	5,50	5,07
AU14	5,94	6,02	5,00	4,76	0,14	-	-	-	-	4,35	4,85	5,37	5,74	1,60
ENS3	17,07	17,44	17,39	14,40	12,96	-	-	-	-	16,88	17,14	17,56	17,30	16,83
ENS5	1,52	1,54	1,38	1,55	1,18	-	-	-	-	1,35	1,75	1,20	1,10	0,80
G4	11,73	11,78	9,83	9,41	n.d. *	-	-	-	-	10,55	n.d. *	10,70	10,35	9,90

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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF28 01 E ZZ RG GE0102 001 B 47 di 119

ID Sond.	11/ 2017	12/ 2017	01/ 2018	02/ 2018	03/ 2018	04/ 2018	05/ 2018	06/ 2018	07/ 2018	08/ 2018	09/ 2018	10/ 2018	11/ 2018	12/ 2018
G5	5,03	4,20	1,83	1,32	0,45	-	-	-	-	n.d. *	n.d. *	1,64	1,60	0,78
G6	135,70	138,83	138,32	142,68	143,85	-	-	-	-	147,00	149,50	150,00	154,60	151,20
G7	69,91	69,95	69,91	70,10	70,22	-	-	-	-	n.d. *	77,50	77,80	77,70	77,80
G8	12,65	12,56	12,44	12,51	12,42	-	-	-	-	12,80	12,70	12,90	12,75	12,50
G10	7,13	6,69	6,54	7,00	6,32	-	-	-	-	5,80	6,37	6,80	6,88	6,89
G11	7,08	6,99	6,59	5,25	2,14	-	-	-	-	6,15	6,35	6,60	6,55	5,80
G13	33,66	39,60	39,56	33,64	28,06	-	-	-	-	34,50	34,20	34,16	33,84	33,88
BH1	3,54	3,27	2,57	0,80	0,67	-	-	-	-	2,80	3,07	3,25	3,47	3,26
BH2	6,97	6,91	6,50	5,73	5,87	-	-	-	-	6,38	6,38	6,50	6,54	6,36
BH_AV_1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,76	8,90
BH_AV_2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,08	2,60
BH_AV_3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,33	1,73
BH_AV_4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,59	5,48
BH_AV_5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,85	12,50
BH_AV_6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,38	2,50
BH_AV_7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,25	11,69

ID Sond.	01/ 2019	02/ 2019	03/ 2019	04/ 2019	05/ 2019	06/ 2019	07/ 2019	08/ 2019	09/ 2019	10/ 2019	01/2020	02/2020
PNIF61G3	n.d. *	n.d. *	n.d. *	-	-	-	-	-	-	-		
S4	5.15	-	4.00	-	-	5.10	5.30	6.20	6.00	6.06	5,80	5,09
S5	27,00	-	26.70	-	-	27.25	27.30	27.40	27.50	27.53	27,23	27,80
S6	0.85	-	0.80	-	-	0.90	1.35	2.10	2.28	2.30	0,93	0,75
S8	1.58	-	1.90	-	-	2.28	2.68	3.40	3.25	3.25	2,00	1,90
S10	7.44	-	6.80	-	-	6.95	7.30	7.80	7.85	7.85	9,80	6,64
S11 Norton	9.30	-	8.26	-	-	8.60	9.40	9.80	9.80	9.80	9,30	9,30
S11 Casagrande	18.80	-	16.70	-	-	24.60	24.70	25.00	25.05	25.00	24,60	25,17
S12	1.38	-	1.52	-	-	1.27	1.85	2.80	3.23	3.50	1,70	1,42
S14	8.30	-	5.60	-	-	8.05	8.38	8.70	9.25	9.30	8,83	9,00
S15	n.d. *	-	49,00	-	-	48,45	48,65	49,00	49,00	49,10	49,03	48,90

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> 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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 48 di 119

ID Sond.	01/2019	02/2019	03/2019	04/2019	05/2019	06/2019	07/2019	08/2019	09/2019	10/2019	01/2020	02/2020
S16	n.d. *	-	9,20	-	-	9,00	12,20	10,90	12,40	12,25	11,50	12,00
S17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S20	2,05	-	2,20	-	-	3,00	1,63	3,20	3,30	3,35	1,58	1,72
S21	8,38	-	8,60	-	-	8,48	8,60	8,65	8,60	8,56	8,55	8,60
S23	14,57	-	14,30	-	-	13,60	13,80	14,55	14,60	14,67	15,25	15,30
S25	15,60	-	15,60	-	-	15,60	15,65	16,30	16,25	16,18	16,23	19,20
S26	18,76	-	18,70	-	-	18,75	19,10	20,00	19,80	19,30	19,00	19,20
S27	7,67	-	7,40	-	-	7,65	7,65	8,12	8,20	8,13	7,70	7,80
C2	1,55	-	1,10	-	-	1,95	2,40	3,05	3,00	3,08	1,50	1,50
C10	0,95	-	1,00	-	-	1,02	1,35	2,10	2,32	2,32	1,06	1,03
C13	8,70	-	3,00	-	-	6,07	7,11	8,40	8,50	8,68	7,90	8,50
C17	22,55	-	22,30	-	-	22,30	22,40	22,60	22,65	22,47	-	-
C21	4,80	-	5,00	-	-	5,56	6,30	7,70	7,90	7,50	5,35	5,50
C22	5,80	-	5,70	-	-	5,95	6,00	6,00	6,00	6,03	6,00	6,10
AU2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AU3	3,00	-	2,20	-	-	n.d. *	n.d. *	3,60	3,58	3,60	3,05	3,30
AU7	9,60	-	8,70	-	-	9,00	9,03	9,40	9,55	9,55	9,80	9,70
AU11	4,40	-	4,80	-	-	5,20	5,30	5,85	5,90	5,90	5,35	5,50
AU14	0,30	-	1,30	-	-	n.d. *	n.d. *	5,50	5,70	5,76	1,80	1,35
ENS3	16,69	-	16,20	-	-	17,38	17,35	17,90	17,90	17,85	16,20	16,36
ENS5	0,16	-	0,20	-	-	0,75	0,70	0,70	0,70	0,65	0,50	0,50
G4	9,75	-	n.d. *	-	-	n.d. *	n.d. *	-	-	-	-	-
G5	0,20	-	1,25	-	-	n.d. *	n.d. *	-	-	-	-	-
G6	151,80	-	152,80	-	-	154,20	154,20	158,00	155,70	156,20	156,9	156,8
G7	77,75	-	77,70	-	-	n.d. *	77,60	77,80	77,75	77,80	77,45	78,00
G8	12,45	-	12,40	-	-	12,30	12,95	13,03	13,10	13,00	12,90	13,05
G10	6,66	-	3,90	-	-	5,35	5,68	5,42	6,46	6,46	6,36	6,50
G11	-	-	4,56	-	-	5,58	3,90	6,70	6,80	6,85	6,10	5,50
G13	32,27	-	34,20	-	-	33,65	34,90	34,85	34,80	34,83	33,62	33,73

APPALTATORE: Consortio 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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 49 di 119

ID Sond.	01/ 2019	02/ 2019	03/ 2019	04/ 2019	05/ 2019	06/ 2019	07/ 2019	08/ 2019	09/ 2019	10/ 2019	01/2020	02/2020
BH1	3,30	-	2,80	-	-	2,75	2,90	6,50	3,40	3,52	3,09	2,50
BH2	6,20	-	6,40	-	-	6,32	6,40	6,80	6,58	6,58	6,56	6,30
BH_AV_1	9,20	-	8,50	-	-	9,82	10,10	10,60	10,20	10,67	9,20	9,70
BH_AV_2	2,70	-	2,00	-	-	2,74	3,00	3,70	3,85	4,05	3,10	3,20
BH_AV_3	2,05	-	0,00	-	-	0,30	1,34	5,05	5,10	5,25	1,40	1,50
BH_AV_4	5,75	-	5,80	-	-	5,85	5,93	5,35	6,15	6,09	6,00	6,08
BH_AV_5	13,12	-	10,60	-	-	12,70	12,86	13,55	13,55	13,57	13,05	12,70
BH_AV_6	2,48	-	2,16	-	-	2,53	4,00	4,86	4,20	4,18	3,20	4,15
BH_AV_7	12,70	-	13,20	-	-	17,74	15,20	15,50	15,65	17,70	16,40	17,00

*n.d. *: Strumento non raggiungibile*

Tabella 17. Elenco delle letture piezometriche eseguite a partire da dicembre 2016 (dati in metri da p.c.).

2.3.3 Monitoraggio inclinometrico del Progetto Esecutivo

È stato riattivato il monitoraggio sui tubi inclinometrici disponibili realizzati durante le precedenti campagne d'indagine, ed è stato attivato quello sui nuovi tubi inclinometrici realizzati durante la campagna per il progetto esecutivo; tutti i dati sono riassunti nella tabella seguente (Tabella 18) dove sono elencate le date di installazione della strumentazione e delle letture effettuate.

Gli inclinometri di competenza del Consortio Hirpinia AV sono tutt'ora in lettura.

ID Sond.	Installaz. strument.	Letture 0	Letture 1	Letture 2	Letture 3	Letture 4	Letture 5	Letture 6	Letture 7
M1	10/11/2006	03/06/2019	02/07/2019	20/08/2019	12/09/2019	09/10/2019	22/01/2020	25/02/2020	
S20	12/08/2015	04/06/2019	01/07/2019	21/08/2019	10/09/2019	09/10/2019	23/01/2020		
AU8	24/03/2017	distretto							
BH3	07/06/2017	03/06/2019	02/07/2019	20/08/2019	10/09/2019	08/10/2019	22/01/2020	25/02/2020	
ENS1	05/04/2017	distretto							
ENS2	21/04/2017	04/06/2019	25/06/2019	20/08/2019	10/09/2019	09/10/2019	22/01/2020	25/02/2020	
ENS4	22/03/2017	04/06/2019	01/07/2019	20/08/2019	10/09/2019	09/10/2019	22/01/2020	25/02/2020	
F12	22/03/2017	04/06/2019	01/07/2019	20/08/2019	10/09/2019	09/10/2019	22/01/2020	25/02/2020	09/06/2020
F16	20/03/2017	04/06/2019	01/07/2019	21/08/2019	12/09/2019	09/10/2019	23/01/2020	26/02/2020	
G1	21/02/2017	03/06/2019	01/07/2019	20/08/2019	10/09/2019	08/10/2019	22/01/2020	25/02/2020	
G2	03/02/2017	03/06/2019	01/07/2019	10/09/2019	09/10/2019	22/01/2020	25/02/2020		

APPALTATORE: <u>Conorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> 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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 50 di 119

ID Sond.	Installaz. strument.	Letture 0	Letture 1	Letture 2	Letture 3	Letture 4	Letture 5	Letture 6	Letture 7
G9	27/03/2017	04/06/2019	01/07/2019	21/08/2019	12/09/2019	10/10/2019	23/01/2020	26/02/2020	
S17bis	20/03/2017	04/06/2019	01/07/2019	19/08/2019	12/09/2019	10/10/2019	22/01/2020	25/02/2020	09/06/2020
SN_GR_04	20/12/2019	-	-	-	-	-	-	-	-
SN_GR_05bis	31/10/2019	05/12/2019	11/03/2020 Nuova lett 0	11/05/2020	04/06/2020				
SN_GR_06ter	30/10/2019	05/12/2019	11/03/2020 Nuova lett 0	04/05/2020	22/06/2020				
SGR3	7/11/2019	05/12/2019	11/03/2020 Nuova lett 0	04/05/2020	04/06/2020				
SME2	22/11/2019	12/12/2019	02/03/2020 Nuova lett 0	04/05/2020	11/06/2020				
SME4	3/12/2019	12/12/2019	03/05/2020 Nuova lett 0	04/05/2020	15/06/2020				
SME5	10/01/2020	03/03/2020	04/05/2020	11/06/2020					
SME10	6/12/2019	12/12/2019	04/03/2020 Nuova lett 0	05/05/2020	22/05/2020	10/06/2020			
SME11	16/12/2019	04/03/2020	04/05/2020	22/05/2020	10/06/2020				
SME12	16/12/2019	04/03/2020	05/05/2020	22/05/2020	10/06/2020				
SROC0	12/12/2019	06/05/2020	15/06/2020						
SROC1	24/10/2019	06/05/2020	10/06/2020						
VI02_1	13/11/2019	25/11/2019	10/12/2019	10/03/2020 Nuova lett 0	08/05/2020	08/06/2020			
VI02_2	30/10/2019	25/11/2019	10/12/2019	10/03/2020 Nuova lett 0	30/04/2020	22/06/2020			
VI02_5	12/11/2019	25/11/2019	10/12/2019	13/03/2020 Nuova lett 0	30/04/2020	08/06/2020			
VI03-1	4/12/2019	13/12/2019	09/01/2020	29/01/2020	11/02/2020	09/03/2020	08/05/2020	25/05/2020	22/06/2020
VI03-2	22/11/2019	10/12/2019	09/01/2020	29/01/2020	11/02/2020	09/03/2020	08/05/2020	25/05/2020	22/06/2020
VI03-4	21/11/2019	10/12/2019	09/01/2020	13/03/2020 Nuova lett 0	05/05/2020	22/05/2020	10/06/2020		
VI03-5	28/11/2019	10/12/2019	09/01/2020	13/03/2020 Nuova lett 0	05/05/2020	22/05/2020	10/06/2020		

Tabella 18. Elenco delle letture inclinometriche eseguite a partire da giugno 2019.

APPALTATORE: <u>Consortio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> 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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 51 di 119

2.3.4 Monitoraggio piezometrico del Progetto Esecutivo

A partire dall'ottobre 2019 è stato attivato il monitoraggio sui tubi piezometrici disponibili, riassunti nella tabella seguente, dove sono elencate le date di installazione della strumentazione e le letture effettuate, espresse come soggiacenza dal piano campagna (in metri).

I piezometri di competenza del Consorzio Hirpinia AV sono tutt'ora in lettura.

ID Sond.	30 /1 0 20 19	04 /1 1 20 19	11 /1 1 20 19	14 /1 1 20 19	18 /1 1 20 19	25 /1 1 20 19	27 - 29 /1 1 20 19	02 /1 2 20 19	09 /1 2 20 19	13 /1 2 20 19	16/1 2 2019	20 /1 2 20 19	07/0 1 2020	23- 24/0 1 2020	6- 7/02/ 2020	13- 14/02 /2020	24- 26/2/ 2020	3/03/ 2020	9- 13/03 /2020	27- 28/04 /2020
HI-01	-	7.80	7.78	-	7.53	7.12	-	6.78	6.71	6.70	6.70	-	6.23	-		6.31			6.38	6.81
HI-03	-	4.70	4.68	-	4.72	4.76	-	4.81	4.81	4.81	4.79	-	4.40	-		4.38			4.43	4.74
VI01-1	-	2.53	2.55	-	2.53	2.55	-	2.52	2.52	2.52	2.51	-	2.39	-		2.23			2.15	2.23
VI01-2	-	3.85	3.80	-	3.82	3.83	-	3.83	3.82	3.84	3.82	-	3.75	-		3.70			3.74	3.74
VI03-6	-	-	-	-	-	3.13	-	3.15	3.21	-	3.25	-	3.16	-		3.21			3.25	3.24
VI03-3	-	-	-	-	-	-	7.35	7.50	7.88	-	7.91	-	7.53	-		7.56			7.75	7.87
VI04-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.25	6.25	-	5.95	-		5.93			5.88	5.98
AP-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.60	7.56	-			7.54		7.57	7.68
SN_01 bis	6.53	-	-	8.09	-	-	9.22	-	-	-	9.89	-	9.23	9.16	9.13	9.15			9.65	11.49
SN_01 ter	2.67	-	-	3.78	-	-	4.14	-	-	-	4.43	-	4.66	4.97	5.02	5.00			5.27	5.67
SN_02	-	-	-	0.00	-	-	0.00	-	-	-	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00	0.00
SN_02 bis	-	-	-	0.00	-	-	0.00	-	-	-	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00	0.00
SN_03 bis	-	-	-	1.87	-	-	1.95	-	-	-	1.98	-	2.30	3.35	3.38	3.97			1.03	2.63
SN_03 ter	-	-	-	1.20	-	-	1.36	-	-	-	1.59	-	1.71	2.95	3.38	3.97			1.03	2.00
SN_04 bis	1.30	-	-	2.24	-	-	2.68	-	-	-	3.10	-	3.23	3.28	3.29	3.31			2.55	2.61
SN_04 ter	No falda	-	-	No falda	-	-	No falda	-	-	-	No falda	-	No falda	No falda	No falda	No falda			No falda	No falda
SN_G R_01	-	-	-	-	-	-	7.30	-	-	-	11.10	-	11.18	11.20	11.22	11.99	10.36		10.31	10.26
SN_G R_03	-	-	-	-	-	-	6.38	-	-	-	8.26	-	11.63	11.96	12.00	11.99			11.02	11.26
SN_G R_03bis	-	-	-	-	-	-	12.50	-	-	-	14.86	-	17.95	18.02	18.05	18.05	18.49		17.51	17.76
SN_G R_04bis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+0.40	-	+0.40	-0.40	-0.40	+0.40			+0.40	+0.40

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.		ITINERARIO NAPOLI – BARI							
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> 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 IDROGEOLOGICA		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 52 di 119		

ID Sond.	30 /1 0 20 19	04 /1 1 20 19	11 /1 1 20 19	14 /1 1 20 19	18 /1 1 20 19	25 /1 1 20 19	27 - 29 /1 1 20 19	02 /1 2 20 19	09 /1 2 20 19	13 /1 2 20 19	16/1 2 2019	20 /1 2 20 19	07/0 1 2020	23- 24/0 1 2020	6- 7/02/ 2020	13- 14/02 /2020	24- 26/2/ 2020	3/03/ 2020	9- 13/03 /2020	27- 28/04 /2020
SN_G R_05	-	-	-	2.45	-	-	2.97	-	-	-	3.50	-	3.62	3.65	3.64	3.63	2.90		2.95	3.00
SN_G R_06	-	-	-	12.35	-	-	14.35	-	-	-	14.42	-	14.38	14.10	14.00	14.02			11.43	10.93
SN_G R_06bis	-	-	-	11.36	-	-	11.20	-	-	-	10.44	-	10.15	10.10	10.07	10.10	10.48		10.56	10.64
SN_M E_02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.36	-	3.51	3.39	3.39	3.37			3.72	3.98
SN_M E_03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.55	7.70	7.73	7.71			8.06	8.15
SN_M E_03bis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.15	-	3.36	3.84	3.81	3.83	7.55		7.18	7.25
SN_M E_04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.85	-	7.85	7.20	7.13	7.14	6.49		6.21	5.76
SN_M E_05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.05	-	4.15	4.20	4.22		4.41		4.38	4.87
SN_M E_07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42.65	44.40	44.40	44.40	44.41		47.08	48.37
SN_M E_07bis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16.77	18.20	18.24	18.25	16.93		17.03	17.23
SGR1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.20	6.22	6.21			3.32	3.66
SME1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.35	-	9.50	9.59	9.61	9.59	9.77		9.92	10.16
SME3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.03	-	6.74	6.34	6.35	6.35	7.46		9.26	10.34
SME6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.20	2.61	2.68		2.71	2.75	4.92
SME7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26.40	27.20	27.28	27.25	19.97		19.99	28.90
SROC 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.16	-	-	-	2.68	2.71	2.75		9.75	9.11
SROC 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52.50	52.47	52.45	59.46	59.55	61.98	65.39
SROC 6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	121.30	124.00	124.20	114.20	113.96	114.20	114.16
SROC 7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	84.15	84.27	84.25	83.91		83.97	84.20
SROC 9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	In pressione	-	In pressione	In pressione	+0.40		+0.40		+0.40	+0.40
RI56																	13.40		13.38	13.87
RI58																	7.88		7.91	3.39
RI59																	5.17		5.22	5.22

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> 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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 53 di 119

ID Sond.	30 /1 0 20 19	04 /1 1 20 19	11 /1 1 20 19	14 /1 1 20 19	18 /1 1 20 19	25 /1 1 20 19	27 - 29 /1 1 20 19	02 /1 2 20 19	09 /1 2 20 19	13 /1 2 20 19	16/1 2 2019	20 /1 2 20 19	07/0 1 2020	23- 24/0 1 2020	6- 7/02/ 2020	13- 14/02 /2020	24- 26/2/ 2020	3/03/ 2020	9- 13/03 /2020	27- 28/04 /2020
BH1	-	-	-	-	-	-	-	2, 65	2, 82	3,02	2, 94	3,48								
BH2	-	-	-	-	-	-	-	8, 90	7, 86	8,22	7, 25	7,43								

n.d. *: Strumento non raggiungibile

Tabella 19. Elenco delle letture piezometriche eseguite a partire da ottobre 2019 (dati in metri da p.c.)

2.3.5 Monitoraggio interferometrico del Progetto Esecutivo

Oltre alle indagini e ai monitoraggi precedentemente citati volti alla caratterizzazione qualitativa e quantitativa dei processi di versante, sono stati effettuati ulteriori studi e sono in corso monitoraggi basati sulle sull'elaborazione dei dati interferometrici. La società Nhazca s.r.l. ha eseguito un'analisi storica degli eventi deformativi utilizzando la tecnica A-DInSAR (*Advanced Differential SAR Interferometry*) e DInSAR (*Differential SAR Interferometry*), applicata su dati Sentinel-1 su un'area di 40 km². Le analisi sono state condotte su un *dataset* in doppia geometria orbitale (ascendente e discendente). Tramite questa tecnica sono stati identificati oltre 27'000 punti di misura che sono stati elaborati per la creazione di interferogrammi, ovvero di immagini differenziali che permettono di indentificare degli spostamenti significativi in superficie. Per la discussione dei risultati si rimanda allo specifico rapporto di elaborazione.

Si specifica che per la zona di frana di Grottaminarda è in corso un monitoraggio interferometrico basato su interferometria terrestre (cfr. paragrafo successivo).

2.3.6 Monitoraggi attivi nella zona di frana di Grottaminarda

Nell'ambito del progetto del I lotto funzionale Apice-Hirpinia, la zona di frana di Grottaminarda rappresenta un settore che richiede una particolare attenzione e un approfondimento dei vari aspetti di carattere geologico-geomorfologici inerenti ai corpi di frana individuati in modo da acquisire un quadro conoscitivo completo che permetta di valutare se lo scavo della galleria di Grottaminarda può interferire con il processo franoso oppure se si può ragionevolmente escludere ogni tipo di interferenza.

Per questo motivo sono stati approntati i seguenti monitoraggi:

- monitoraggio dei movimenti in profondità: la rete di monitoraggio dei movimenti in profondità è costituita dall'integrazione dei dati inclinometrici misurati manualmente sugli gli inclinometri già monitorati a partire dal Progetto Definitivo e dei dati acquisiti automaticamente attraverso il sistema di tipo *Vertical Array* approntato nell'ambito del Progetto Esecutivo. Il sistema di tipo *Vertical Array* modulare è costituito da sensori MEMS collocati in posizioni fisse per il monitoraggio di deformazioni, velocità ed accelerazioni del corpo franoso. I sensori risultano ubicati con passo da 0.50 m nei tratti superficiali e con passi progressivamente maggiori di 1 m e di 2 m nei tratti più profondi. Il dispositivo tipo Array include differenti sensori per il monitoraggio di deformazioni, velocità ed accelerazioni del corpo franoso, temperatura del terreno, connessi da un cavo di resistenza meccanica e da un unico cavo elettrico quadripolare. Le stazioni di monitoraggio attualmente attive sono quelle rappresentate in Figura 2 e i cui dettagli di installazione sono riportati in Tabella 1. Alla data attuale il monitoraggio automatico è ancora in fase iniziale, non è possibile ancora trarre delle informazioni significative a riguardo. A titolo illustrativo si fornisce un'immagine (di ultima acquisizione relativa alla stazione installata in SN01 e relativa agli spostamenti locali sui nodi;
- monitoraggio dei movimenti di superficie: per l'analisi dei movimenti che presentano effetti in superficie, è in corso un monitoraggio basato su interferometria TInSAR terrestre la cui durata prevista è di 6 mesi. Il monitoraggio è incominciato il 22 novembre 2019. Sul versante della frana

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> 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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. FOGLIO B 54 di 119

di Grottaminarda sono stati installati 20 corner reflector (Figura 4) che vengono utilizzati come “bersagli” per misurare gli spostamenti differenziali e quindi per individuare i diversi cinematici. La tecnica TInSAR (Terrestrial Interferometric Synthetic Aperture Radar) si basa sull’utilizzo di un sensore radar attivo, installato su una piattaforma terrestre, che trasmette il segnale e ne riceve gli echi di ritorno dai bersagli riflettenti. Nella configurazione utilizzata, il sensore è costituito da due antenne (una trasmettente, una ricevente) e si muove lungo una traiettoria predefinita grazie a un binario lineare, acquisendo immagini radar durante tale movimento. L’area monitorata utilizzando questa tecnica è riportata in Figura 5. Come per il monitoraggio di cui al punto precedente anche in questo caso non c’è ancora uno storico sufficientemente prolungato per trarre delle considerazioni sui movimenti in atto. Allo scopo esclusivamente illustrativo, in Figura 7 si fornisce un’immagine di una prima elaborazione degli spostamenti differenziali misurati per un periodo di tempo limitato (22 novembre - 15 dicembre). Per un approfondimento metodologico si rimanda allo specifico rapporto;

- monitoraggio della falda: la rete di monitoraggio della falda in corrispondenza del settore di frana è costituita dall’integrazione dei dati piezometrici misurati manualmente sui piezometri già monitorati a partire dal Progetto Definitivo e dei dati acquisiti automaticamente attraverso n. 2 Celle di Casagrande. I fori equipaggiati con le celle di Casagrande hanno un trasduttore a corda vibrante, finalizzati al monitoraggio del regime freatico nel corpo di frana. I fori equipaggiati con questi dispositivi sono SN_01bis, SN_02bis, SN_03bis e SN_04.bis. Al momento della stesura della presente relazione il monitoraggio è stato avviato da ca. 6 mesi. A titolo esclusivamente illustrativo si riporta un grafico (Figura 8) dei valori di soggiacenza e temperatura vs tempo acquisiti in una cella installata in SN_02bis a 35 m di profondità.

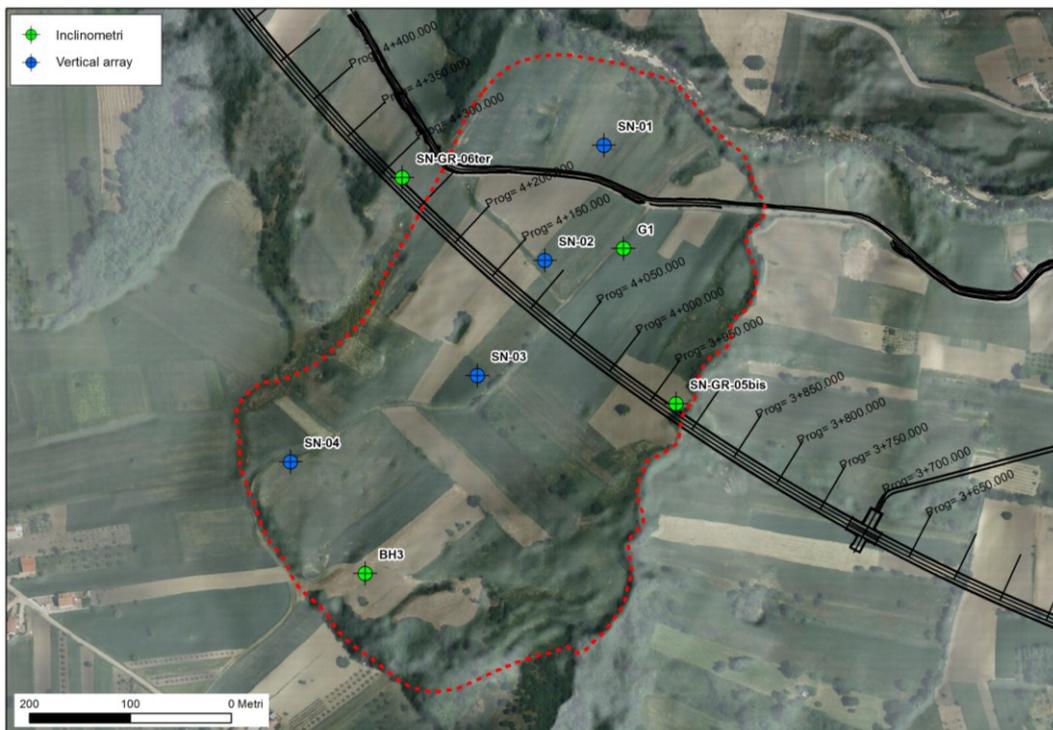


Figura 2. Ubicazione dei punti delle stazioni vertical array.

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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 55 di 119

Vertical Array:	Codice Perforazione:	Centralina:	Data di installazione:	Data di riferimento:
DT0111	SN1	ID0070	22/01/2020	28/01/2020
T0112	SN2	ID0071	23/01/2020	01/02/2020
DT0113	SN3	ID0072	23/01/2020	30/01/2020
DT0114	SN4	ID0073	22/01/2020	27/01/2020

Tabella 20 – Dettaglio dei sistemi vertical array attualmente attivi sulla zona di frana di Grottaminarda. La data di riferimento è relativa all’inizio dell’acquisizione dei dati inclinometrici.

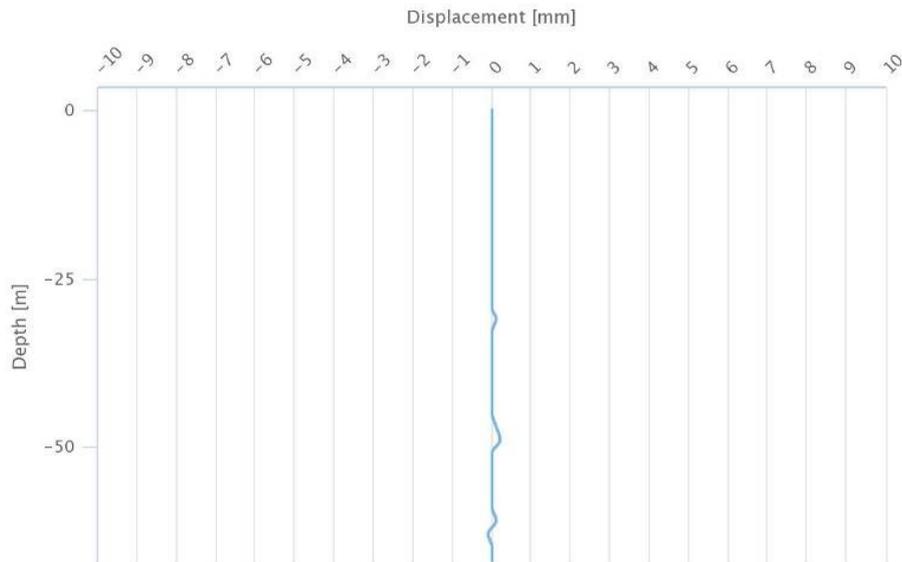


Figura 3. Grafico degli spostamenti locali per nodi relativo a SN01 e acquisito il 20/02/20.

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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B FOGLIO 56 di 119

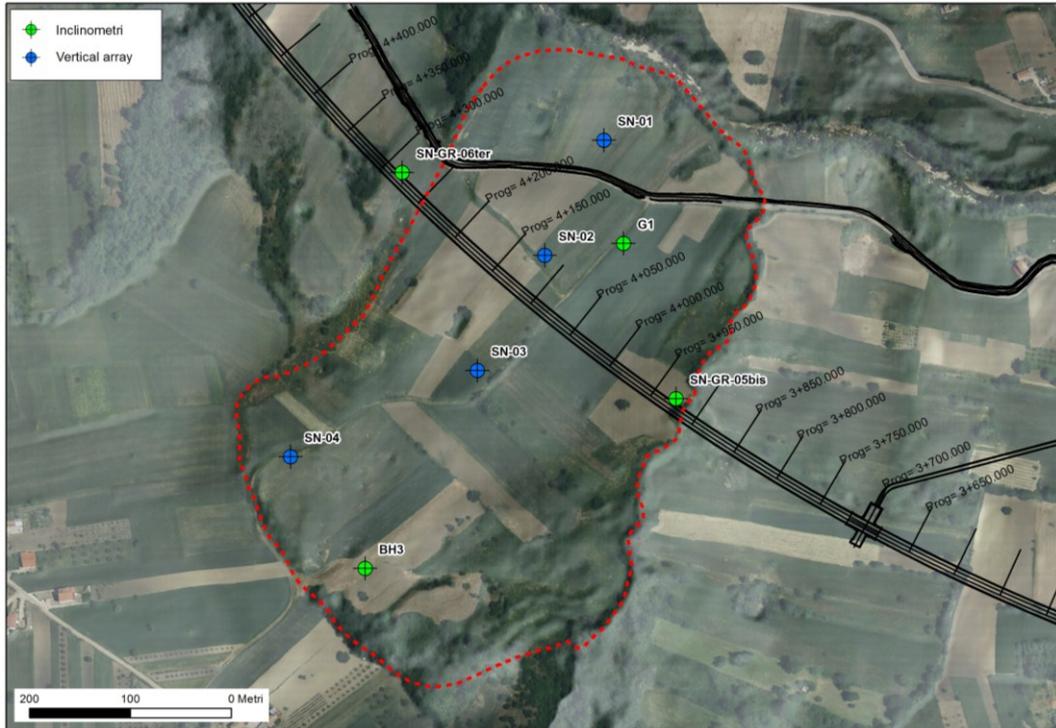


Figura 4. Ubicazione dei *corner Reflector* installati e dei punti di monitoraggio utilizzati per l'esportazione delle serie temporali di spostamento.

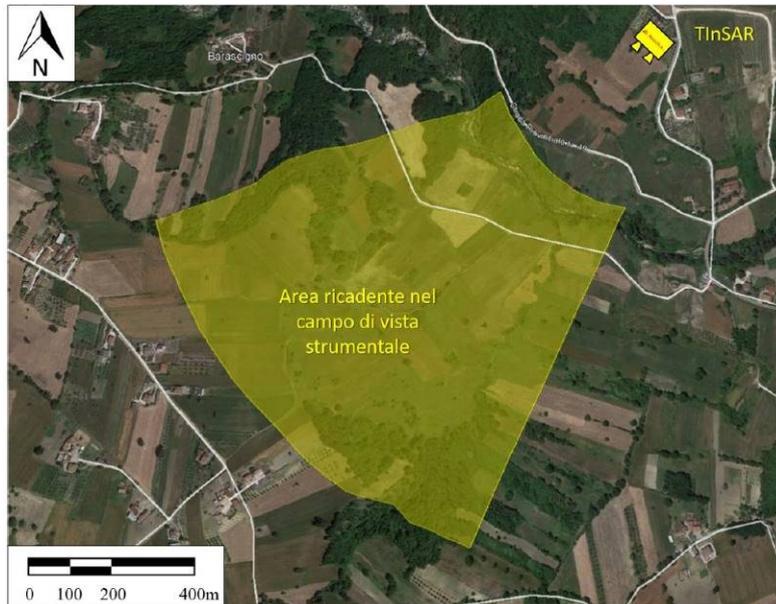


Figura 5. Ubicazione della postazione di monitoraggio TInSAR su immagine ottica satellitare ed area ricadente nel campo di vista strumentale.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> 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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. FOGLIO B 57 di 119



Figura 6. Foto della postazione di monitoraggio TInSAR.

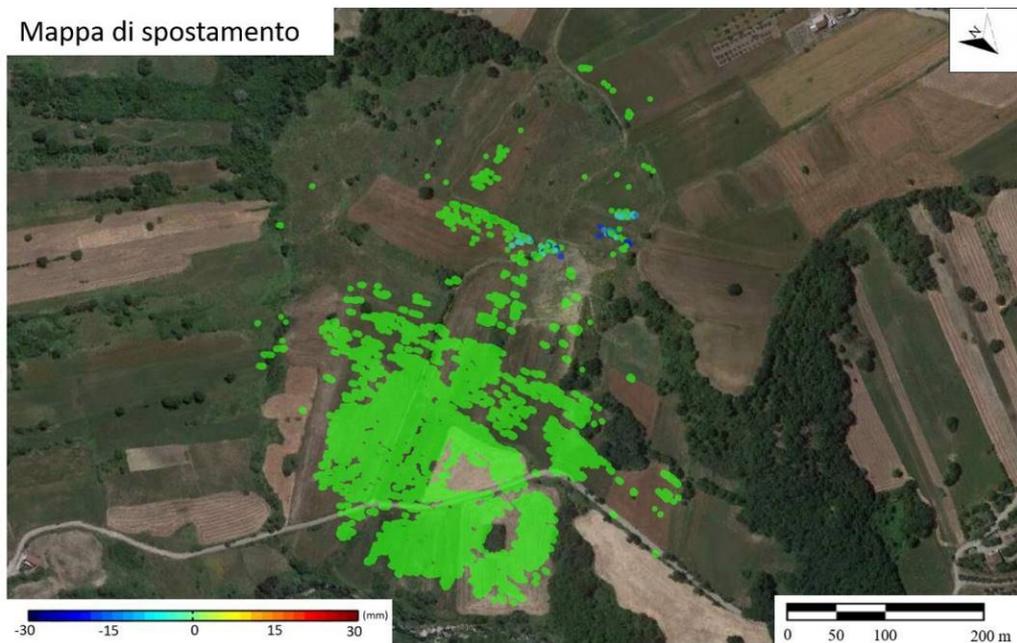


Figura 7. Mappa di spostamento TInSAR per il periodo 22 novembre - 15 dicembre 2019.

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 RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 58 di 119
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA						

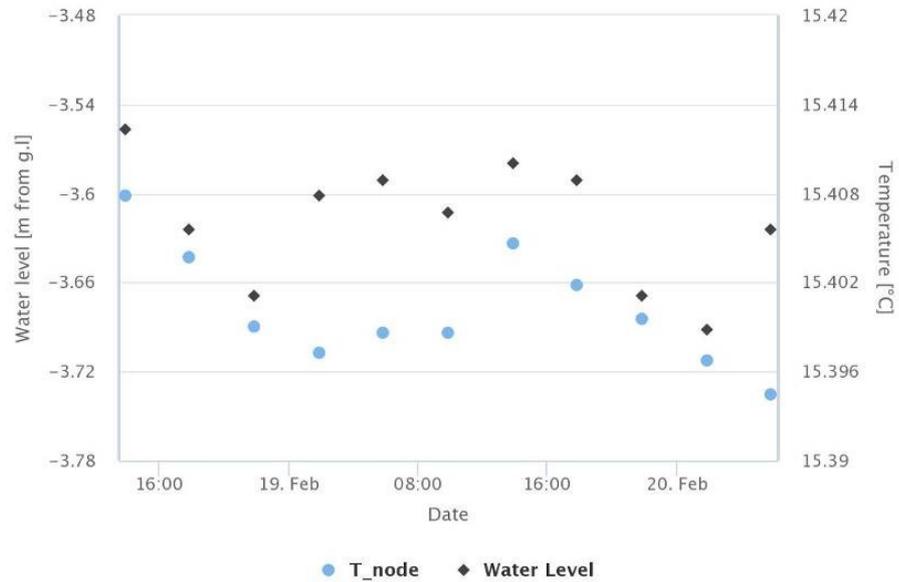


Figura 8. Misura di soggiacenza e temperatura vs tempo rispetto ad una cella di Casagrande installata a 25 m di profondità in SN_02bis.

APPALTATORE: <u>Conorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> 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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 59 di 119

3 COMPLESSI IDROGEOLOGICI

3.1 PREMESSA

L'area di studio è stata suddivisa in diversi complessi idrogeologici a grado di permeabilità differente, distinguendo poi negli ammassi rocciosi e nei terreni attraversati dalle opere settori con comportamento idrogeologico omogeneo. I sistemi di flusso idrico sotterraneo possono svilupparsi all'interno di un solo complesso idrogeologico, quando questo è limitato lateralmente da complessi meno permeabili, oppure possono attraversare più complessi permeabili adiacenti. La classificazione dei complessi è basata sia su una rianalisi critica dei test di permeabilità eseguiti nei sondaggi realizzati nell'ambito del Progetto Definito e del Progetto Preliminare, sia sull'analisi dei nuovi test realizzati durante la campagna di indagini del progetto Esecutivo.

In generale sono stati distinti complessi permeabili per porosità e complessi permeabili per fratturazione. I primi sono essenzialmente i complessi costituiti da depositi sciolti superficiali (depositi quaternari) dove, essendo assenti fenomeni di cementazione, è presente una porosità primaria significativa. I secondi sono i complessi sviluppati in litotipi del substrato pre-quaternario, che essendo caratterizzati da fenomeni di consolidamento e/o cementazione possiedono una permeabilità primaria per porosità non significativa e comunque di numerosi ordini di grandezza inferiore rispetto alla permeabilità per fratturazione e/o fenomeni di dissoluzione chimica (carsismo s.l.).

L'attribuzione del grado di permeabilità ad ogni complesso idrogeologico attraversato dal tracciato di progetto è basata sui dati di permeabilità misurati nei sondaggi e disponibili in letteratura. Laddove non sono disponibili valori misurati o quando i dati disponibili non garantiscono adeguate affidabilità e rappresentatività statistica, la stima della permeabilità è stata basata su un'analisi critica dei dati geologici di terreno e sull'analogia con formazioni con caratteristiche idrodinamiche simili. Durante le fasi di rilevamento di terreno è stata prestata particolare attenzione alla descrizione dello stato di fratturazione e del grado di cementazione.

Va altresì specificato che i valori di conducibilità idraulica forniti si riferiscono ad una scala decametrica o pluri-decametrica, significativa per la dimensione delle opere in progetto. A piccola scala (metrica o pluri-metrica), come già ricordato in precedenza, potrebbero essere incontrati valori anche più elevati di quelli indicati nel presente rapporto e negli elaborati correlati, dal momento che a tale scala la permeabilità potrebbe essere governata dalle caratteristiche idrauliche di singole fratture. Questi elementi tuttavia spesso risultano poco interconnessi a scala maggiore, risultando ininfluenti per considerazioni idrogeologiche a scala medio-grande quale quella di interesse per il presente lavoro.

3.2 CLASSIFICAZIONE DEI COMPLESSI

3.2.1 Complessi dei terreni di copertura

Complesso argilloso-limoso (CAL)

Unità interessate:

- ec – depositi eluvio-colluviali
- dc – depositi detritico-colluviali
- frane – depositi franosi derivanti da terreni argilloso-marnosi e in cui sono ricompresi fenomeni gravitativi quali i colamenti (co), gli scivolamenti rotazionali-traslattivi (sc), i crolli (cr), i movimenti complessi (mc) e i soliflussi (sl)

È costituito da argille limose e argille sabbiose a struttura caotica o indistinta, con abbondanti resti vegetali e frequenti ghiaie poligeniche da angolose a sub-arrotondate; localmente si rinvencono passaggi

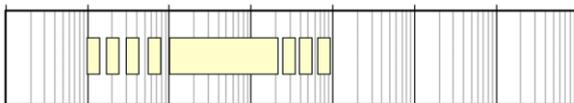
APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 60 di 119

di sabbie argillose e limi argilloso-sabbiosi a struttura caotica o indistinta, con abbondanti resti vegetali e frequenti ghiaie poligeniche da angolose a sub-arrotondate.

I depositi appartenenti a questo complesso costituiscono acquicludi e acquitardi porosi e di scarsa trasmissività, piuttosto eterogenei ed anisotropi; sono privi di corpi idrici sotterranei di importanza significativa, a meno di piccole falde a carattere stagionale. La permeabilità, esclusivamente per porosità, è variabile da molto bassa a bassa.

Intervallo di permeabilità del complesso [m/s]

1.E-10 1.E-09 1.E-08 1.E-07 1.E-06 1.E-05 1.E-04 1.E-03



Complesso sabbioso-limoso (CSL)

Unità interessate:

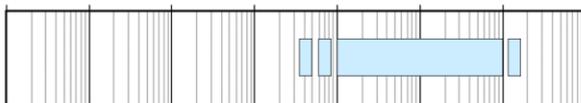
- SFL4 – subsistema del Fiume Ufita
- SFL3 – subsistema di Benevento
- SFL2 – subsistema di Capodimonte
- SFL1 – subsistema di Castello del Lago
- an - depositi alluvionali antichi

È costituito da sabbie e sabbie limose a stratificazione indistinta o incrociata, con abbondanti ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate; localmente si rinvengono lenti e/o livelli di ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-angolose ad arrotondate, in matrice sabbiosa e sabbioso-limoso da scarsa ad abbondante.

I depositi appartenenti a questo complesso costituiscono acquiferi porosi di discreta trasmissività, piuttosto eterogenei ed anisotropi. La permeabilità, esclusivamente per porosità, è variabile da bassa a media.

Intervallo di permeabilità del complesso [m/s]

1.E-10 1.E-09 1.E-08 1.E-07 1.E-06 1.E-05 1.E-04 1.E-03



Complesso ghiaioso-sabbioso (CGS)

Unità interessate:

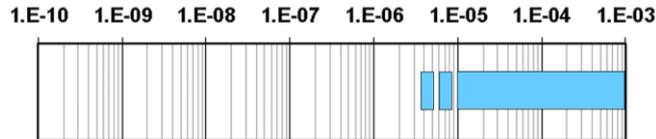
- ar - depositi alluvionali recenti
- at – depositi di origine antropica

È costituito da ghiaie poligeniche ed eterometriche, da angolose ad arrotondate, in matrice sabbiosa e sabbioso-limoso da scarsa ad abbondante; localmente si rinvengono passaggi di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi a struttura indistinta o laminata, con locali ghiaie poligeniche da angolose ad arrotondate; talora sono presenti paleosuoli e livelli limoso-argillosi.

I depositi appartenenti a questo complesso costituiscono acquiferi porosi di buona trasmissività, piuttosto eterogenei ed anisotropi. La permeabilità, esclusivamente per porosità, è variabile da media ad alta.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> 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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 61 di 119

Intervallo di permeabilità del complesso [m/s]



3.2.2 Complessi delle unità del substrato

Complesso argilloso-marnoso (CAM)

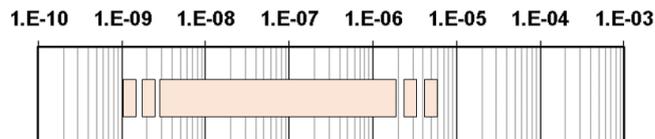
Unità interessate:

- FYR - Unità a dominante argilloso-marnosa del Flysch Rosso
- FYRcaot – Depositi caotici del Flysch Rosso (FYRca: Litofacies argilloso-marnosa; FYRcb: Litofacies argilloso-marnosa ad elementi ruditici; FYRcc: Litofacies ruditica a matrice argilloso marnosa)
- ANZ2a - Argille marnose delle Molasse di Anzano (Formazione di Altavilla)
- BNA2 – Litofacies pelitica della Formazione della Baronia
- BNA3a – Interstrati limoso-argillosi contenuti nelle arenarie del Membro di Apollosa (BNA3) della Formazione della Baronia

È costituito da argille, argille siltose, argille limoso-marnose e argille marnose a struttura scagliosa o indistinta, talora stratificata, con intercalazioni di sottili livelli di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi e livelli di calcareniti e litareniti quarzose. Sono comprese le diverse litofacies dei depositi caotici nei quali, a prescindere dalla percentuale relativa di blocchi e matrice, la componente pelitica risulta sempre quella relativamente maggiore.

Costituiscono acquicludi e acquitardi porosi e di scarsa trasmissività, piuttosto eterogenei ed anisotropi; sono privi di corpi idrici sotterranei di importanza significativa, a meno di piccole falde scarsamente alimentate o con assenza di alimentazione contenute nei livelli sabbioso-arenacei. Costituiscono degli elementi tamponanti per gli acquiferi giustapposti verticalmente o lateralmente.

Intervallo di permeabilità del complesso [m/s]



Complesso arenaceo-sabbioso (CAS)

Unità interessate:

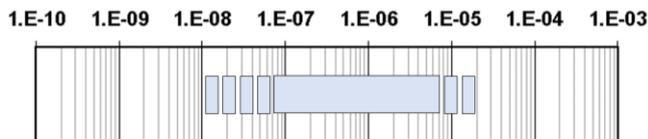
- ANZ2 – Litofacies arenacea e sabbiosa delle Molasse di Anzano;
- BNA1 - Litofacies sabbiosa del Membro dei conglomerati e delle sabbie di S. Sossio Baronia
- BNA3 – Arenarie e sabbie del Membro di Apollosa della Formazione della Baronia

È costituito da arenarie da cementate a poco cementate litiche e quarzoso-litiche da medie a grossolane, sabbie quarzoso-feldspatiche poco cementate e a tratti laminate, da fini a grossolane, con interstrati da cm a m di marne, silti e argille.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> 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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 62 di 119

Costituiscono acquiferi misti di medio-alta trasmissività, piuttosto eterogenei ed anisotropi. La permeabilità, per porosità e per fessurazione, è variabile da bassa a media. La permeabilità laterale (lungo strato) è tendenzialmente superiore rispetto a quella verticale, per presenza di intercalazioni di livelli pelitici a minore permeabilità. Dal punto di vista idraulico, in alcuni settori è possibile che i livelli acquiferi siano parzialmente o completamente compartimentati dai livelli a bassa permeabilità.

Intervallo di permeabilità del complesso [m/s]



Complesso calcareo (CC)

Unità interessate:

- FYR2 – Membro calcareo del Flysch Rosso;

È costituito da calciruditi, calcareniti a cemento spatico e brecce calcaree ad elementi poligenici. In alcuni settori (es. cava di Orticello) le brecce costituiscono bancate massive plurimetriche attraversate da sistemi discreti di fratture con apertura mm-cm, interessati da epicarsismo. In altri settori (imbocco Grottaminarda lato NA) l'ammasso è intensamente fratturato per tettonizzazione. In questo caso le fratture non sono quasi mai libere e presentano un riempimento di argille rosso-verdi.

Costituiscono acquiferi di medio-bassa trasmissività. La permeabilità per fessurazione e, secondariamente, per carsismo è variabile da bassa a molto bassa e solo localmente diventa media in corrispondenza di sistemi di fratture libere o scarsamente intrise di materiale pelitico e sufficientemente interconnesse.

Intervallo di permeabilità del complesso [m/s]



Complesso arenaceo-marnoso (CAR)

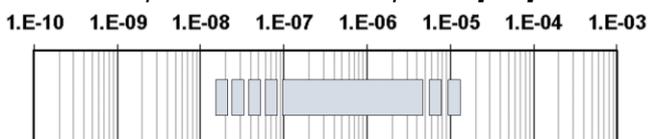
Unità interessate:

- PCL – Formazione del Vallone di Ponticello;

Areniti cementate a grana medio-fine arrotondati a grana medio-grossa con alternanze arenaceo-marnose e marnoso-siltose. Nelle areniti sono presenti intercalazioni dm-m di arenarie a matrice argillosa, e di strati di argille marnose scagliose, molto compatte. La fratturazione è variabile da bassa a molto sviluppata, specialmente in prossimità delle zone di tettonizzazione.

Nelle porzioni maggiormente fratturate costituiscono acquiferi a medio-alta permeabilità, mentre costituiscono acquitardi laddove le fratture sono poco sviluppate determinando una bassa permeabilità. Sono possibili compartimentazioni idrauliche laterali da parte dei livelli pelitici a minore permeabilità.

Intervallo di permeabilità del complesso [m/s]



APPALTATORE: <u>Conorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> 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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. FOGLIO B 63 di 119

3.3 PERMEABILITÀ DELLE FORMAZIONI

3.3.1 Distribuzione statistica delle permeabilità delle formazioni

L'insieme dei valori di permeabilità ottenuti dalle prove idrauliche effettuate nell'ambito del Progetto Definitivo e del Progetto Esecutivo per le varie tratte del tracciato dell'opera è stato utilizzato per ricostruire il diagramma "a scatola e baffi" (o *box and whiskers plot*) rappresentato in Figura 9. Tale rappresentazione grafica esprime efficacemente la distribuzione statistica e la dispersione dei valori di conducibilità idraulica delle varie litofacies appartenenti alle diverse formazioni geologiche.

Gli elementi rappresentati in figura hanno i seguenti significati:

- le scatole (box) includono il 50% delle osservazioni;
- il bordo inferiore delle scatole corrisponde al 25° percentile o primo quartile (Q1);
- la linea interna alle scatole corrisponde alla mediana ovvero al 50° percentile o secondo quartile (Q2);
- il bordo superiore delle scatole corrisponde al 75° percentile o terzo quartile (Q3);
- i baffi (*whiskers*) corrispondono al valore minimo (baffo inferiore) e al valore massimo (baffo superiore) osservati; in pratica, i baffi mettono in evidenza la presenza di *outliers*, ovvero osservazioni eccezionali e pertanto poco significative dal punto di vista statistico.

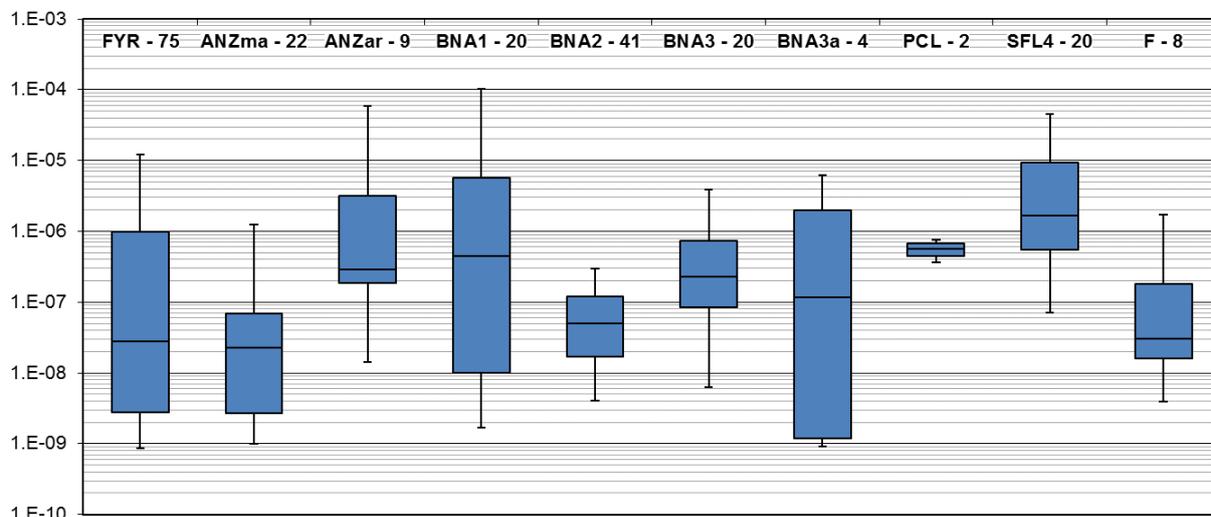


Figura 9. Diagramma "a scatola e baffi" dei valori di permeabilità [m/s] ottenuto combinando i risultati delle prove idrauliche effettuate nell'ambito del Progetto Definitivo e del Progetto Esecutivo. Le sigle fanno riferimento alle formazioni, così come riportate nelle carte e nei profili geologici; i valori si riferiscono al numero di dati complessivamente utilizzati per ricostruire la distribuzione statistica.

Il diagramma consente di osservare che alcune litofacies sono caratterizzate da un'elevata dispersività dei dati. Dall'esame dei valori ottenuti, per ogni formazione è stata identificata una permeabilità di riferimento ed un campo di variabilità che identifica il massimo e minimo valore ragionevolmente atteso (quindi escludendo i "baffi" ottenuti nelle varie rappresentazioni). Come si può notare dal confronto tra il grafico ottenuto e la legenda delle carte idrogeologiche, non sono disponibili valori derivanti da misure per tutte le formazioni attraversate dall'opera in progetto. Pertanto, per le formazioni per cui non sono disponibili informazioni specifiche si è effettuata una stima delle proprietà idrauliche basandosi sulle loro caratteristiche litologico-strutturali e utilizzando dati di riferimento prelevati dalla letteratura scientifica.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> 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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. FOGLIO B 64 di 119

In sintesi, sulla base dei dati disponibili (cfr. Figura 9) e delle osservazioni effettuate in situ è possibile attribuire alle formazioni i valori riportati in Tabella 21.

Tabella 21 – Valori minimi, massimi e mediani relativi alle varie formazioni, comprese le faglie, determinati sulla base delle misure disponibili o attribuiti sulla base caratteristiche delle loro litologico-strutturali osservate in situ.

Sigla	Tipo di permeabilità	Permeabilità MED [m/s]	Permeabilità MIN [m/s]	Permeabilità MAX [m/s]
FYR + FYR caot.	porosità/fessurazione	3.0E-08	3.0E+09	1.0E-06
FYR faglia	porosità/fessurazione	5.0E-08	-	-
FYR2	fessurazione/carsismo	5.0E-07	1.0E-08	1.0E-06
FYR2 faglia	fessurazione/carsismo	1.0E-06	-	-
ANZ2	fessurazione	3.0E-07	2.0E-07	2.0E-06
ANZ2 faglia	fessurazione	1.0E-06	-	-
ANZ2a	porosità/fessurazione	2.0E-08	2.0E-09	6.0E-08
ANZ2a faglia	porosità/fessurazione	5.0E-08	-	-
BNA1b	fessurazione	5.0E-07	1.0E-08	6.0E-06
BNA2	porosità/fessurazione	5.0E-08	1.0E-08	1.0E-07
BNA2 faglia	porosità/fessurazione	1.0E-07	-	-
BNA3	fessurazione	2.0E-07	8.0E-08	1.0E-06
BNA3 faglia	fessurazione	1.0E-06	-	-
BNA3a	porosità/fessurazione	1.0E-08	1.0E-09	1.0E-07
BNA3a faglia	porosità/fessurazione	2.0E-08	-	-
PCL	fessurazione	6.0E-07	1.0E-08	1.0E-06
SFL4	porosità	2.0E-06	5.0E-07	1.0E-05
Frane	porosità	3.0E-08	2.0E-08	2.0E-07

3.3.2 Permeabilità delle unità del Flysch Rosso

La Figura 10 riporta la distribuzione delle permeabilità del Flysch Rosso, nella litofacies argillosa (FYR) e caotica (FYRca, FYRcb, FYRcc) appartenenti al complesso argilloso-marnoso (CAM), in relazione alle profondità dei tratti delle prove idrauliche realizzate nei membri del Flysch Rosso. I valori sono molto dispersi e non si osserva una correlazione tra le profondità di indagine e una conseguente riduzione delle permeabilità. Questa assenza di correlazione è molto probabilmente riconducibile al fatto che l'Unità del Flysch Rosso è molto eterogenea dal punto di vista compositivo, variando da litofacies francamente argillose (FYR) molto poco permeabili a depositi caotici (FYRca, FYRcb, FYRcc), in cui il rapporto tra frazione pelitica e frazione lapidea varia anche a piccola scala, oppure variando a litofacies localmente arenacee in cui è presente una porosità secondaria per fratturazione con incrementi locali dei valori di permeabilità.

I valori di permeabilità minimi sono riconducibili a situazioni in cui la frazione argillosa rappresenta la componente totale del tratto indagato. La permeabilità mediana è pari a 3E-08 m/s; tale valore è stato considerato come riferimento per la stima delle portate drenate in galleria al passaggio di questa

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> 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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. FOGLIO B 65 di 119

formazione. Per le zone interessate dall'attraversamento di faglie è stato stimato un valore di riferimento pari a $5E-08$ m/s, ovvero un lieve incremento rispetto alla permeabilità della litologia in condizioni indeformate.

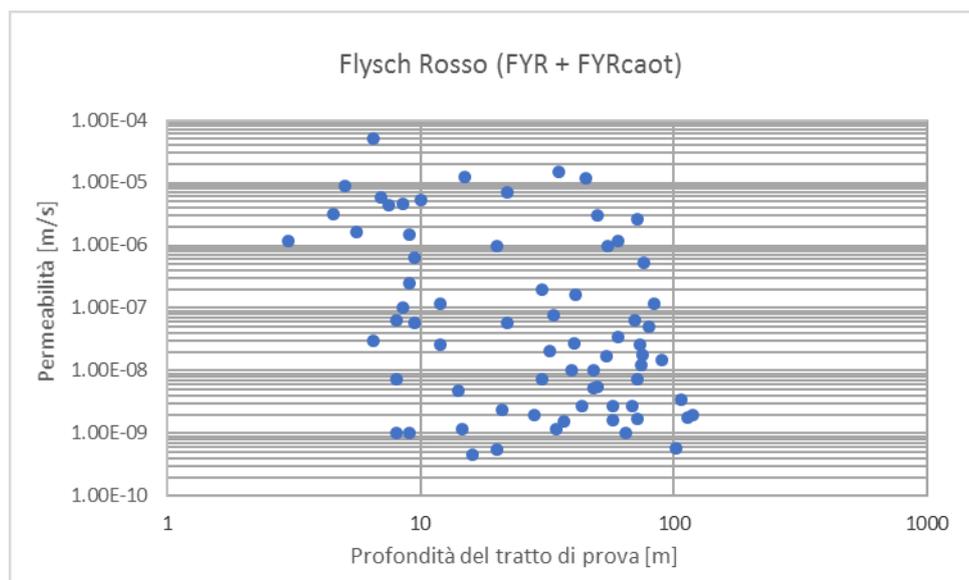


Figura 10. Distribuzione delle permeabilità (m/s) del Flysch Rosso (FYR+FYRcaot) in relazione alle profondità dei tratti di prova derivate dalle prove idrauliche.

Il membro calcareo del Flysch Rosso (FYR2), appartenente al complesso calcareo (CC), è costituito da calcari di tipo rudstone e brecce calcaree in strati e banchi massivi o intervallati a scala metrica da livelli centimetrico-decimetrici di argille. La formazione ha una permeabilità secondaria per fratturazione. La fratturazione varia spazialmente, da molto pervasiva in prossimità delle zone di faglia a poco pronunciata nei settori distali rispetto alle faglie. Ove presenti, le fratture sono generalmente riempite interamente o parzialmente di argilla, fattore che conferisce una permeabilità non molto elevata. Nel FYR2 non sono state eseguite prove in foro. È stata attribuita una permeabilità di riferimento di $5E-07$ m/s, mentre nelle zone maggiormente fratturate o fagliate il valore di riferimento è di $1E-06$ m/s.

3.3.3 Permeabilità della Formazione del Vallone di Ponticello

La Formazione di Vallone di Ponticello (PCL), di origine torbiditica, è costituita da alternanze di arenarie, marne e peliti. Tale formazione appartiene al complesso idrogeologico arenaceo-marnoso (CAR). La permeabilità è principalmente per fratturazione. Sebbene le prove a disposizione non consentano un'analisi statisticamente rappresentativa della distribuzione delle permeabilità, si è assunto comunque come valore mediano quello derivante dalle prove, ovvero $6E-07$ m/s (Figura 11).

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> 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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. FOGLIO B 66 di 119

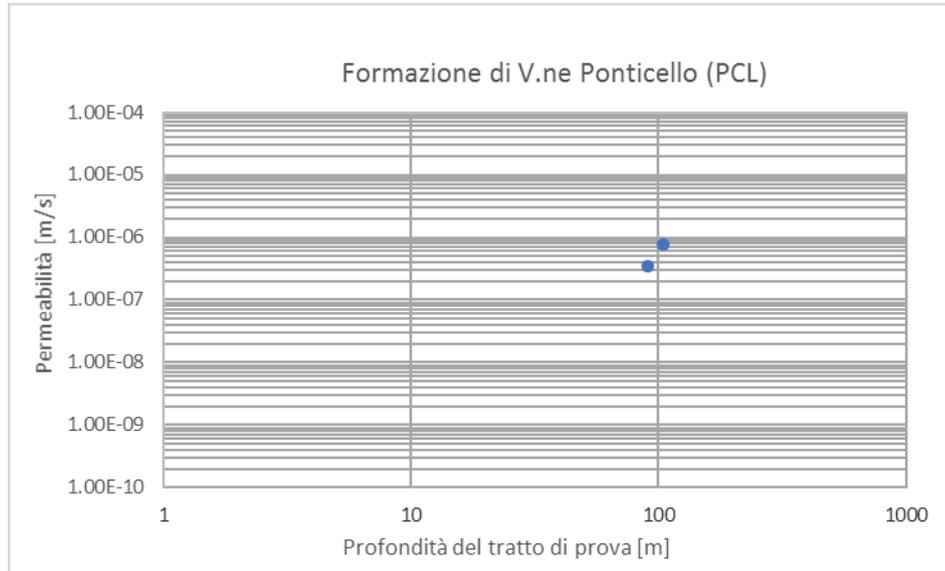


Figura 11. Distribuzione delle permeabilità (m/s) della Formazione di V.ne Ponticello in relazione alle profondità dei tratti di prova derivate dalle prove idrauliche.

3.3.4 Permeabilità delle unità della Formazione delle Molasse di Anzano

Il membro arenaceo della Formazione delle Molasse di Anzano (ANZ2), appartenente al complesso arenaceo-sabbioso (CAS), è costituito da arenarie silicoclastiche da poco a mediamente cementate e sabbie siltose poco cementate. La permeabilità è principalmente per fratturazione e la permeabilità mediana dei valori misurati è pari a $3.0E-07$ m/s. Dal grafico di Figura 12, seppur i dati non siano sufficienti per essere statisticamente significativi, si osserva una buona correlazione tra la riduzione della permeabilità e la profondità delle misure. Per le zone attraversate da faglie è stata stimata una permeabilità pari a $1E-06$ m/s, in quanto si stima che la fratturazione provoca in questa litologia un aumento significativo dell'interconnettività idraulica del sistema.

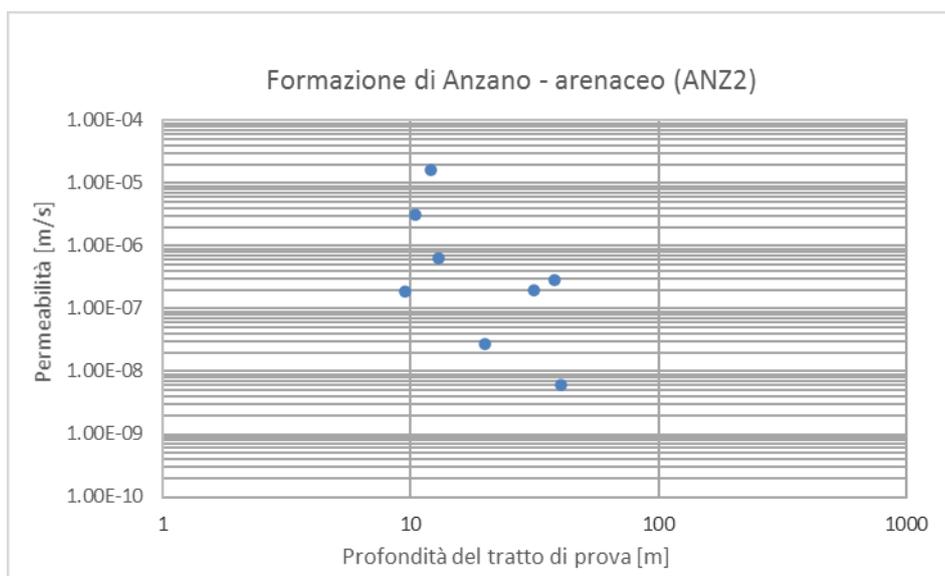


Figura 12. Distribuzione delle permeabilità (m/s) della Formazione di Anzano – arenaceo (ANZ2) in relazione alle profondità dei tratti di prova derivate dalle prove idrauliche.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> 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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. FOGLIO B 67 di 119

Il membro pelitico della Formazione delle Molasse di Anzano (ANZ2a), appartenente al complesso argilloso-marnoso (CAM), è costituito da argille marnose e siltoso sabbiose grigie con interstrati sabbiosi millimetrici. La permeabilità è bassa o molto bassa e il valore mediano è di 2E-08 m/s. Il valore stimato per le zone in faglia è di 5E-08, non molto superiore a quello mediano, in quanto in questa litologia non ci si attende che le deformazioni tettoniche possano produrre incrementi significativi di permeabilità. L'influenza della profondità sul valore di permeabilità è relativamente poco marcata (Figura 13).

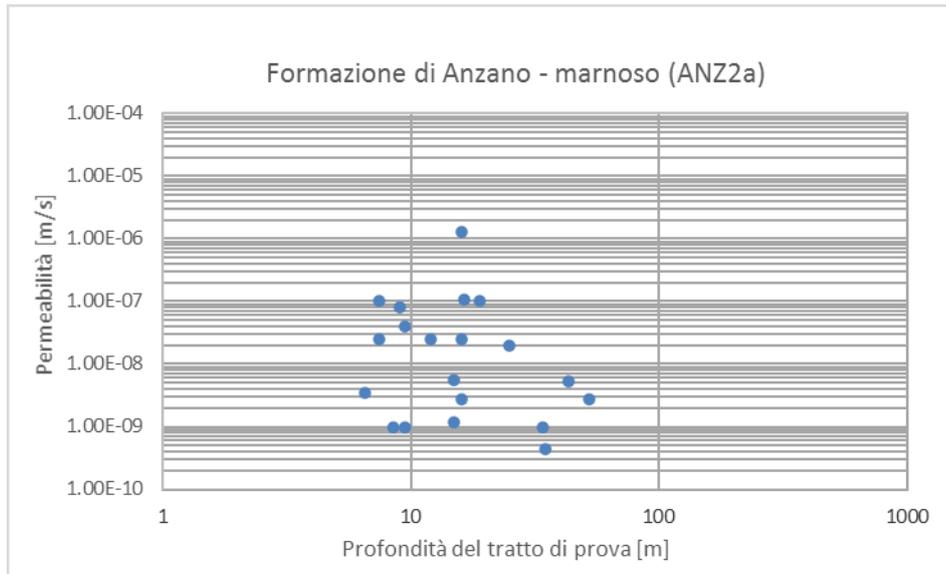


Figura 13. Distribuzione delle permeabilità (m/s) della Formazione di Anzano – marnoso (ANZ2a) in relazione alle profondità dei tratti di prova derivate dalle prove idrauliche.

3.3.5 Permeabilità delle unità della Formazione della Baronia

La litofacies sabbiosa della Formazione della Baronia (BNA1b), appartenente al complesso arenaceo-sabbioso (CAS), è costituita da sabbie siltoso in genere poco cementate con interstrati mm-cm di argilla, con alternanze di silt sabbioso ed argilloso, talvolta con interstrati mm di sabbie. La permeabilità è per porosità e per fratturazione e il valore mediano rispetto alle misure effettuate è pari a 5.0E-07 m/s. La correlazione dei valori con la profondità è poco evidente e la serie dei dati è piuttosto dispersa (Figura 14).

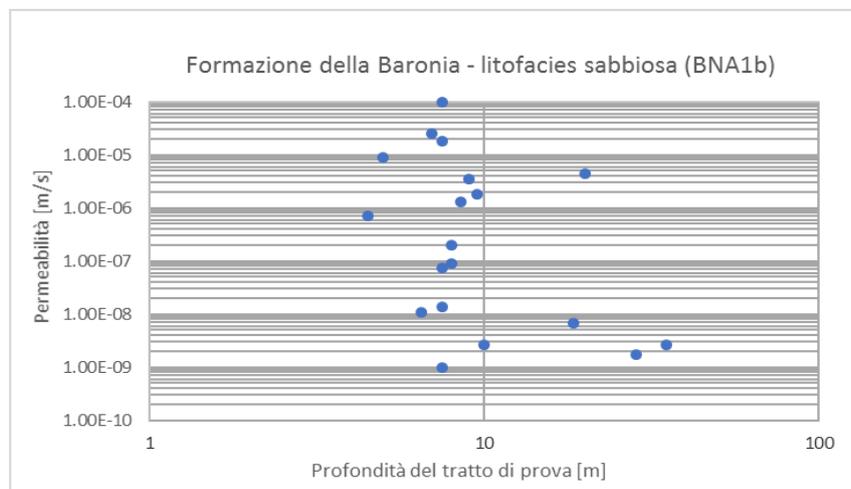


Figura 14. Distribuzione delle permeabilità (m/s) della Formazione della Baronia – facies sabbiosa (BNA1b) in relazione alle profondità dei tratti di prova derivate dalle prove idrauliche.

APPALTATORE: <u>Conorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> 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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. FOGLIO B 68 di 119

La litofacies pelitica della Formazione della Baronia (BNA2), appartenente al complesso argilloso-marnoso (CAM), è costituita da argille più o meno siltoso-marnose, da silt più o meno argillosi e sabbiosi e da marne in genere litoidi. La permeabilità è in genere bassa e il valore mediano rispetto alle misure effettuate è pari a $5.0E-08$ m/s. In corrispondenza delle faglie un valore di permeabilità rappresentativo può essere pari a $1E-07$ m/s. Osservando i valori di permeabilità rispetto alla profondità a cui questi sono stati misurati si nota una completa dispersione (Figura 15), a testimonianza del fatto che all'interno di questa formazione sono i fattori granulometrici (presenza di granulometrie più o meno grossolane) a determinare un controllo sulla permeabilità, più che la profondità stessa.

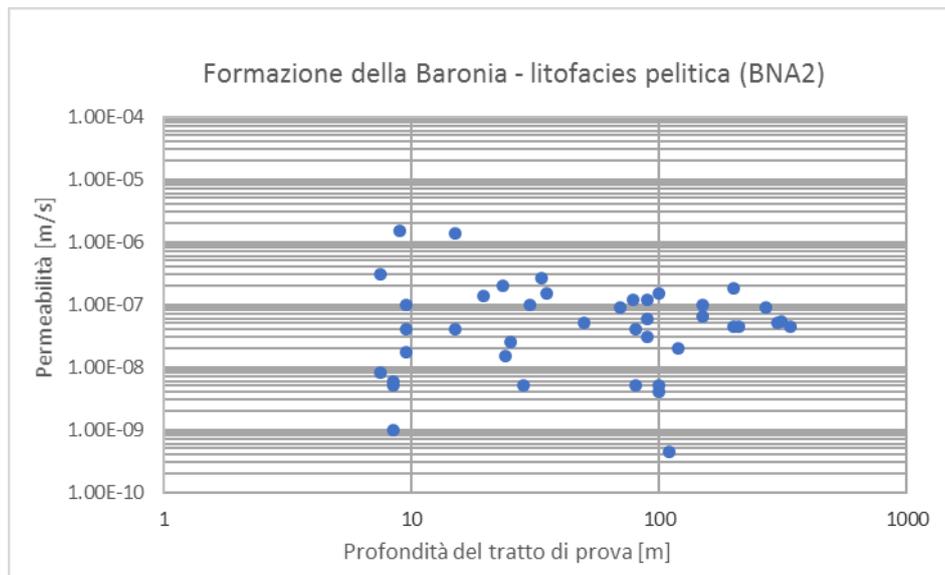


Figura 15. Distribuzione delle permeabilità (m/s) della Formazione della Baronia – facies pelitica (BNA2) in relazione alle profondità dei tratti di prova derivate dalle prove idrauliche.

Le arenarie e le sabbie del Membro di Apollosa della Formazione della Baronia (BNA3), appartenente al complesso arenaceo-sabbioso (CAS), è costituito da alternanze più o meno regolari di arenarie poco cementate litiche e quarzoso - litiche da medie a grossolane e da sabbie quarzoso - feldspatiche più o meno compatte da fini a medie. La permeabilità, per porosità e per fratturazione, è in genere medio-bassa o medio-alta e il valore mediano rispetto alle misure effettuate è pari a $2E-07$ m/s. In corrispondenza delle faglie un valore di permeabilità rappresentativo può essere pari a $1E-06$ m/s. Osservando i valori di permeabilità rispetto alle profondità a cui questi sono stati misurati si nota una completa dispersione (Figura 16), a testimonianza del fatto che all'interno di questa formazione sono i fattori granulometrici (presenza di granulometrie più o meno grossolane) a determinare un controllo sulla permeabilità, più che la profondità stessa.

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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B FOGLIO 69 di 119

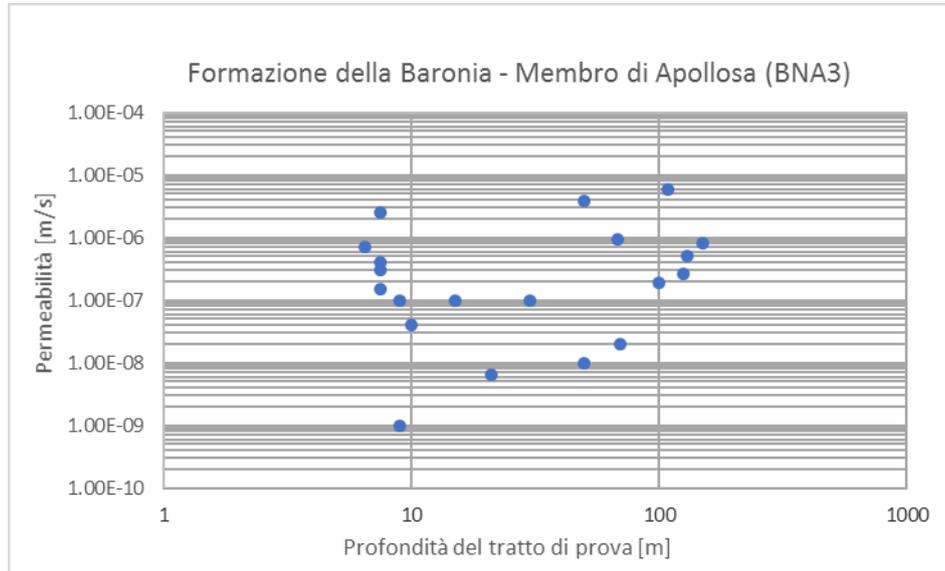


Figura 16. Distribuzione delle permeabilità (m/s) della Formazione della Baronia – Membro di Apollosa (BNA3) in relazione alle profondità dei tratti di prova derivate dalle prove idrauliche.

Le intercalazioni marnose di spessore da decimetrico a pluri-metrico reperite nella facies arenacea del Membro di Apollosa costituiscono livelli di minore permeabilità. La permeabilità di alcuni di questi livelli è stata misurata in alcuni test idraulici, anche se le prove realizzate sono relativamente poche. I valori risultano dispersi (Figura 17) e il motivo è che, probabilmente, i test non hanno misurato la specifica permeabilità dell'interstrato marnoso, in genere di spessore limitato, bensì questi saranno rappresentativi di porzioni a litologia mista più o meno grossolana e riferibile magari ad un passaggio tra la facies BNA3a con BNA3. La permeabilità mediana di riferimento di BNA3a è stata assunta essere pari a $1E-08$ m/s (nelle zone di faglia potrebbe essere di ca. $2E-08$ m/s).

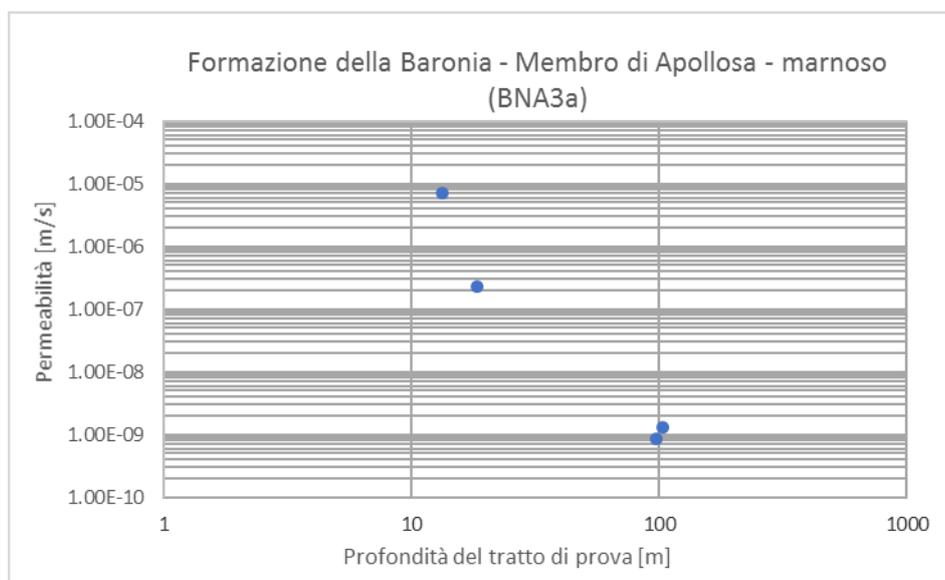


Figura 17. Distribuzione delle permeabilità (m/s) della Formazione della Baronia – Membro di Apollosa – facies pelitica (BNA3a) in relazione alle profondità dei tratti di prova derivate dalle prove idrauliche.

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 IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ RG</td> <td>GE0102 001</td> <td>B</td> <td>70 di 119</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ RG	GE0102 001	B	70 di 119
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	E ZZ RG	GE0102 001	B	70 di 119								

4 MODELLO IDROGEOLOGICO DI RIFERIMENTO

4.1 CONDIZIONI IDRAULICHE AL CONTORNO

Per il settore in cui ricade l'opera sono stati analizzati i dati delle precipitazioni meteoriche misurati dalla stazione pluviometrica di Melito Irpino. I valori mensili estratti per il periodo 2016-2020 sono illustrati in Figura 18, mentre i valori cumulati annuali sono riportati in Figura 19. Nel periodo 2016-2019 la piovosità media annua del settore è di ca. 800 mm.

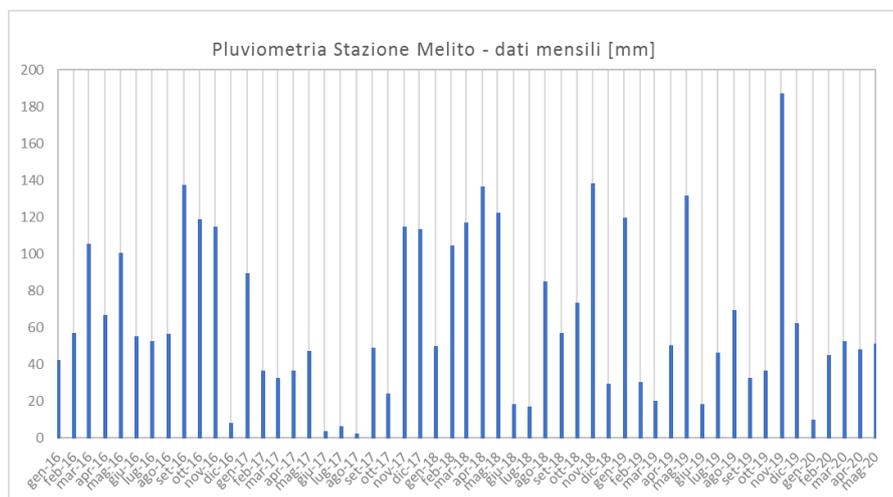


Figura 18. Piovosità mensile per il periodo 2016-2020 derivata dalla stazione di Melito Irpino.

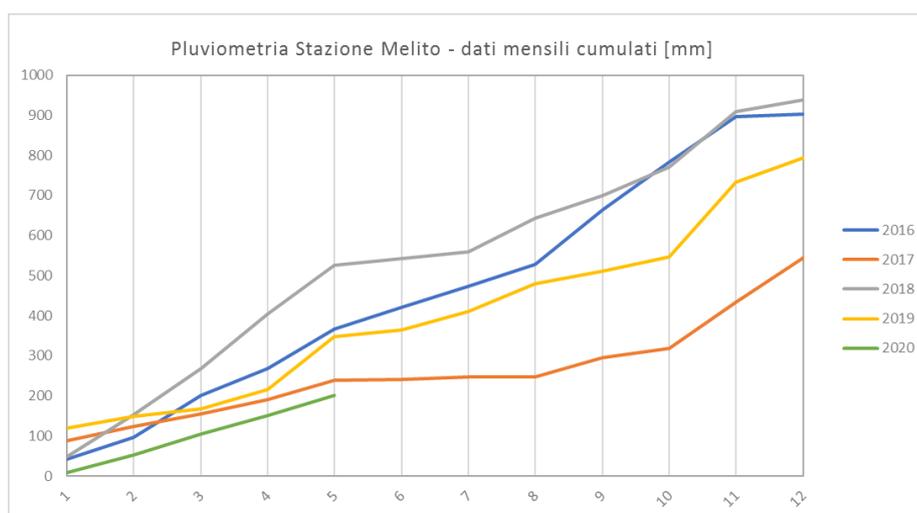


Figura 19. Piovosità annuale cumulata per il periodo 2016-2020 derivata dalla stazione di Melito Irpino.

APPALTATORE: <u>ConSORZIO</u> <u>SOCI</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>MandatARIA</u> <u>MandANTI</u> 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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 71 di 119

Dallo studio sul bilancio idrogeologico realizzato per il Piano di Gestione delle Acque realizzato dal Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale e relativo al "Ciclo 2015-2021", si può estrapolare per il settore di interesse un'evapotraspirazione media annua compresa tra 600-700 mm.

Assumendo come riferimento di massima le indicazioni riportate nelle memorie illustrative della Carta Idrogeologica dei Monti Picentini (Corniello et al., 2008), nella quale vengono discusse formazioni litologiche simili a quelle in esame nel presente progetto, si può ottenere un'indicazione dei valori possibili di infiltrazione efficace attraverso i corpi geologici attraversati dall'opera. Nello studio citato viene riportato un "Coefficiente di Infiltrazione Potenziale" (CIP) corrispondente al rapporto tra l'infiltrazione efficace e il valore di deflusso globale, inteso come la differenza tra precipitazioni ed evapotraspirazione. Nel caso in esame il valore di deflusso globale è compreso tra 100-200 mm. Per terreni quali quelli interessati dall'attraversamento dell'opera, è possibile estrapolare dalla relazione citata alcuni valori rappresentativi di CIP. Per esempio, per i terreni al complesso argilloso-marnoso (CAM; cfr paragrafo 3.2.2) è possibile ricavare dei valori di CIP compresi tra 0.2-0.3, a cui corrisponderebbe un'infiltrazione media compresa di 20-60 mm/anno. Per i terreni appartenenti al complesso arenaceo-sabbioso (CAS) è possibile ricavare dei valori di CIP compresi tra 0.4, a cui corrisponderebbe un'infiltrazione media compresa tra 40-80 mm/anno. Per il complesso argilloso-limoso (CAL), per il complesso sabbioso-limoso (CSL) e per il complesso ghiaioso-sabbioso (CGL) dei terreni di copertura si ricavano complessivamente infiltrazioni comprese tra 20 e 140 mm/a.

4.2 DESCRIZIONE DEL MODELLO IDROGEOLOGICO GENERALE

Il modello idrogeologico di riferimento è ricostruibile sulla base delle caratteristiche dei complessi idrogeologici descritti nel Capitolo 3 e sulla base di quanto è possibile definire in merito alla delimitazione dei sistemi di flusso. Per gli acquiferi individuati sono state definite le aree di ricarica e di recapito dei sistemi di flusso profondi.

I sistemi di flusso profondi più importanti per estensione e per produttività sono i seguenti:

- i sistemi che si impostano in corrispondenza degli acquiferi porosi impostati nei depositi alluvionali di fondovalle appartenenti al complesso ghiaioso-sabbioso (CGL) e a quello sabbioso-limoso (CSL);
- i sistemi che si impostano in corrispondenza degli acquiferi porosi e fratturati nelle litologie appartenenti al complesso arenaceo-sabbioso (CAS).

Sistemi di flusso di ordine inferiore per importanza e produttività sono quelli che si impostano in corrispondenza degli acquiferi fratturati, molto discontinui a livello spaziale, e sviluppati nelle litologie afferenti al complesso calcareo (CC) e al complesso arenaceo-marnoso (CAR).

I depositi appartenenti al complesso argilloso-limoso (CAL) e al complesso sabbioso-limoso (CSL) e le litologie appartenenti al complesso argilloso-marnoso (cfr. Capitolo 3.2) rappresentano acquicludi e acquitardi che delimitano verticalmente o lateralmente l'estensione degli acquiferi e determinano l'emergenza in superficie di alcune sorgenti, specialmente verso i settori bassi dei versanti.

In corrispondenza delle tre Gallerie di Linea, i carichi idraulici massimi previsti ricavati rispetto al piano del ferro sono:

- Galleria Grottaminarda: 69 m;
- Galleria Melito: 126 m;
- Galleria Rocchetta: 237 m.

In corrispondenza delle finestre, i carichi idraulici massimi previsti rispetto al piano del ferro sono:

- Finestra F1: 44 m;
- Finestra F2: 65 m;
- Finestra F3: 108 m;

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> 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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 72 di 119

- Finestra F4: 79 m;
- Finestra F5: 99 m;
- Finestra F6: 204 m;
- Finestra F7: 43 m.

In corrispondenza dei cunicoli, i carichi idraulici massimi previsti rispetto al piano del ferro sono:

- Cunicolo pedonale parallelo alla Finestra F3 lato Bari: 96 m;
- Cunicolo pedonale parallelo alla Finestra F5 lato Napoli: 197 m;
- Cunicolo pedonale parallelo alla Finestra F6 lato Bari: 188 m;
- Cunicolo pedonale parallelo alla Finestra F6 lato Napoli: 200 m.

4.3 DESCRIZIONE DEL MODELLO IDROGEOLOGICO DI DETTAGLIO

4.3.1 Tratto all'aperto Isca Girasole, da pk 0+000 a 2+705

Questa tratta è collocata all'interno della Conca di Grottaminarda, nella zona di confluenza tra i fiumi Ufita e Fiumarella. In questa tratta si collocano le opere relative alla stazione Hirpinia e al viadotto VI01. Questo contesto è dominato dalla presenza di depositi alluvionali relativi al Fiume Ufita. Tali depositi appartengono ai complessi CGL (ghiaioso-sabbiosi) e CSL (sabbioso-limosi), entro cui è ospitato l'acquifero superficiale; per la descrizione dei complessi idrogeologici si rimanda al paragrafo 3.2. Nella zona di alveo del Fiume Ufita lo spessore massimo dell'acquifero è di circa 5-6 metri. Lateralmente, nel settore della piana lo spessore dei depositi raggiunge anche 10 m di spessore.

La distribuzione delle isopieze della falda, ricostruite sulla base dei dati piezometrici disponibili fino a inizio 2020, sono rappresentate nella cartografia idrogeologica allegata. Il flusso ha una direzione media verso NE nel settore della stazione Hirpinia, mentre il flusso devia in direzione N in prossimità del conoide alluvionale del Fiumarella, per effetto dell'alimentazione che l'acquifero riceve in questo settore dal conoide stesso. Il Fiume Ufita costituisce un corpo ricettore per i flussi provenienti dai versanti collinari limitrofi. La soggiacenza minima della falda è di 5 m nel settore della stazione Hirpinia, mentre questa tende a mantenersi mediamente tra 3-5 m nelle altre zone della piana, esclusa la zona dell'alveo del F. Ufita in cui la soggiacenza è inferiore a 1-2 m. La falda ha un'escursione stagionale dell'ordine di 1-1.5 m, come si può desumere ad esempio dal grafico del piezometro AU3 (Figura 20), collocato in prossimità dell'alveo del F. Ufita.

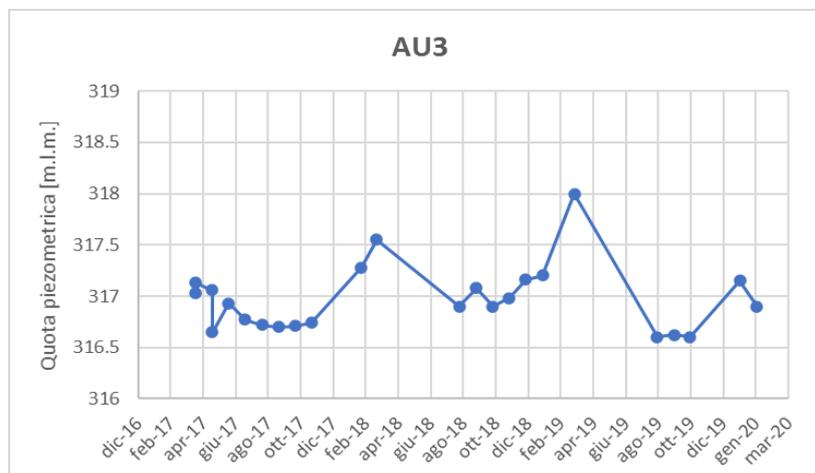


Figura 20. Variazioni del livello di falda misurate nel piezometro AU3.

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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B FOGLIO 73 di 119

4.3.2 Galleria Grottaminarda, da pk 2+705 a 4+697

Nel primo tratto, dopo l'imbocco GA01, il tracciato della Galleria Grottaminarda attraversa il complesso idrogeologico CAS (arenaceo-sabbioso), per poi svilupparsi pressoché interamente nel complesso CAM (argilloso-marnoso), fatto salvo di un passaggio nuovamente nel complesso CAS e nel complesso CC (calcareo) in prossimità dell'imbocco GA02; per la descrizione dei complessi idrogeologici si rimanda al paragrafo 3.2. Nel primo tratto di attraversamento del CAS, caratterizzato da permeabilità medio-alta, il carico idraulico sulla galleria raggiunge un valore massimo pari a ca. 35 m (in corrispondenza della pk 2+900). In questo tratto, la base dell'acquifero è costituita dal complesso CAM, che rappresenta prevalentemente un acquicludo. L'alimentazione dell'acquifero, che è prevista essere bassa in questo complesso (cfr. § 4.1), proviene dal settore di altopiano tra Loc. San Pietro e Coronata. Fino alla pk 3+100 la direzione media di flusso stimata è verso NE.

Nella porzione di versante compresa tra le pk 3+100 e 4+400, corrispondente ad un tratto in cui la galleria di linea e la finestra F1 attraversano il complesso CAM, il flusso assume una direzione media verso N. Nel tratto di frana stabilizzata a destra del V.ne dei Fossi la soggiacenza è mediamente compresa tra 2-9 m. Nel tratto di Frana della Grottaminarda, a sinistra del V.ne dei Fossi, la soggiacenza è mediamente compresa tra 1-6 m e il carico idraulico misurato dall'arco rovescio della galleria corrisponde a valori compresi tra 21-44 m.

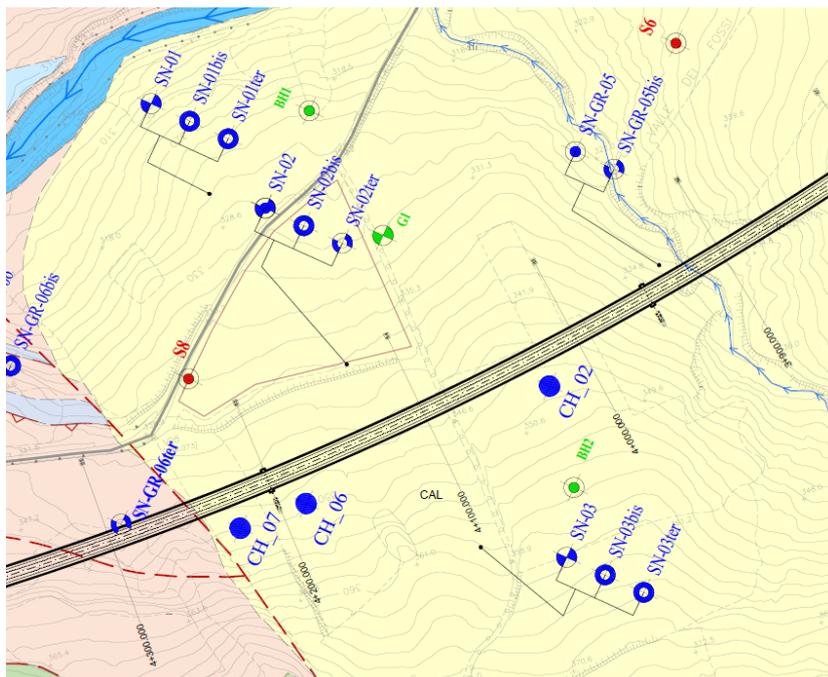


Figura 21. Stralcio della carta idrogeologica con ubicazione dei piezometri installati nel settore della Frana di Grottaminarda (piezometri elettrici installati in SN01-02-03-04 a profondità diverse, corrispondenti ai punti contrassegnati con bis e ter).

Come specificato in precedenza, le litofacies del Flysch Rosso (escludendo il FYR2), appartengono al complesso CAL (argilloso-limoso) che si estende in questo settore tra la pk 3+400 e la 4+700. Questo complesso costituisce acquicludi o acquitardi di permeabilità bassa o molto bassa, con eterogeneità marcate a scala spaziale dovute alla locale presenza di orizzonti, di spessore al massimo decimetrico, di arenarie fratturate a maggiore permeabilità. Questo complesso è pertanto privo di corpi idrici sotterranei di importanza significativa, a meno di piccole falde scarsamente alimentate e concentrate principalmente nei livelli sabbioso-arenitici. Dall'analisi dei dati relativi ai piezometri a cella elettrica installati nei sondaggi SN-01-02-03-04 a profondità diverse (serie bis e ter) nel corpo di frana di Grottaminarda (Figura 21) si osserva un aumento progressivo della pressione idraulica scendendo lungo le verticali dei piezometri.

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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 74 di 119

Infatti, quasi tutte le celle di monitoraggio posizionate alle profondità maggiori restituiscono valori di pressione idraulica prossime alla quota di piano campagna. Questo andamento è indice del fatto che il versante di frana costituisce principalmente una zona di recapito e non di alimentazione, con il Fiume Ufita che rappresenta il corpo recettore finale.

Ad esempio, se si prende come riferimento il piezometro SN-03, si osserva che la cella installata a 7 m e quella installata a 52 m restituiscono i livelli di soggiacenza e di temperatura illustrati in Figura 22. Come si può osservare, nella cella a 7 m si assiste ad un progressivo e lento declino della soggiacenza, che da fine febbraio a luglio 2020 cala da -1.8 m a ca. - 3 m da pc. A 52 m il livello è caratterizzato in generale da un andamento discendente con due episodi di brusco e repentino innalzamento della pressione idraulica (che corrispondente quindi ad una diminuzione della soggiacenza). Questo comportamento è peculiare tanto più che le brusche variazioni che si verificano in profondità non sono avvertite dalla cella più superficiale. Da un confronto con le piovosità misurate nello stesso periodo di monitoraggio, risulta che i due picchi si sono verificati in corrispondenza del 3 marzo e del 1 aprile a seguito di due eventi pluviometrici di medio-bassa intensità. Va tuttavia sottolineato che in corrispondenza di altri eventi piovosi di intensità comparabile la cella piezometrica non ha rilevato altri picchi, anzi ha continuato a registrare un lento declino dei valori piezometrici. I bruschi picchi registrati dalla cella profonda di SN-03 non sono stati comunque registrati dalle altre celle di pressione installate negli altri fori. Quindi, nel caso di SN-03 le variazioni repentine osservate in profondità sono individuabili come eventi circoscritti, probabilmente causati da un'infiltrazione diretta dalla superficie delle acque di precipitazione meteorica. Quindi, è ragionevole escludere che vi siano falde in pressione localizzabili in acquiferi significativi presenti al di sotto del corpo di frana di Grottaminarda.

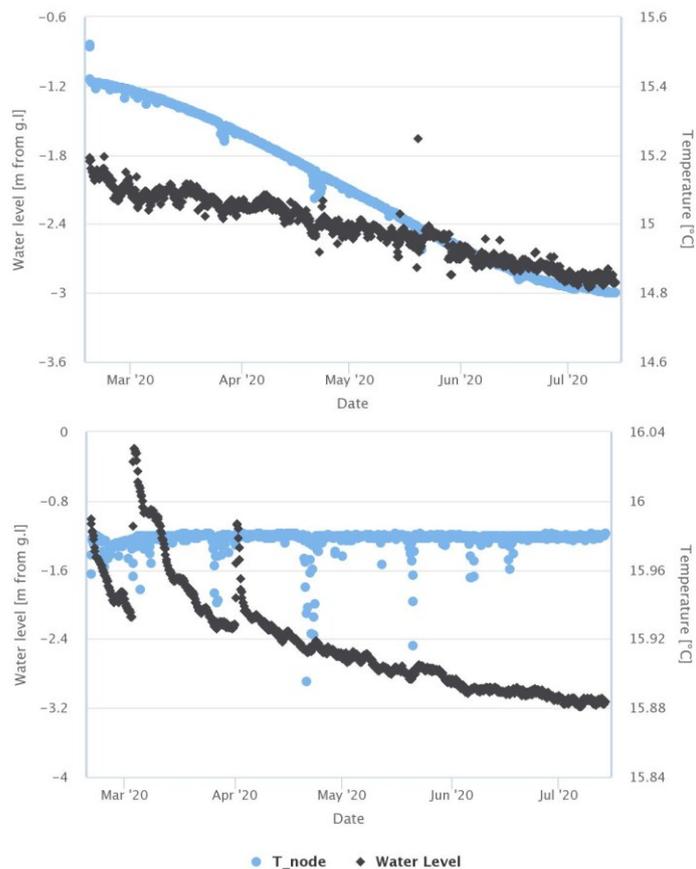


Figura 22. Grafici dei valori di soggiacenza e di temperatura misurati a 7 m di profondità (sopra) e a 52 m di profondità (sotto). Periodo di riferimento: fine febbraio – luglio 2020.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> 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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. FOGLIO B 75 di 119

Va segnalato che, sia in destra del V.ne dei Fossi nel settore della frana stabilizzata (su SN-GR-04), sia in sinistra nel settore della frana attiva di Grottaminarda (su SN-02 SN-02bis SN-03 SN-03bis SN-GR-04bis), sono state riscontrate risalite anche a piano campagna di acqua che provoca incrostazioni giallastre e nerastre. Inoltre, su SN-GR-04 è stata riscontrata una risalita di gas in acqua. Va rimarcato che i rilievi di gas effettuati su questo foro non hanno riscontrato nulla di particolare per quanto riguarda i livelli di H₂S, CO e LEL (cfr. paragrafo sui gas in Relazione Geologica), quindi probabilmente si tratta di altra tipologia di gas non rilevata. La conducibilità elettrica di quest'acqua è elevata, con valori di 4100 µS/cm, mentre il pH è pari a 7.9. Un'analisi di alcuni parametri idrogeochimici di un campione prelevato da SN-GR-04 ha restituito elevati valori di cloruri, con valori di 1860 mg/l.

L'ultimo tratto di opera prima dell'imbocco GA02 interessa l'attraversamento del complesso CC. Sebbene interessato teoricamente da permeabilità elevata, si riscontra frequentemente un intasamento delle fratture dei calcari da parte di argille, condizione che probabilmente determina una scarsa interconnessione idraulica laterale. Pertanto, sebbene sia possibile l'esistenza di zone ad elevata permeabilità in questo complesso, è improbabile che queste siano molto alimentate a causa del fatto che la loro interconnessione è molto spesso circoscritta, tenuto conto che il complesso CAM, volumetricamente più significativo, delimita sempre lateralmente il complesso CC. Dalla pk 4+500 all'imbocco GA02 il carico idraulico massimo atteso sulla galleria è di 37 m. Pertanto, nell'ultimo tratto di scavo della galleria, prima dell'imbocco GA02, è possibile che vengano incontrate delle sacche d'acqua che potrebbero provocare venute inizialmente anche significative che, tuttavia, probabilmente, tenderanno ad esaurirsi velocemente.

4.3.3 Tratto all'aperto valle Ufita, da pk 4+697 a 5+086

Questo breve tratto di opera all'aperto si sviluppa in un contesto idrogeologico caratterizzato in sponda sinistra del F. Ufita dai depositi della frana stabilizzata, appartenenti al complesso CAL (argilloso-limoso) e in sponda destra, in parte dai calcari appartenenti al complesso CC (calcareo) e in parte dai depositi appartenenti al complesso CAL. Tali complessi ospitano prevalentemente degli acquicludi o, al limite, acquiferi molto poco produttivi. Pertanto, gli apporti idrici sotterranei attesi dai due versanti sono scarsi, o al limite significativi solo localmente in corrispondenza del complesso CC.

La soggiacenza minima di falda in sponda sinistra del F. Ufita è mediamente compresa tra 4-6 m da piano campagna, con oscillazioni stagionali generalmente comprese entro i 2 m (cfr. piezometro AU7 in Figura 23).

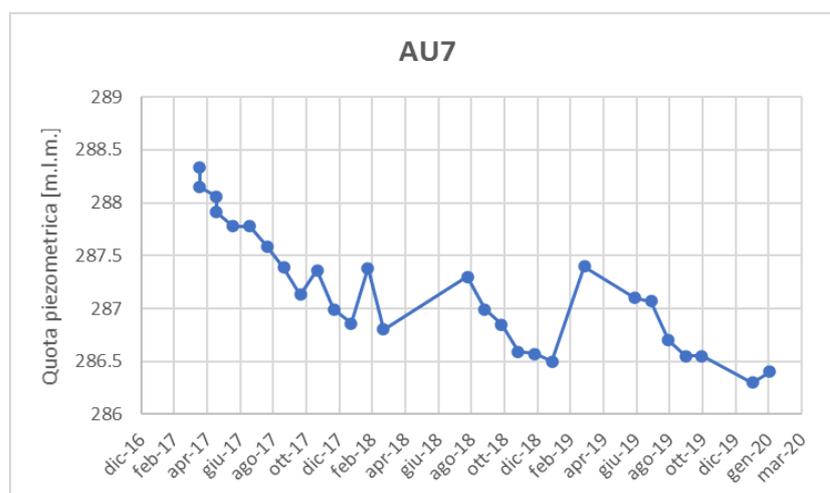


Figura 23. Variazioni del livello di falda misurate nel piezometro AU7.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> 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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 76 di 119

4.3.4 Galleria Melito, da pk 5+086 a 9+556

L'imbocco GA03 si imposta nei calcari del complesso CC (calcereo). Seppure questo complesso sia localmente dotato di una permeabilità anche elevata, tuttavia si prevede che in fase di scavo dell'imbocco si possano produrre solo limitate venute d'acqua che tenderanno a calare significativamente dopo un breve periodo. Questo accade a causa del fatto che il complesso CC, a monte, è limitato lateralmente dalle formazioni appartenenti al complesso CAM (argilloso-marnoso) di bassa permeabilità e pertanto scarsamente alimentate dal punto di vista idraulico.

Superato il complesso CC fino alla pk 6+150 ca., la galleria attraversa prevalentemente il complesso di bassa permeabilità CAM. In questo tratto il carico idraulico medio atteso sulla galleria è pari a 70 m. Come registrato dai piezometri S11 e S12, le variazioni piezometriche stagionali che si riscontrano in questo tratto sono dell'ordine di 3 m.

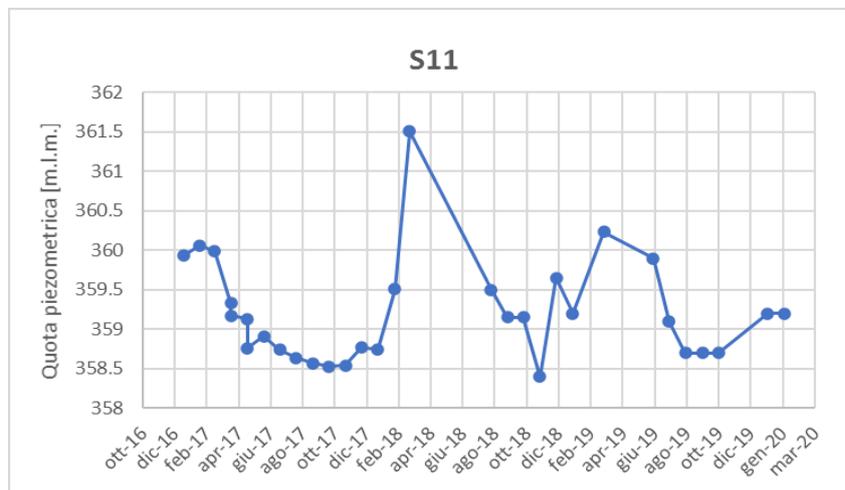


Figura 24. Variazioni del livello di falda misurate nel piezometro S11.

Rispetto al primo tratto di attraversamento della galleria, il settore compreso tra la pk 5+420 ca alla pk 6+400 è caratterizzato da una relativa maggiore alimentazione idrica a causa del sub-affioramento del complesso CAS (arenaceo-sabbioso), relativamente più permeabile del complesso CAM. Alla quota della galleria i flussi saranno comunque limitati per il fatto che il complesso CAM che viene attraversato dall'opera trasferisce limitatamente, a causa della sua bassa permeabilità, i flussi idrici in ingresso dall'alto. Anche il tratto di faglia intercettata alla pk 5+425 avrà una alimentazione limitata per il fatto che la permeabilità di questa struttura è presumibilmente bassa.

Come si può evincere dal profilo idrogeologico, il settore tra la pk 6+150 e la pk 7+025 rappresenta una zona che dal punto di vista strutturale è caratterizzabile come un duplex, ovvero scaglie tettoniche geometricamente sovrapposte sviluppatesi a causa di scorrimenti con cinematismo inverso. Come si è potuto osservare dalle stratigrafie di sondaggio, nelle zone di duplex si trovano in contatto tettonico alternanze di materiali a forte contrasto di permeabilità. I piani di scollamento delle faglie inverse sono principalmente costituiti da materiale pelitico argilloso-marnoso di bassa permeabilità. Tra questi piani sono presenti, con dimensioni variabili da decimetriche fino anche a decametriche, litoni costituiti da calcari, calcari marnosi o marne calcaree, con permeabilità variabile da medio-bassa o a tratti anche molto elevata per fratturazione. Quindi, è possibile ipotizzare che in questo settore tale assetto idrogeologico fortemente eterogeneo possa determinare la presenza di compartimentazioni idrauliche, ovvero di zone con pressioni idrauliche variabili. Questa caratteristica va considerata in quanto potrebbe essere all'origine di repentini sbalzi di pressione idraulica che potrebbero verificarsi sul fronte di scavo in fase di avanzamento della galleria, anche con aumenti improvvisi della pressione idraulica. Nell'eventualità che si verificano queste condizioni, si raccomanda di monitorare accuratamente le

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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 77 di 119

pressioni idrauliche in questo tratto di avanzamento, in modo tale che si possa procedere con un controbilanciamento particolarmente attento delle pressioni dell'EPB-TBM.

Tra la pk 6+300 e 6+775 è previsto che la galleria attraversi il complesso CAR (arenaceo-sabbioso), costituito dalle arenite alternate alle marne arenacee o dalle arenarie marnose della Formazione di Ponticello. In tale settore, la permeabilità varia da medio-bassa a elevata, dove quest'ultima è sviluppata in particolare in corrispondenza delle zone di maggiore fratturazione delle arenite. Non è chiaro se l'alimentazione verso il complesso CAR sia scarsa o meno. È probabile che comunque in fase di scavo si verifichino delle venute d'acqua puntuali, che localmente potrebbero essere anche di elevata intensità ma che potrebbero esaurirsi anche dopo un breve periodo di tempo qualora questa zona fosse scarsamente alimentata. Il carico idraulico massimo atteso sulla galleria in questo tratto è dell'ordine di 100 m.

In superficie, tra la pk 6+750 e 7+000, l'affioramento del complesso CC (calcareo), caratterizzato da una maggiore permeabilità rispetto ai settori limitrofi occupati dal complesso CAL (argilloso-limoso), implica la possibile presenza di un flusso di alimentazione diretto verso la falda più intenso rispetto ai settori circostanti. Nel profilo idrogeologico si può osservare che al di sotto di questa zona la piezometria pare essere relativamente più depressa rispetto alle zone limitrofe; in questo tratto il carico idraulico sulla galleria si riduce a ca. 65-70 m. Questa tendenza confermerebbe la presenza in questo settore di flussi più intensi che potrebbero essere veicolati verso il basso fino alla zona di attraversamento della galleria, in corrispondenza della quale sono nuovamente attese scaglie appartenenti al complesso CC. Ovviamente, questo aspetto si riverbera, come riportato nei paragrafi 5.2.1 e 5.2.2, anche su una previsione in questo tratto di portate attese relativamente maggiori in fase di scavo e di esercizio della galleria.

A livello idrogeologico, tra la pk 7+225 fino alla pk 8+850 il versante prosegue in un contesto piuttosto omogeneo. La galleria attraversa il complesso di bassa permeabilità CAM in una zona di elevata copertura e con carichi idraulici mediamente compresi tra 90 m e 125 m.

A livello idrogeologico, in questo settore la direzione media di flusso è verso Ovest. I piezometri presenti sul versante, e in particolare AU14 (Figura 25) e S17 (Figura 26), collocati rispettivamente a valle e a monte dell'imbocco GA04 e fenestrati nei primi 15 m e 30 m, mostrano delle oscillazioni stagionali significative, con variazioni di circa 4-7 m. Anche il piezometro SME7, ubicato in prossimità della finestra F4, nel periodo compreso tra 13/02/2020 e 24/02/2020 ha mostrato un innalzamento repentino della falda con un'oscillazione maggiore di 7 m.

Tale situazione pare in contrasto con le caratteristiche di permeabilità bassa o molto bassa del complesso CAS: infatti, la presenza di tali materiali non sembra giustificare l'esistenza di flussi sotterranei rapidi in grado di ricaricare la falda sotterranea dando luogo a tali oscillazioni. Una peculiarità che è emersa nel corso della perforazione del sondaggio VI03-1, realizzato nel settore di valle rispetto all'imbocco GA04, riguarda il fatto che a 26 m di profondità, in corrispondenza di uno dei livelli litoidi sopra descritti, si è registrata una totale perdita di fluido di perforazione. L'elevato grado di saturazione riscontrato nella formazione BNA1b, unito alle significative oscillazioni riscontrate in questo orizzonte e alla presenza di livelli litoidi più profondi e caratterizzati da una probabile elevata permeabilità fa quindi emergere un assetto idrogeologico complesso. Questa situazione porta ad ipotizzare la potenziale presenza di fasce di spessore anche modesto capaci di generare delle sovrappressioni idrauliche su orizzonti concentrati.

Dal confronto tra le piovosità registrate nel settore (stazione di Melito Irpino) e le variazioni piezometriche registrate si osserva che vi sono delle correlazioni, anche se non sempre chiare e nette, tra aumenti di piovosità e picchi piezometrici (Figura 25 e Figura 26). Si può notare che i picchi piezometrici seguono gli aumenti di piovosità con uno scarto variabile da 2 a 4 mesi.

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 IDROGEOLOGICA		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 78 di 119

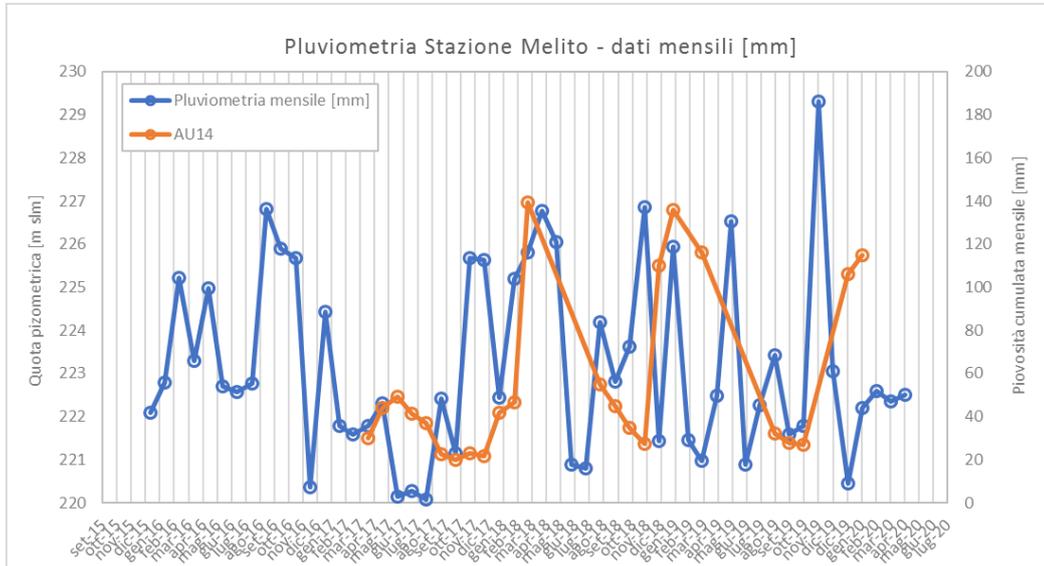


Figura 25. Variazioni del livello di falda misurate nel piezometro AU14 e confronto con i valori di piovosità misurati nello stesso periodo.

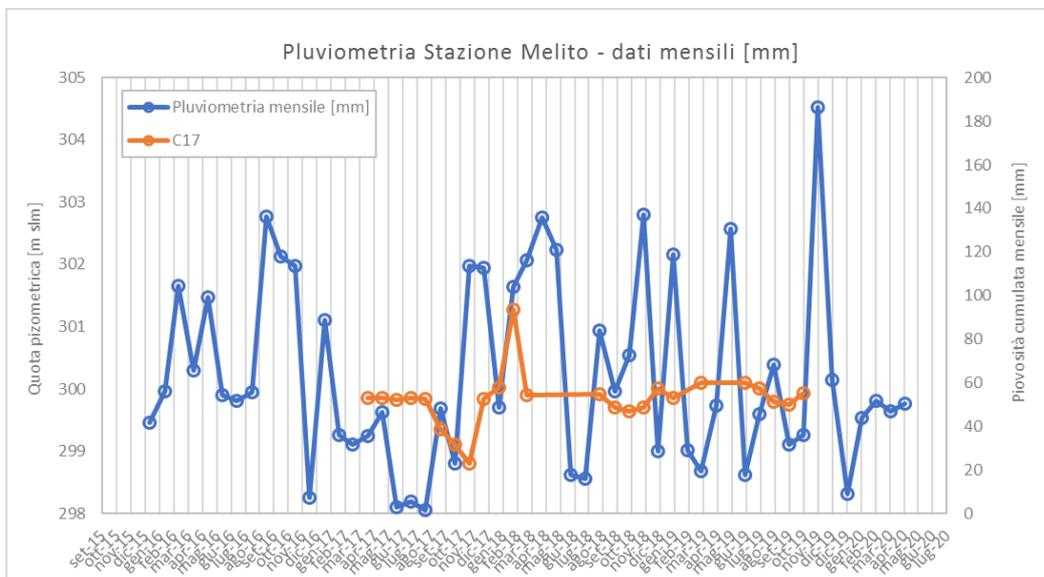


Figura 26. Variazioni del livello di falda misurate nel piezometro C17 e confronto con i valori di piovosità misurati nello stesso periodo.

4.3.5 Tratto all'aperto Castel del Fiego, da pk 9+550 a 10+105

Il tratto all'aperto Castel del Fiego, sarà interessato dai depositi, costituenti i complessi CGL (ghiaioso-sabbioso) e CSL (sabbioso-limoso), rappresentano l'acquifero principale che ospita la falda superficiale di questo settore. La ricostruzione delle isopieze di questo settore, riportata nella carta idrogeologica, è stata eseguita sulla base dei dati di monitoraggio piezometrico disponibili dalla campagna del PD e del PE. Le considerazioni idrogeologiche riguardanti il versante in sponda destra sono quelle riportate nel

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> 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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. FOGLIO B 79 di 119

paragrafo precedente, ove si menzionano alcuni aspetti controversi legate alle ampie oscillazioni della falda a fronte della bassa permeabilità dei materiali e quindi di una loro scarsa alimentazione attesa.

Il flusso di falda, che nelle alluvioni ha direzione verso Nord, lateralmente riceve contributi di alimentazione da entrambi i versanti. La soggiacenza media nella piana è compresa tra 1-2.5 m. Le oscillazioni piezometriche stagionali sono di ca. 3 m, come evidenziato ad esempio dal piezometro ENS5 collocato in sponda sinistra dell'alveo del F. Ufita.

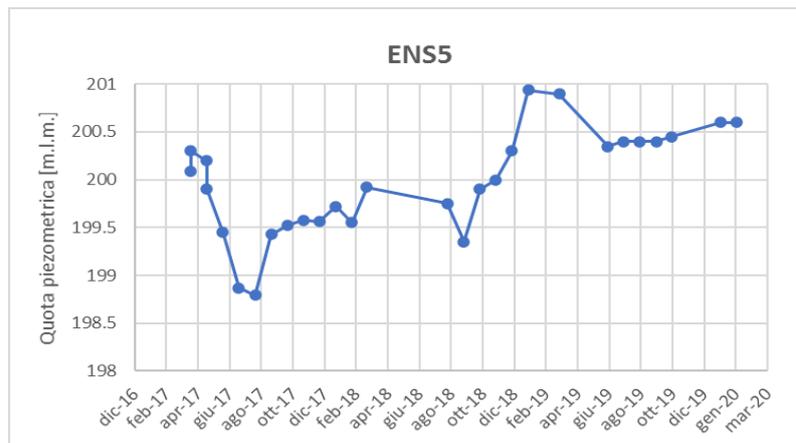


Figura 27. Variazioni del livello di falda misurate nel piezometro ENS5.

4.3.6 Galleria Rocchetta, da pk 10+105 a 16+610

L'imbocco GA05 della Galleria Rocchetta si innesta nella litofacies sabbioso-arenacea (BNA1b) della Formazione della Baronia, facente parte del complesso CAS (arenaceo-sabbioso) di medio-alta permeabilità. Successivamente, dalla pk 10+125 a 15+050 m la galleria procede entro la litofacies pelitica della stessa formazione (BNA2), facente parte del complesso CAM (argilloso-marnoso) di bassa permeabilità.

A partire dall'imbocco, per i primi 30-40 m, la galleria sarà caratterizzata da un fronte misto costituito dall'alternanza di livelli prevalentemente sabbiosi nella parte alta e argille marnose nella parte bassa. In questo tratto la piezometria, che sull'imbocco si attese ad una quota inferiore a quella dell'arco rovescio, inizia a risalire raggiungendo la quota della calotta dopo ca. 40 m. In questo tratto pertanto non è previsto che si verifichino delle venute idriche significative e semmai concentrate nella parte alta del fronte. È possibile che una venuta più sostanziosa possa prodursi in corrispondenza della faglia che viene intercettata alla pk 10+125, sebbene, prevedibilmente, tale venuta potrà decadere rapidamente a causa del limitato bacino di alimentazione posto a monte di tale struttura.

Dalla pk 10+125 la galleria attraversa il complesso CAM, che rappresenta prevalentemente un acquiclude. Fino alla pk 10+325 il carico idraulico sulla galleria si mantiene all'incirca costante su un valore di 25 m. In questo settore sono presenti dei flussi idrici sotterranei di bassa intensità che, considerando l'andamento del versante, sono probabilmente diretti mediamente verso NNE. Il piezometro G13 (Figura 28), ubicato intorno alla pk 10+175, mostra delle oscillazioni stagionali molto significative, con scarti fino a 34 m tra livelli minimi e massimi. Il motivo di una tale escursione non è chiaro, tanto più che alla quota di misura del livello di falda non si denotano particolari condizioni litologiche che potrebbero suggerire la presenza di livelli a più elevata permeabilità, condizione che in tal caso potrebbe giustificare delle oscillazioni di tale entità. Tuttavia, si constata che questa condizione di elevata escursione potrebbe essere solo locale poiché se ad esempio si analizza l'andamento della piezometria di falda nel piezometro S21, ubicato attorno alla pk 10+600 ove il contesto idrogeologico è all'incirca simile a quello precedente, si constata che le oscillazioni piezometriche stagionali sono molto più limitate essendo queste circoscritte a 1 m tra livello minimo e massimo.

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 IDROGEOLOGICA	<table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ RG</td> <td>GE0102 001</td> <td>B</td> <td>80 di 119</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ RG	GE0102 001	B	80 di 119
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	E ZZ RG	GE0102 001	B	80 di 119								

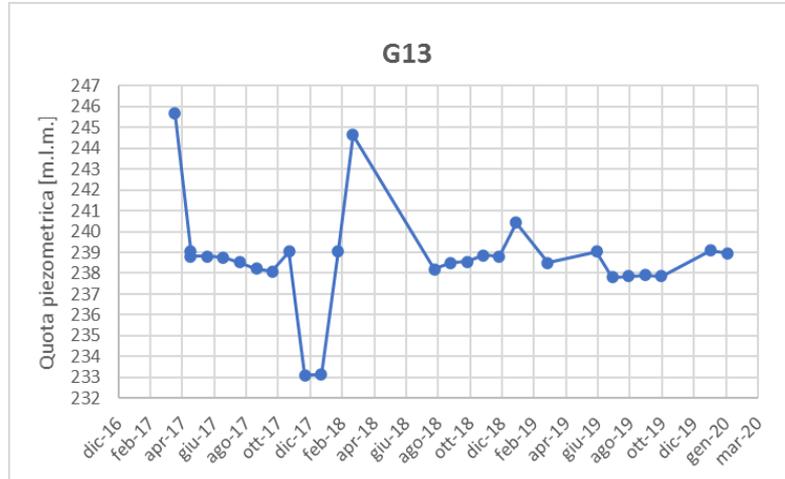


Figura 28. Variazioni del livello di falda misurate nel piezometro G13.

Dalla pk 10+325 alla pk 12+275 il carico idraulico sulla galleria cresce progressivamente da 25 m fino a ca. 237 m, passando a ca. 55 m sulla pk 10+500, a ca. 98 m sulla pk 11+000, a ca. 130 sulla pk 11+500 e a ca. 200 m sulla pk 12+000. In questo tratto di elevate coperture i flussi diretti verso la galleria sono previsti essere comunque di bassa entità, a causa delle permeabilità molto basse dei materiali attraversati. Anche in corrispondenza dell'attraversamento delle faglie (circa alla pk 11+150 e alla pk 11+725) si prevede che i flussi idraulici siano di poco incrementati rispetto all'ammasso circostante.

Dalla pk 12+125, inizia ad affiorare la litofacies sabbioso-arenacea (BNA3; Membro di Apollosa) della Formazione della Baronia. A livello geografico, il settore di riferimento ove inizia ad affiorare tale litofacies è quello del Monte Rocchetta. Tale litofacies, che appartiene al complesso idrogeologico CAS (arenaceo-sabbioso), rappresenta un acquifero di medio-alta permeabilità. Il complesso CAM costituisce il substrato poco permeabile su cui poggia l'acquifero del complesso CAS; entro tale acquifero sono stati realizzati un numero elevato di pozzi per lo più utilizzati a scopo irriguo.

Tra la pk 12+125 e la pk 13+850 ca., la base dell'acquifero forma una conca con depocentro approssimativamente localizzabile attorno alla pk 13+100, in corrispondenza all'incirca di una faglia normale. Dall'analisi spaziale del limite tra le litofacies BNA2 (substrato poco permeabile) e BNA3 (acquifero permeabile) è possibile assumere che in questo intervallo di progressive i flussi in acquifero abbiano una direzione verso N, con un recapito finale nel Fiume Ufita che scorre ad una distanza media di ca. 1.5 km da questo settore. In questo tratto, che peraltro costituisce quello a maggiore copertura di tutto il progetto, i flussi direzionati verso la galleria sono prevedibilmente bassi a causa della spessa copertura data dalle litofacies appartenenti al complesso CAM, che separa la galleria dall'acquifero soprastante nel CAS.

Approssimativamente, attorno alla pk 13+850, il limite tra complessi CAS e CAM assume un'inclinazione verso WNW, andando progressivamente a calare di quota man a mano che ci si avvicina alla piana di Apice. Si può quindi assumere che attorno a tale progressiva si collochi uno spartiacque che separa un sistema di flusso diretto verso N da uno diretto verso WNW. Le indicazioni sul livello di falda in questo settore derivano dai dati di monitoraggio del piezometro G6, ubicato attorno alla pk 13+850 e fenestrato nella parte bassa (296-350 m da pc), corrispondente ad un livello rappresentativo della quota della galleria. Come si può osservare dalla Figura 29, dall'inizio del monitoraggio del 2017 il livello è andato progressivamente calando assumendo una forma di decadimento di tipo esponenziale. È possibile che tale andamento sia determinato da una progressiva dispersione nell'ammasso del fluido di circolazione utilizzato per realizzare il sondaggio, sebbene questa giustificazione paia non del tutto convincente data l'elevata profondità del tratto filtrante da cui attenderebbe di ottenere pressioni più elevate di quelle esercitate da un fluido di perforazione. La faglia cartografata in questo settore, il cui andamento è sub-parallelo a quello del tracciato, non pare essere un elemento particolarmente significativo per giustificare

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> 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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. FOGLIO B 81 di 119

tale abbassamento. Viste tali incertezze, nel profilo idrogeologico la ricostruzione piezometrica è stata effettuata considerando cautelativamente il livello piezometrico massimo registrato da G6.

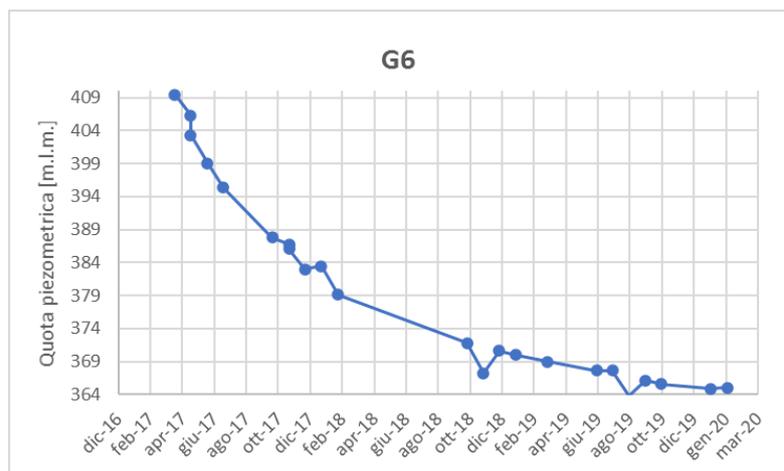


Figura 29. Variazioni del livello di falda misurate nel piezometro G13.

Dalla ricostruzione geologica-idrogeologica effettuata, che in questo settore è stata realizzata a partire da un numero relativamente limitato di sondaggi profondi, e pertanto questa è soggetta a una affidabilità minore rispetto a quella di altri settori, la galleria entrerebbe in acquifero, attraversando il limite tra litofacies pelitica (BNA2) e litofacies sabbioso-arenacea (BNA3) attorno alla pk 15+050. Da questa zona in poi ci si può quindi aspettare che lo scavo interessi una porzione di ammasso soggetta da afflussi idrici maggiori rispetto a quelli precedentemente incontrati. In corrispondenza di questo passaggio il carico idraulico sulla galleria è pari a ca. 115 m.

Fino alla pk 16+025, come evidenziato dal sondaggio SROC6, il contesto idrogeologico di riferimento in cui si colloca la galleria è quello di un acquifero piuttosto omogeneo. Tuttavia, a partire all'incirca dalla pk 16+200 in poi, le stratigrafie dei sondaggi SROC7, G7, G8, SROC9 collocati fino all'imbocco della galleria, e andando oltre anche quelle dei sondaggi collocati nella piana di Apice, evidenziano un assetto idrogeologico differente. Infatti, come descritto anche nella Relazione Geologica Generale, la presenza di numerose intercalazioni di argille (BNA3a), a tratti anche con spessori plurimetri, all'interno delle sabbie fa propendere nel considerare da questo tratto in poi l'acquifero sia separato da livelli di aquiclude che in alcuni casi potrebbero avere una continuità laterale anche molto significativa. L'assetto che si configura a partire dalla pk 16+025 è quindi quello di un probabile acquifero multifalda più o meno compartimentato verticalmente, con pressioni idrauliche anche molto variabili in corrispondenza dei livelli di aquiclude. Questo assetto pare confermato anche dal confronto tra valori di livello di falda misurati nel piezometro SROC9, posto in corrispondenza dell'imbocco GA06, e quelli misurati nel piezometro S26, posto appena a valle dell'imbocco. Infatti, mentre in SROC9 (in cui il tratto fenestrato è compreso tra 5 e 25 m) si registra la presenza di una falda in pressione con risalita a piano campagna, in S26 (in cui il tratto fenestrato è compreso tra 3 e 50 m) il livello minimo di soggiacenza si attesta ad una profondità di ca. 19 m da p.c.; in quest'ultimo piezometro le oscillazioni stagionali registrate sono di ca. 2 m. Questa variabilità registrata dai due piezometri a fronte di una loro bassa distanza confermerebbe quindi la presenza di livelli di bassa permeabilità, più o meno continui, che separano porzioni di acquifero alimentati da zone poste a quote differenti.

In rapporto alla realizzazione dello scavo della galleria, la presenza di un contesto idrogeologico quale quello descritto in prossimità dell'imbocco implica che debba essere effettuato un monitoraggio accurato delle pressioni idrauliche in questo tratto di avanzamento, in modo tale che si possa procedere con un controbilanciamento particolarmente attento delle pressioni dell'EPB-TBM.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> 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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. FOGLIO B 82 di 119

4.3.7 Tratto all'aperto Iscalonga, da pk 16+613 a 18+713,21

Il tratto aperto Iscalonga, che sarà interessato dalla realizzazione del viadotto VI04, si sviluppa principalmente sui depositi alluvionali antichi e recenti legati al Fiume Ufita e al Fiume Calore, i quali confluiscono a ca. 160 m a Sud del tracciato del viadotto. A partire dall'imbocco della Galleria Rocchetta, il tracciato interessa nei primi 250 m circa il piede del versante che degrada verso il fondovalle. Superato l'alveo del Fiume Ufita il tracciato prosegue nel tratto di pianura alluvionale, parallelamente al Fiume Calore, a valle della sua confluenza con il Fiume Ufita.

Dal punto di vista idrogeologico, questo tratto è caratterizzato dalla presenza di un acquifero superficiale, ospitato principalmente nei depositi alluvionali antichi e recenti dei fiumi Ufita e Calore, appartenenti rispettivamente ai complessi idrogeologici CGL (ghiaioso-sabbiosi) e CSL (sabbioso-limosi), e nelle sottostanti sabbie della litofacies sabbioso-arenacea (BNA3; Membro di Apollosa) della Formazione della Baronia, appartenente al complesso CAS (arenaceo-sabbioso).

Come descritto nel paragrafo precedente, tuttavia, si può considerare che la base dell'acquifero superficiale, condiviso tra i complessi CGL-CSL-CAS, sia costituito da uno o da più livelli di argille (BNA3a) intercalati nelle sabbie del BNA3. Come descritto nel paragrafo precedente tali livelli sono ripetuti sulla verticale e possono costituire orizzonti di separazione idraulica tra l'acquifero superficiale e acquiferi profondi multifalda.

La distribuzione delle isopieze della falda, ricostruite sulla base dei dati piezometrici disponibili fino a inizio 2020, sono rappresentate nella cartografia idrogeologica allegata. Appena a valle dell'imbocco GA06 il flusso di falda proveniente dal versante si dirige verso Ovest in direzione del Fiume Ufita. Successivamente, a valle della confluenza del F. Ufita con il Calore, i flussi tendono a convergere fortemente verso il Fiume Calore, che costituisce il corpo recettore della falda. Nel tratto di piana i depositi alluvionali antichi e recenti hanno uno spessore mediamente compreso tra 4-7 m. La soggiacenza minima del livello di falda si attesta mediamente tra 3-5 m. Come si può osservare dal piezometro AU11 (Figura 30), ubicato verso la pk 17+025, le escursioni stagionali del livello di falda sono dell'ordine di 2 m.

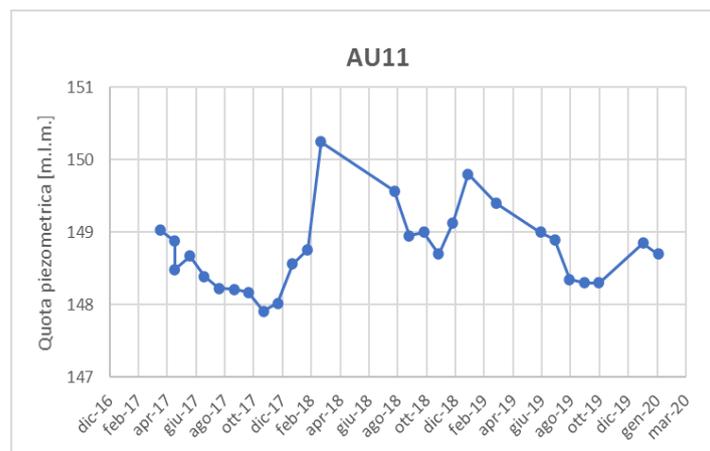


Figura 30. Variazioni del livello di falda misurate nel piezometro AU11.

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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 83 di 119

5 STIMA DELLE PORTATE DRENATE DALLE OPERE IN SOTTERRANEO

5.1 PREMESSA

La stima del drenaggio esercitato dalle gallerie è uno degli aspetti idrogeologici più rilevanti, sia dal punto di vista progettuale che dal punto di vista di previsione degli impatti. Nel presente rapporto, per il caso delle gallerie, vengono presentate delle stime di portata che sono state eseguite cercando di integrare nei calcoli quanto effettivamente previsto nelle fasi di scavo e di esercizio per quanto riguarda il contenimento delle pressioni idrauliche o, al contrario, il drenaggio libero in galleria. Questa tematica è stata affrontata quantitativamente tramite l'applicazione di formulazioni analitiche.

5.2 PRINCIPI GENERALI SUL FLUSSO AL CONTORNO DI UN TUNNEL DRENANTE

Per quanto attiene a delle gallerie a drenaggio libero che vengono scavate in una zona montano-collinare il flusso idrico al contorno dell'opera in sotterraneo è un fenomeno complesso, che peraltro evolve nel tempo. Assumendo che il tunnel interferisca con acquiferi a falda libera, approssimazione generalmente corretta nel caso di gallerie scavate in un contesto quale quello considerato, e facendo riferimento a quanto descritto da Loew (2002), nel processo di drenaggio esercitato da un tunnel, se si ipotizza che una determinata tratta di tunnel venga scavata istantaneamente, si possono distinguere tre fasi (Figura 31).

In una prima fase, che nel seguito verrà definita di regime transitorio di breve termine, non si è ancora verificato un abbattimento della superficie piezometrica e il flusso nell'intorno del cavo è di tipo puramente radiale ovvero, su una sezione perpendicolare all'asse del tunnel le linee di flusso convergono verso il centro del tunnel in qualsiasi punto del suo intorno.

In una seconda fase che può iniziare da alcune ore ad alcuni giorni dopo l'apertura del tunnel e che verrà definita come regime transitorio di lungo termine, la superficie piezometrica al di sopra del cavo inizia a venire perturbata; in questa fase il flusso non è più perfettamente radiale, ma iniziano ad instaurarsi anche flussi lineari orizzontali, che al trascorrere del tempo tendono a divenire nettamente predominanti rispetto a quelli radiali.

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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B FOGLIO 84 di 119

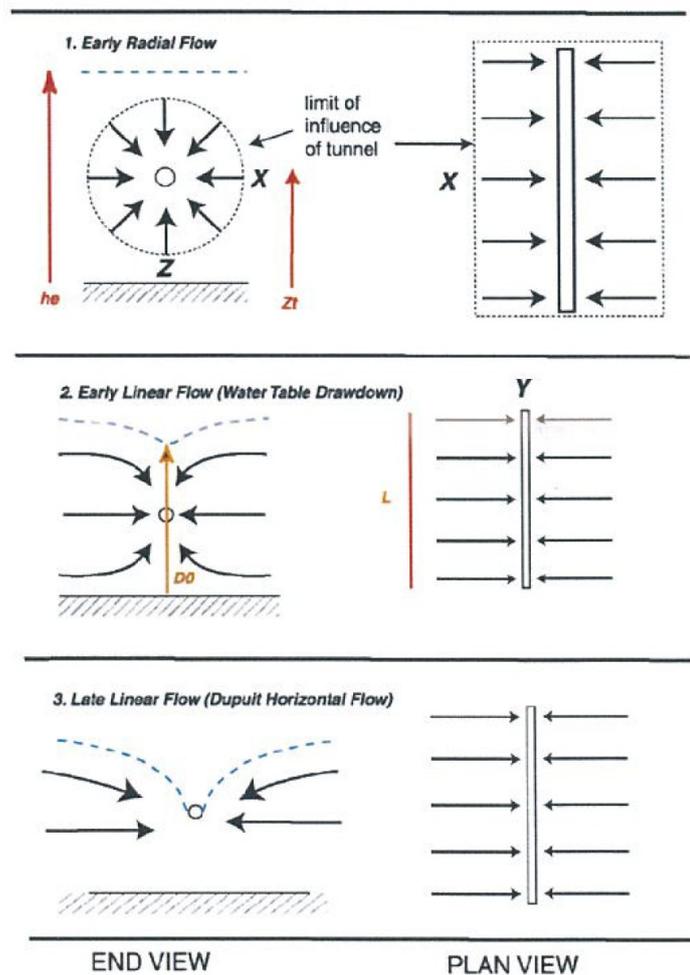


Figura 31. Schema concettuale per il flusso nell'intorno di un tunnel e la sua evoluzione nel tempo (da Loew, 2002).

In una terza fase la superficie piezometrica risulta essere completamente abbattuta a quota tunnel sulla verticale del tunnel stesso e il flusso può essere approssimato ad un flusso puramente orizzontale. Va chiarito che questa terza fase si verifica solo molto raramente e solo per gallerie superficiali e/o per acquiferi molto permeabili, poiché in genere, per gallerie profonde e/o acquiferi con permeabilità da moderata a bassa, non si ha mai un abbattimento completo della superficie piezometrica, dal momento che il drenaggio innescato non è sufficiente ad ottenere tale effetto. In questi casi si rimane quindi sempre in un campo di flusso comparabile a quello della fase 2. In ogni caso, sia che si verifichi un abbattimento completo della superficie piezometrica a quota tunnel, sia che quest'ultima rimanga a una certa quota sopra la verticale della galleria, si raggiunge prima o poi una fase, che verrà qui definita di regime stabilizzato, in cui, a meno di oscillazioni stagionali legate alla ricarica dell'acquifero, la quota della superficie piezometrica sulla verticale dell'opera non varia più.

Ai fini progettuali non esiste un metodo applicabile con efficacia per prevedere l'evoluzione delle portate drenate da un tunnel, poiché sono troppi i fattori che governano il fenomeno. Ai fini pratici è però possibile ottenere delle stime almeno per la fase così detta di regime transitorio di breve termine e di regime stabilizzato. Le stime per la fase di regime transitorio di breve termine sono estremamente utili per pianificare gli impianti di aggotamento in fase di scavo, mentre le stime per la fase di regime stabilizzato sono importanti per dimensionare il sistema di smaltimento delle acque in fase di esercizio dell'opera.

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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 85 di 119

5.2.1 Derivazione delle portate in regime transitorio (fase di scavo)

Questo paragrafo fornisce un riepilogo della soluzione analitica utilizzata per determinare le portate in fase di scavo, presupponendo quindi una dipendenza temporale delle portate. In generale tutte le funzioni analitiche impiegate non possono che fare riferimento a modelli semplificati che assumono condizioni poroso-equivalenti. La conducibilità idraulica in condizioni poroso-equivalenti è stata quantificata attraverso un'analisi critica delle prove idrauliche eseguite nei sondaggi realizzati lungo il tracciato nei diversi complessi idrogeologici.

Nel caso in esame è stata utilizzata la formulazione proposta da Jacob & Lohman (1952), che stabilisce che:

$$q_t = \frac{4\pi k L h_0}{2,3 \ln(2,25 k L t / S r^2)} \quad (1)$$

dove q_0 è la portata drenata (m³/s), k è la conducibilità idraulica (m/s), L è la lunghezza della tratta di tunnel presa in considerazione, h_0 è il carico idraulico in condizioni imperturbate (m), r è il raggio del tunnel (m), t è il tempo trascorso dall'inizio del drenaggio e S^S è il coefficiente di immagazzinamento legato alla risposta elastica del mezzo acquifero.

Si noti che la formulazione di Jacob & Lohman (1952) è una formulazione che origina da una modifica di un'espressione utilizzata per descrivere il flusso radiale in regime transitorio nell'intorno dei pozzi e per tale motivo implica l'introduzione di un fattore tempo. Ovviamente per stimare il flusso nei primi momenti dall'inizio del drenaggio è necessario scegliere un tempo breve; nel caso specifico di questo lavoro è stato utilizzato un tempo pari a 1 giorno. Allo stesso tempo questa formulazione implica la stima del coefficiente di immagazzinamento legato alla risposta elastica, che è un parametro tipico degli acquiferi confinati, poiché in tali acquiferi l'immagazzinamento è legato all'espulsione di acqua per decompressione dello scheletro litologico. Sarebbe quindi improprio applicare questa formulazione al caso di acquiferi a falda libera, come nella maggior parte dei casi cui ci si trova di fronte nel presente lavoro.

Tuttavia, secondo Loew (2002) l'utilizzo di questa espressione è appropriato, seppur per approssimazione, anche nel caso degli acquiferi a falda libera se il valore che si intende stimare è la portata nelle fasi iniziali di flusso radiale e senza abbattimento della falda, poiché in queste fasi la pressione dell'acquifero sostanzialmente non cambia ed il suo comportamento a breve termine può essere considerato comparabile a quello di un acquifero a falda confinata. Il parametro S è comunque difficile da stimare per un acquifero a falda libera, o comunque in assenza di prove di pompaggio; generalmente la maggior parte degli autori riferisce che il suo valore può essere di due o tre ordini di grandezza inferiore rispetto alla porosità efficace e come tale è stato gestito in questo lavoro.

Per applicare tale formula, ogni opera è stata suddivisa, lungo il suo sviluppo, in tratte con comportamento idrogeologico omogeneo e per ogni tratta è stato calcolato un valore di portata in l/s. Tale valore è stato riportato, mediato su una distanza di 10 m, nelle fincature dei profili idrogeologici delle gallerie di linea e delle finestre.

5.2.2 Derivazione delle portate in regime stabilizzato (fase di esercizio)

Per la scelta della formulazione analitica più idonea al calcolo delle portate stabilizzate relative al caso di gallerie drenanti è stato considerato che, dal punto di vista idrogeologico, la situazione in cui si colloca l'opera (nello specifico le gallerie, le finestre e i cunicoli), è rappresentata mediamente dalla presenza di formazioni geologiche poco permeabili. Pertanto, è possibile assumere che, specialmente laddove si configurano dei carichi idraulici significativi, il drenaggio esercitato dal tunnel non è sostanzialmente in grado di abbattere il carico idraulico nella porzione più elevata dell'ammasso.

In questa condizione può essere applicata sia la formulazione proposta da Goodman et al. (1965), nella quale, in sostanza, viene assunto un carico idraulico superiore costante nel tempo. La formulazione di Goodman et al. (1965) ha la seguente forma:

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> 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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 86 di 119

$$q(r) = \frac{2\pi k(h_e - h_t)}{2,3 \log(2(h_e - h_t)/r)} \quad (2)$$

dove $h_e - h_t$ rappresenta la differenza di quota tra il carico della falda e la quota del tunnel, k è la conducibilità idraulica e r è il raggio della galleria.

Chiaramente, la formulazione proposta può determinare delle sovrastime nei casi in cui i carichi siano bassi e, quindi, ove in corrispondenza dei quali si può verificare una variazione dei carichi stessi. Tuttavia, si può considerare che tali sovrastime non hanno un effetto significativo in quanto l'attraversamento delle gallerie interessa terreni mediamente di bassa permeabilità, e quindi questo incide in termini relativamente bassi sui valori delle portate drenate.

5.3 STIMA DELLE PORTATE IN FASE DI SCAVO

5.3.1 Premessa

Il calcolo delle portate drenate in galleria è stato effettuato considerando che lo scavo delle gallerie di linea avverrà con metodo meccanizzato con fresa TBM-EPB, con controbilanciamento delle pressioni idrauliche sul fronte dello scavo. Per i tratti in cui le pressioni idrauliche previste lungo tracciato eccedono il valore soglia di tenuta della pressione in camera di scavo dell'EPB, si è effettuato un calcolo sulle portate drenate considerando per il carico idraulico il valore residuo di pressione idrica "non trattenuta" dalla macchina. Si considera che, in modalità "chiusa", l'EPB ha un limite di tenuta di 4 bar, valore volutamente considerato in maniera molto cautelativa (normalmente la tenuta può essere di 5-6 bar). Si specifica invece che per le finestre costituenti le uscite di emergenza pedonali F1-F7 lo scavo sarà realizzato con metodologia tradizionale e pertanto il drenaggio di acqua in galleria sarà "libero", ovvero senza confinamento di pressione.

Assunzioni di partenza per la stima delle portate: tenuta idraulica della fresa EPB in condizioni di avanzamento in modalità "chiusa". A seconda delle litologie interessate il coefficiente di immagazzinamento considerato per i calcoli è stato assunto come compreso nell'intervallo tra $1E-06$ 1/m e $1E-07$ 1/m.

La stima delle portate in fase di scavo è stata effettuata partendo quindi dai suddetti presupposti utilizzando la formulazione di Jacob & Lohman (1952). La stima è stata effettuata considerando, per ogni tratta, il valore di portata misurato dopo 1 giorno dall'inizio del drenaggio, senza considerare gli effetti di drenaggio sulla falda dovuti al progressivo avanzamento dello scavo della galleria. Questa condizione risulta essere quindi molto conservativa.

5.3.2 Galleria Grottaminarda

Nelle assunzioni progettuali, per la Galleria Grottaminarda lo scavo verrà realizzato con le seguenti modalità operative:

1. scavo in modalità "chiusa" con bilanciamento della pressione del terreno e della pressione idraulica su tutta la tratta. Lungo tracciato, i carichi idraulici sulla galleria sono relativamente contenuti, variando da 0 m a 60 m e mantenendosi su una media compresa tra 30 m e 35 m. Tra la pk 3+200 e la pk 3+775 le pressioni idrauliche previste superano i 4 bar, che è il valore di soglia di tenuta delle pressioni dell'EPB. Pertanto, per questo tratto è stata effettuata una stima di portate drenate considerando come carichi idraulici i valori eccedenti la suddetta soglia di tenuta;
2. un'eccezione alla modalità "chiusa" potrà riguardare gli intervalli ove è previsto l'attraversamento delle formazioni del Flysch Rosso – membro calcareo (FYR2), ove il contenimento delle contropressioni potrebbe risultare più problematico a causa del condizionamento del materiale. Pertanto, nei calcoli si è cautelativamente considerato di procedere nell'ultima tratta di questa

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> 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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 87 di 119

galleria, interessata dalla presenza di FYR2, senza contenere le pressioni al fronte. Tratta di interesse dalla pk 4+500 alla pk 4+660.

Per le altre tratte, quindi dalla pk 2+705 a pk 3+200 e dalla pk 4+600 alla pk 4+695 si assume che la pressione idrica della falda, ove presente, venga contrastata dalla macchina, quindi il drenaggio in galleria è considerato come nullo.

Per la tratta in cui è prevista l'eccedenza delle pressioni idrauliche rispetto alla soglia di tenuta dell'EPB (precedente punto 1), i valori di portata drenata previsti sono quelli indicati in Tabella 22. La portata complessiva prevista per questo tratto è pari a 0.5 l/s.

Tabella 22. Calcolo delle portate drenate in fase di scavo nella Galleria Melito tra la pk 5+090 e 9+550. Nella colonna "Conf", "DL" indica un drenaggio libero (modalità aperta), mentre "CO" indica un confinamento di 4 bar (per carichi idraulici eccedenti questo valore è stata computata una portata d'acqua in galleria).

Scavo	Tratta				Raggio tunnel r_0	Carico idraulico s	Cond. Idraulica k	Portate drenate					
	Conf.	Litotipo	Da	A				Lunghezza					
			(m)	(m)									
CO	FYRcaot	3200	3300	100	6.5	10	2.80E-08	6.35E-04	0.06	0.1			
CO	FYRcaot	3300	3400	100	6.5	20	2.80E-08	1.27E-03	0.13	0.2			
CO	FYRcaot	3400	3500	100	6.5	20	2.80E-08	1.27E-03	0.13	0.3			
CO	FYRcaot	3500	3600	100	6.5	20	2.80E-08	1.27E-03	0.13	0.4			
CO	FYRcaot	3600	3700	100	6.5	10	2.80E-08	6.35E-04	0.06	0.5			
CO	FYRcaot	3700	3775	75	6.5	5	2.80E-08	3.17E-04	0.02	0.5			

Per la tratta di attraversamento del membro calcareo di Flysch Rosso, in cui cautelativamente non si considera un contenimento delle pressioni in fase di scavo (precedente punto 2), i valori di portata drenata previsti sono quelli indicati in Tabella 23. La portata complessiva prevista per questo tratto è pari a 2.8 l/s.

Tabella 23. Calcolo delle portate drenate in fase di scavo nella Galleria Melito tra la pk 5+090 e 9+550. Nella colonna "Conf", "DL" indica un drenaggio libero (modalità aperta), mentre "CO" indica un confinamento di 4 bar (per carichi idraulici eccedenti questo valore è stata computata una portata d'acqua in galleria).

Scavo	Tratta				Raggio tunnel r_0	Carico idraulico s	Cond. Idraulica k	Portate drenate					
	Conf.	Litotipo	Da	A				Lunghezza					
			(m)	(m)									
DL	FYR2	4500	4660	160	6.5	25	5.00E-07	1.86E-02	2.8	2.8			

Quindi, il drenaggio complessivamente atteso lungo l'intera tratta della Galleria Grottaminarda, in condizioni di confinamento dell'EPB, è di ca. 3 l/s. Per confronto, è stato effettuato un calcolo lungo tutta la tratta della galleria considerando un drenaggio libero: assumendo questa ipotesi, la portata risultante sarebbe pari a 21 l/s.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> 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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. FOGLIO B 88 di 119

5.3.3 Galleria Melito

Nelle assunzioni progettuali, per la Galleria Melito lo scavo verrà realizzato con le seguenti modalità operative:

1. scavo in modalità “chiusa” con bilanciamento della pressione del terreno e della pressione idraulica su tutta la tratta, ad esclusione degli intervalli ove è previsto l’attraversamento delle formazioni del Flysch Rosso – membro calcareo (FYR2) e del Vallone del Ponticello (PCL). Tratte di interesse dalla pk 5+175 alla pk 6+150, dalla pk 6+200 alla pk 6+300, dalla pk 6+750 alla pk 6+775 e dalla pk 6+975 alla pk 9+550.
2. scavo in modalità “aperta” o “semi-aperta”, quindi senza bilanciamento, o con bilanciamento parziale della pressione del terreno e della pressione idraulica per le tratte di attraversamento delle formazioni del Flysch Rosso – membro calcareo (FYR2) e del Vallone del Ponticello (PCL). Come citato in premessa, si considera che in modalità “chiusa” l’EPB abbia un limite di tenuta di 4 bar, quindi le tratte in cui le pressioni idrauliche eccedono questo valore possono essere soggette a drenaggio. Tratte di interesse dalla pk 5+090 alla pk 5+175 (FYR2) dalla pk 6+150 alla pk 6+200 (FYR2), dalla pk 6+300 alla pk 6+750 (PCL), dalla pk 6+775 alla pk 6+975 (FY2).

La tratta dalla pk 5+090 alla pk 5+175 (FYR2) risulta essere fuori falda, quindi non si prevede alcun effetto.

Le portate calcolate considerando le precedenti assunzioni sono mostrate in Tabella 24. Le portate così ottenute sono pari a ca. 56 l/s. Per confronto, se il drenaggio fosse completamente libero sull’intera tratta della Galleria Melito le portate corrispondenti sarebbero di ca. 73 l/s.

Tabella 24. Calcolo delle portate drenate in fase di scavo nella Galleria Melito tra la pk 5+090 e 9+550. Nella colonna “Conf”, “DL” indica un drenaggio libero (“modalità aperta”), in questo caso il carico idraulico preso come riferimento corrisponde a quello reale misurato sul profilo. La sigla “CO” indica un confinamento di 4 bar (“modalità chiusa”), quindi ove sul profilo sussistono carichi idraulici eccedenti questo valore è stata stimata una portata d’acqua in galleria.

Scavo	Tratta				Raggio tunnel r_0	Carico idraulico s	Cond. Idraulica k	Portate drenate			
	Conf.	Litotip o	Da	A				Lunghezza	$(l/s \cdot m)$	(l/s) su interv pk	(l/s) cumulativo
			(m)	(m)							
DL	FYR2	5090	5175	85	6.5	15	5.0E-07	0.01	0.95	1.0	
CO	FYR	5175	5275	100	6.5	0	2.8E-08	0.00	0.00	1.0	
CO	FYR	5275	5350	75	6.5	0	2.8E-08	0.00	0.00	1.0	
CO	FYR	5350	5415	65	6.5	10	2.8E-08	0.00	0.04	1.0	
CO	FYR-fa	5415	5435	20	6.5	20	5.0E-08	0.01	0.30	1.3	
CO	FYR	5435	5600	165	6.5	25	2.8E-08	0.00	0.26	1.6	
CO	FYR	5435	5600	165	6.5	25	2.8E-08	0.00	0.26	1.8	
CO	FYR	5600	5700	100	6.5	30	2.8E-08	0.00	0.19	2.0	
CO	FYR	5700	5800	100	6.5	25	2.8E-08	0.00	0.16	2.2	
CO	FYR	5800	5900	100	6.5	20	2.8E-08	0.00	0.13	2.3	
CO	FYR	5900	6000	100	6.5	20	2.8E-08	0.00	0.13	2.4	
CO	FYR	6000	6150	150	6.5	20	2.8E-08	0.00	0.19	2.6	
DL	FYR2-fa	6150	6200	50	6.5	70	1.0E-06	0.10	4.82	7.4	
CO	FYR	6200	6300	100	6.5	25	2.8E-08	0.00	0.16	7.6	
DL	PCL	6300	6320	20	6.5	65	6.0E-07	0.06	1.14	8.7	

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> 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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. FOGLIO B 89 di 119

DL	PCL	6320	6400	80	6.5	75	6.0E-07	0.07	5.26	14.0
DL	PCL	6400	6500	100	6.5	85	6.0E-07	0.07	7.45	21.4
DL	PCL	6500	6600	100	6.5	100	6.0E-07	0.09	8.76	30.2
DL	PCL	6600	6725	125	6.5	95	6.0E-07	0.08	10.40	40.6
DL	FYR2-fa	6725	6735	10	6.5	95	1.0E-06	0.13	1.31	41.9
CO	FYR	6750	6775	25	6.5	70	2.8E-08	0.00	0.11	42.0
DL	FYR2	6775	6975	200	6.5	30	5.0E-07	0.02	4.47	46.5
CO	FYR-fa	6975	7025	50	6.5	25	5.0E-08	0.02	0.93	47.4
CO	BNA2	7000	7500	500	6.5	50	5.0E-08	0.00	2.03	49.5
CO	BNA2	7500	8000	500	6.5	80	5.0E-08	0.01	3.25	52.7
CO	BNA2	8000	8500	500	6.5	50	5.0E-08	0.00	2.03	54.7
CO	BNA2	8500	8930	430	6.5	35	5.0E-08	0.00	1.22	56.0
CO	BNA2-fa	8930	8950	20	6.5	30	1.0E-07	0.00	0.09	56.0
CO	BNA2	9000	9250	250	6.5	10	5.0E-08	0.00	0.20	56.3
CO	BNA2	9250	9450	200	6.5	0	5.0E-08	0.00	0.00	56.3
CO	BNA2	9450	9550	100	6.5	0	5.0E-08	0.00	0.00	56.3

5.3.4 Galleria Rocchetta

Nelle assunzioni progettuali, per la Galleria Rocchetta lo scavo verrà realizzato con le seguenti modalità operative:

1. scavo in modalità “aperta” o “semi-aperta”, quindi senza bilanciamento, o con bilanciamento parziale della pressione del terreno e della pressione idraulica per la tratta di attraversamento della litofacies pelitica della Formazione della Baronina (BNA2), con riempimento dietro ai conci con miscela drenante. Tratta di interesse dalla pk 10+090 alla pk 15+075;
2. scavo in modalità “chiusa” con bilanciamento della pressione del terreno e della pressione idraulica su tutta la tratta di attraversamento delle arenarie e sabbie del Membro di Apollosa (BNA3). Come citato in premessa, si considera che in modalità “chiusa” l’EPB abbia un limite di tenuta di 4 bar, quindi le tratte in cui le pressioni idrauliche eccedono questo valore possono essere soggette a drenaggio. Tratta di interesse dalla pk 15+075 alla pk 16+610.

Per i due precedenti punti la stima è quindi la seguente:

1. per la tratta di attraversamento di BNA2 è stato effettuato un calcolo in modalità “aperta” (drenaggio libero), che porta ad una stima di portate massime di ca. 65 l/s (cfr. Tabella 25);
2. per la tratta di attraversamento di BNA3 la stima ha considerato una tenuta idraulica massima della fresa pari a 4 bar. Per il calcolo del drenaggio in fase di scavo è stato quindi considerato il carico idraulico eccedente questo valore, corrispondente alle portate che non sono contrastate e che defluiscono dal fronte e dallo scudo della macchina (Tabella 26). Le portate massime così stimate corrispondono a ca. 7 l/s. Per confronto, se il drenaggio fosse completamente libero su questa tratta interessata da BNA3, le portate corrispondenti sarebbero di ca. 26 l/s.

Le portate massime cumulative sono quindi valutabili in 73 l/s, utilizzando le modalità di scavo sopra indicate. Per confronto, se il drenaggio fosse libero sull’intera tratta della Galleria Rocchetta le portate attese cumulative sarebbero di ca. 91 l/s.

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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B FOGLIO 90 di 119

Tabella 25. Calcolo delle portate drenate in fase di scavo nella Galleria Rocchetta tra la pk 10+090 e 15+075. In questa tratta è previsto uno scavo senza confinamento delle pressioni (modalità “aperta” o drenaggio libero; “DL” nella colonna “Scavo”).

Scavo	Tratta				Raggio tunnel r_0	Carico idraulico s	Cond. Idraulica k	Portate drenate						
	Conf.	Litotipo	Da	A				Lunghezza	r_0	s	k	(l/s*m)	(l/s) su interv pk	(l/s) cumulativo
			(m)	(m)										
DL	BNA2	10090	10225	135	6.5	20	5.0E-08	0.00	0.22	0.2				
DL	BNA2	10225	10300	75	6.5	20	5.0E-08	0.00	0.12	0.3				
DL	BNA2	10300	10400	100	6.5	21	5.0E-08	0.00	0.17	0.5				
DL	BNA2	10400	10500	100	6.5	35	5.0E-08	0.00	0.28	0.8				
DL	BNA2	10500	10800	300	6.5	60	5.0E-08	0.00	1.46	2.3				
DL	BNA2	10800	11000	200	6.5	80	5.0E-08	0.01	1.30	3.6				
DL	BNA2	11000	11500	500	6.5	110	5.0E-08	0.01	4.47	8.0				
DL	BNA2	11500	12000	500	6.5	155	5.0E-08	0.01	6.30	14.3				
DL	BNA2	12000	12500	500	6.5	210	5.0E-08	0.02	8.53	22.9				
DL	BNA2	12500	13000	500	6.5	235	5.0E-08	0.02	9.55	32.4				
DL	BNA2	13000	13500	500	6.5	225	5.0E-08	0.02	9.14	41.5				
DL	BNA2	13500	14000	500	6.5	210	5.0E-08	0.02	8.53	50.1				
DL	BNA2	14000	14700	700	6.5	180	5.0E-08	0.01	10.24	60.3				
DL	BNA2	14700	15100	400	6.5	145	5.0E-08	0.01	4.71	65.0				

Tabella 26. Calcolo delle portate drenate in fase di scavo nella Galleria Rocchetta tra la pk 15+100 e 16+610. In questa tratta è previsto uno scavo con confinamento delle pressioni (modalità “chiusa”; “CO” nella colonna “Scavo”). Il valore di portata di acqua in galleria è stato quindi calcolato considerando il carico idraulico eccedente i 4 bar di tenuta massima di pressione della macchina.

Scavo	Tratta				Raggio tunnel r_0	Carico idraulico s	Cond. Idraulica k	Portate drenate						
	Conf.	Litotipo	Da	A				Lunghezza	r_0	s	k	(l/s*m)	(l/s) su interv pk	(l/s) cumulativo
			(m)	(m)										
CO	BNA3	15100	15200	100	6.5	60	2.3E-07	0.02	2.27	2.3				
CO	BNA3	15200	15300	100	6.5	40	2.3E-07	0.02	1.51	3.8				
CO	BNA3	15300	15400	100	6.5	35	2.3E-07	0.01	1.32	5.1				
CO	BNA3	15400	15500	100	6.5	25	2.3E-07	0.01	0.94	6.0				
CO	BNA3	15500	15600	100	6.5	20	2.3E-07	0.01	0.76	6.8				
CO	BNA3	15600	15700	100	6.5	10	2.3E-07	0.00	0.38	7.2				
CO	BNA3	15700	15800	100	6.5	0	2.3E-07	0.00	0.00	7.2				
CO	BNA3	15800	15900	100	6.5	0	2.3E-07	0.00	0.00	7.2				
CO	BNA3	15900	16000	100	6.5	0	2.3E-07	0.00	0.00	7.2				
CO	BNA3	16000	16100	100	6.5	0	2.3E-07	0.00	0.00	7.2				

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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 91 di 119

CO	BNA3	16100	16200	100	6.5	0	2.3E-07	0.00	0.00	7.2
CO	BNA3	16200	16350	150	6.5	0	2.3E-07	0.00	0.00	7.2
CO	BNA3	16350	16550	200	6.5	0	2.3E-07	0.00	0.00	7.2
CO	BNA3	16550	16610	60	6.5	0	2.3E-07	0.00	0.00	7.2

5.3.5 Uscita di emergenza pedonale F1

Il calcolo delle portate d'acqua transitorie drenate durante lo scavo della finestra F1, realizzato in tradizionale, è riportato in Tabella 27.

Tabella 27. Calcolo delle portate drenate in fase di scavo nell' uscita di emergenza pedonale F1. Lo scavo sarà realizzato in tradizionale e il drenaggio delle portate sarà libero (senza condizionamento delle pressioni).

FINESTRA F1											
Scavo	Tratta				Raggio tunnel r_0	Carico idraulico s	Cond. Idraulica k	Coeff immag S	Portate drenate		
	Conf.	Litotipo	Da	A							
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	1/m	(l/s*m)	(l/s) su interv pk	(l/s) cumulativo
DL	FYR	0	100	100	6.5	40	3.0E-08	5.0E-06	0.00	0.27	0.3
DL	FYR	100	200	100	6.5	30	3.0E-08	5.0E-06	0.00	0.20	0.5
DL	FYR	200	300	100	6.5	25	3.0E-08	5.0E-06	0.00	0.17	0.6
DL	FYR	300	411	111	6.5	5	3.0E-08	5.0E-06	0.00	0.04	0.7

5.3.6 Uscita di emergenza pedonale F2

Il calcolo delle portate d'acqua transitorie drenate durante lo scavo della finestra F2, realizzato in tradizionale, è riportato in Tabella 28.

Tabella 28. Calcolo delle portate drenate in fase di scavo nell' uscita di emergenza pedonale F2. Lo scavo sarà realizzato in tradizionale e il drenaggio delle portate sarà libero (senza condizionamento delle pressioni).

FINESTRA F2											
Scavo	Tratta				Raggio tunnel r_0	Carico idraulico s	Cond. Idraulica k	Coeff immag S	Portate drenate		
	Conf.	Litotipo	Da	A							
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	1/m	(l/s*m)	(l/s) su interv pk	(l/s) cumulativo
DL	FYR	0	100	100	6.5	60	3.0E-08	5.0E-06	0.00	0.40	0.4
DL	FYR	100	230	130	6.5	30	3.0E-08	5.0E-06	0.00	0.26	0.7
DL	BNA1b	230	324	94	6.5	5	5.0E-07	5.0E-06	0.00	0.35	1.0

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> 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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 92 di 119

5.3.7 Uscita di emergenza pedonale F3

Il calcolo delle portate d'acqua transitorie drenate durante lo scavo della finestra F3, realizzato in tradizionale, è riportato in Tabella 29.

Tabella 29. Calcolo delle portate drenate in fase di scavo nell' uscita di emergenza pedonale F3. Lo scavo sarà realizzato in tradizionale e il drenaggio delle portate sarà libero (senza condizionamento delle pressioni).

FINESTRA F3											
Scavo	Tratta				Raggio tunnel r_0	Carico idraulico s	Cond. Idraulica k	Coeff immag S	Portate drenate		
	Conf.	Litotipo	Da	A							
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	1/m	(l/s*m)	(l/s) su interv pk	(l/s) cumulativo
DL	BNA2	0	200	200	6.5	90	5.0E-08	5.0E-06	0.01	1.85	1.8
DL	BNA2	200	300	100	6.5	55	5.0E-08	5.0E-06	0.01	0.56	2.4
DL	BNA2	300	400	100	6.5	30	5.0E-08	5.0E-06	0.00	0.31	2.7
DL	BNA2	400	470	70	6.5	5	5.0E-08	5.0E-06	0.00	0.04	2.8
DL	BNA1b	470	500	30	6.5	0	5.0E-07	5.0E-06	0.00	0.00	2.8

5.3.8 Uscita di emergenza pedonale F4

Il calcolo delle portate d'acqua transitorie drenate durante lo scavo della finestra F4, realizzato in tradizionale, è riportato in Tabella 30.

Tabella 30. Calcolo delle portate drenate in fase di scavo nell' uscita di emergenza pedonale F4. Lo scavo sarà realizzato in tradizionale e il drenaggio delle portate sarà libero (senza condizionamento delle pressioni).

FINESTRA F4											
Scavo	Tratta				Raggio tunnel r_0	Carico idraulico s	Cond. Idraulica k	Coeff immag S	Portate drenate		
	Conf.	Litotipo	Da	A							
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	1/m	(l/s*m)	(l/s) su interv pk	(l/s) cumulativo
DL	BNA2	0	100	100	6.5	75	5.0E-08	5.0E-06	0.01	0.77	0.8
DL	BNA2 faglia	100	110	10	6.5	60	1.0E-07	5.0E-06	0.01	0.11	0.9
DL	BNA2	110	200	90	6.5	40	5.0E-08	5.0E-06	0.00	0.37	1.2
DL	BNA2	200	300	100	6.5	20	5.0E-08	5.0E-06	0.00	0.21	1.5
DL	BNA2	300	398	98	6.5	0	5.0E-08	5.0E-06	0.00	0.00	1.5
DL	BNA1b	398	400	2	6.5	0	5.0E-07	5.0E-06	0.00	0.00	1.5

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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 93 di 119

5.3.9 Uscita di emergenza pedonale F5

Il calcolo delle portate d'acqua transitorie drenate durante lo scavo della finestra F5, realizzato in tradizionale, è riportato in Tabella 31.

Tabella 31. Calcolo delle portate drenate in fase di scavo nell' uscita di emergenza pedonale F5. Lo scavo sarà realizzato in tradizionale e il drenaggio delle portate sarà libero (senza condizionamento delle pressioni).

FINESTRA F5											
Scavo	Tratta				Raggio tunnel	Carico idraulico	Cond. Idraulica	Coeff immag	Portate drenate		
Conf.	Litotipo	Da	A	Lunghezza	r ₀	s	k	S	(l/s*m)	(l/s) su interv pk	(l/s) cumulativo
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	1/m			
DL	BNA2	0	100	100	6.5	80	5.0E-08	5.0E-06	0.01	0.82	0.8
DL	BNA2	100	200	100	6.5	70	5.0E-08	5.0E-06	0.01	0.72	1.5
DL	BNA2	200	300	100	6.5	40	5.0E-08	5.0E-06	0.00	0.41	1.9
DL	BNA2	300	400	100	6.5	25	5.0E-08	5.0E-06	0.00	0.26	2.2
DL	BNA2	400	500	100	6.5	5	5.0E-08	5.0E-06	0.00	0.05	2.3
DL	BNA2	500	640	140	6.5	0	5.0E-08	5.0E-06	0.00	0.00	2.3
DL	co	640	657	17	6.5	0	3.0E-08	5.0E-06	0.00	0.00	2.3

5.3.10 Uscita di emergenza pedonale F6

Il calcolo delle portate d'acqua transitorie drenate durante lo scavo della finestra F6, realizzato in tradizionale, è riportato in Tabella 32.

Tabella 32. Calcolo delle portate drenate in fase di scavo nell' uscita di emergenza pedonale F6. Lo scavo sarà realizzato in tradizionale e il drenaggio delle portate sarà libero (senza condizionamento delle pressioni).

Scavo	Tratta				Raggio tunnel	Carico idraulico	Cond. Idraulica	Portate drenate		
Conf.	Litotipo	Da	A	Lunghezza	r ₀	s	k	(l/s*m)	(l/s) su interv pk	(l/s) cumulativo
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)			
DL	BNA2	0	200	200	6.5	160	5.0E-08	0.02	3.28	3.3
DL	BNA2	200	400	200	6.5	130	5.0E-08	0.01	2.67	6.0
DL	BNA2	400	500	100	6.5	110	5.0E-08	0.01	1.13	7.1
DL	BNA2	500	600	100	6.5	85	5.0E-08	0.01	0.87	8.0
DL	BNA2	600	800	200	6.5	70	5.0E-08	0.01	1.44	9.4
DL	BNA2 FAGLIA	840	860	20	6.5	45	1.0E-07	0.01	0.17	9.6
DL	BNA2	860	1092	232	6.5	23	5.0E-08	0.00	0.55	10.1
DL	BNA3	1092	1110	18	6.5	5	2.0E-07	0.00	0.03	10.1
DL	BNA3	1110	1163	53	6.5	0	2.0E-07	0.00	0.00	10.1

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> 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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 94 di 119

5.3.11 Uscita di emergenza pedonale F7

Il calcolo delle portate d'acqua transitorie drenate durante lo scavo della finestra F7, realizzato in tradizionale, è riportato in Tabella 33.

Tabella 33. Calcolo delle portate drenate in fase di scavo nell' uscita di emergenza pedonale F7. Lo scavo sarà realizzato in tradizionale e il drenaggio delle portate sarà libero (senza condizionamento delle pressioni).

Scavo	Tratta				Raggio tunnel r_0	Carico idraulico s	Cond. Idraulica k	Portate drenate		
	Conf.	Litotipo	Da	A						
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(l/s*m)	(l/s) su interv pk	(l/s) cumulativo
DL	BNA3	0	100	100	6.5	40	2.0E-07	0.01	1.34	1.3
DL	BNA3	100	200	100	6.5	25	2.0E-07	0.01	0.84	2.2
DL	BNA3	200	300	100	6.5	10	2.0E-07	0.00	0.33	2.5
DL	BNA3	300	400	100	6.5	5	2.0E-07	0.00	0.17	2.7
DL	BNA3	400	450	50	6.5	0	2.0E-07	0.00	0.00	2.7
DL	BNA3 faglia	450	467	17	6.5	0	1.0E-06	0.00	0.00	2.7
DL	BNA3	467	625	158	6.5	0	2.0E-07	0.00	0.00	2.7
DL	co	625	632	7	6.5	0	3.0E-08	0.00	0.00	2.7

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> 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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 95 di 119

5.4 STIMA DELLE PORTATE IN FASE DI ESERCIZIO

5.4.1 Premessa

La stima delle portate stabilizzate, relative alla fase di esercizio delle gallerie, è stata condotta considerando le assunzioni progettuali previste per la realizzazione di opere di drenaggio e di impermeabilizzazione al contorno degli scavi. I calcoli delle portate stabilizzate discussi nei successivi paragrafi sono stati pertanto realizzati unicamente in corrispondenza delle tratte in cui è prevista la realizzazione di drenaggi, mentre tali calcoli non si applicano in corrispondenza delle tratte impermeabilizzate. Le configurazioni drenanti prevedono la realizzazione di dreni di lunghezza pari a 12 m, rivestiti con calza, deputati a drenare le acque verso l'intradosso delle gallerie. Successivamente, le acque verranno allontanate attraverso dei tubi di raccolta posizionati alla base delle solette.

La stima delle portate è stata effettuata considerando il carico idraulico massimo previsto sulle varie tratte delle gallerie.

5.4.2 Galleria Grottaminarda

Nella Galleria Grottaminarda, il progetto prevede il seguente schema di attrezzamento di sistemi di impermeabilizzazione e drenaggio delle acque dell'ammasso:

- pk 2+715 – 3+875, tratto impermeabilizzato;
- pk 3+875 – 4+250, tratto drenante;
- pk 4+250 – 4+682, tratto impermeabilizzato.

Per il tratto drenante, le portate stabilizzate ricavate con il metodo descritto nel paragrafo 5.2.2 sono quelle riportate nella Tabella 34. Le portate complessive attese sono quindi dell'ordine di ca. 1 l/s.

Tabella 34. Calcolo delle portate stabilizzate (in fase di esercizio) nella tratta drenante della Galleria Grottaminarda.

Litotipo	Tratta		Raggio tunnel r_0	Carico idraulico s	Spessore strato z	Cond. Idraulica k	Portate drenate		
	Da	A					$l/s \cdot m$	l/s su interv pk	l/s cumulativo
	(km)		(m)	(m)	(m)	(m/s)			
FYRcaot	3.875	3.900	6.5	20	20	2.80E-08	0.00	0.05	0.05
FYRcaot	3.900	3.950	6.5	25	25	2.80E-08	0.00	0.11	0.16
FYRcaot	3.950	4.000	6.5	30	30	2.80E-08	0.00	0.12	0.27
FYRcaot	4.050	4.100	6.5	35	35	2.80E-08	0.00	0.13	0.40
FYRcaot	4.100	4.150	6.5	40	40	2.80E-08	0.00	0.14	0.54
FYRcaot	4.150	4.200	6.5	40	40	2.80E-08	0.00	0.14	0.68
FYRcaot	4.200	4.250	6.5	40	40	2.80E-08	0.00	0.14	0.82

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> 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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 96 di 119

5.4.3 Galleria Melito

Nella Galleria Melito, il progetto prevede il seguente schema di attrezzamento di sistemi di impermeabilizzazione e drenaggio delle acque dell'ammasso:

- pk 5+098 – 6+475, tratto impermeabilizzato;
- pk 6+475 – 6+675, tratto drenante;
- pk 6+675 – 7+620, tratto impermeabilizzato;
- pk 7+620 – 7+815, tratto drenante;
- pk 7+815 – 9+528, tratto impermeabilizzato.

Per il tratto drenante, le portate stabilizzate ricavate con il metodo descritto nel paragrafo 5.2.2 sono quelle riportate nella Tabella 34. Le portate complessive attese sono quindi dell'ordine di ca. 21 l/s.

Tabella 35. Calcolo delle portate stabilizzate (in fase di esercizio) nella tratta drenante della Galleria Melito.

Litotipo	Tratta		Raggio tunnel	Carico idraulico	Spessore strato	Cond. Idraulica	Portate drenate		
	Da	A	r_0	s	z	k	(l/s*m)	(l/s) su interv pk	(l/s) cumulativo
	(km)		(m)	(m)	(m)	(m/s)			
PCL	6.475	6.500	6.5	80	120	6.00E-07	0.08	2.09	2.09
PCL	6.500	6.550	6.5	90	120	6.00E-07	0.09	4.70	6.79
PCL	6.550	6.600	6.5	95	120	6.00E-07	0.10	4.96	11.75
PCL	6.600	6.650	6.5	90	120	6.00E-07	0.09	4.70	16.45
PCL	6.650	6.675	6.5	90	120	6.00E-07	0.09	2.35	18.80
BNA2	7.620	7.650	6.5	100	120	5.00E-08	0.01	0.26	19.06
BNA2	7.650	7.700	6.5	110	120	5.00E-08	0.01	0.48	19.54
BNA2	7.700	7.750	6.5	120	120	5.00E-08	0.01	0.52	20.07
BNA2	7.750	7.800	6.5	120	120	5.00E-08	0.01	0.52	20.59
BNA2	7.800	7.815	6.5	115	120	5.00E-08	0.01	0.15	20.74

5.4.4 Galleria Rocchetta

Nella Galleria Rocchetta, il progetto prevede il seguente schema di attrezzamento di sistemi di impermeabilizzazione e drenaggio delle acque dell'ammasso:

- pk 10+125 – 10+960, tratto impermeabilizzato;
- pk 10+960 – 15+675, tratto drenante;
- pk 15+675 – 16+630, tratto impermeabilizzato.

Si specifica che, rispetto alle gallerie di linea prevalentemente interessate dal complesso idrogeologico di bassa permeabilità (CAM), l'ultimo tratto drenante della Galleria Rocchetta (tra la pk 15+100 e la pk 15+675) attraversa la formazione BNA3 del complesso idrogeologico di più alta permeabilità (CAS). In questo tratto è ragionevole ipotizzare che i carichi idraulici gravanti sulla galleria non rimarranno costanti nel tempo. Gradualmente, i carichi tenderanno a ridursi e viste le condizioni al contorno e l'estensione

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> 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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 97 di 119

laterale dell'acquifero rappresentato dal complesso idrogeologico CAS, si può ipotizzare che il carico finale sia dell'ordine dei 2/3 del carico idraulico iniziale.

Per il tratto drenante, le portate stabilizzate ricavate con il metodo descritto nel paragrafo 5.2.2 sono quelle riportate nella Tabella 36. Le portate complessive attese sono quindi dell'ordine di ca. 60 l/s.

Tabella 36. Calcolo delle portate stabilizzate (in fase di esercizio) nella tratta drenante della Galleria Rocchetta.

Litotipo	Tratta		Raggio tunnel	Carico idraulico	Spessore strato	Cond. Idraulica	Portate drenate		
	Da	A	r_0	s	z	k	(l/s*m)	(l/s) su interv pk	(l/s) cumulativo
	(km)		(m)	(m)	(m)	(m/s)			
BNA2	10.960	11.000	6.5	75	300	5.0E-08	0.01	0.21	0.21
BNA2	11.000	11.500	6.5	105	300	5.0E-08	0.01	3.64	3.85
BNA2	11.500	12.000	6.5	150	300	5.0E-08	0.01	5.21	9.06
BNA2	12.000	12.500	6.5	205	300	5.0E-08	0.01	7.12	16.18
BNA2	12.500	13.000	6.5	230	300	5.0E-08	0.02	7.98	24.16
BNA2	13.000	13.500	6.5	220	300	5.0E-08	0.02	7.64	31.80
BNA2	13.500	14.000	6.5	205	300	5.0E-08	0.01	7.12	38.91
BNA2	14.000	14.500	6.5	175	300	5.0E-08	0.01	6.07	44.99
BNA2	14.500	15.000	6.5	140	300	5.0E-08	0.01	4.86	49.85
BNA2	15.000	15.100	6.5	85	300	5.0E-08	0.01	0.59	50.44
BNA3	15.100	15.500	6.5	25	25	2.3E-07	0.02	7.08	57.52
BNA3	15.500	15.675	6.5	10	10	2.3E-07	0.01	2.25	59.77

5.4.5 Uscite di emergenza F1-F7

Le uscite di emergenza (finestre F1-F7) sono previste come interamente drenanti. La previsione delle portate ricavate con il metodo descritto nel paragrafo 5.2.2 è la seguente:

- Finestra F1: 0.5 l/s;
- Finestra F2: 0.8 l/s;
- Finestra F3: 2 l/s;
- Finestra F4: 1 l/s;
- Finestra F5: 2 l/s;
- Finestra F6: 8 l/s;
- Finestra F7: 2.5 l/s.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> 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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 98 di 119

6 VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI ISTERILIMENTO DELLE ACQUE SOTTERRANEE

6.1 PREMESSA

Nell'area interessata dall'opera in progetto le risorse idriche sotterranee sono oggetto di captazione principalmente mediante pozzi di profondità variabile, da pochi metri a diverse centinaia di metri. L'utilizzo della risorsa prelevata mediante queste captazioni comprende sia l'uso potabile, sia quello irriguo o domestico. Sono inoltre presenti una decina di sorgenti, non utilizzate.

Si rimanda all'elaborato specifico per l'elenco completo dei punti d'acqua censiti e delle informazioni disponibili relative ad essi.

Dato che la maggior parte dei pozzi e delle sorgenti è situata all'interno del corridoio di progetto, esteso circa 0.5 km ai lati delle opere (linea principale e finestre), risultata necessario effettuare una valutazione del potenziale rischio di disseccamento della risorsa. Tale valutazione è stata effettuata mediante il calcolo dell'indice DHI - *Drawdown Hazard Index*.

Rispetto a quanto già proposto nel Progetto Definitivo, si è ritenuto necessario aggiornare la determinazione di tale indice ricalcolandolo, a causa di alcune variazioni introdotte nel modello geologico-idrogeologico di riferimento in fase di progettazione esecutiva. Si specifica che rispetto al Progetto Definitivo, si è scelto di applicare la metodologia in maniera più fedele rispetto all'originale descritto nelle pubblicazioni di riferimento (Dematteis et al. 2001, Torri et al. 2007). Per continuità con quanto effettuato nel Progetto Definitivo, dove possibile, sono comunque stati utilizzati gli stessi parametri. Inoltre, rispetto al Progetto Definitivo, il calcolo è stato eseguito anche relativamente alle finestre e alle gallerie di servizio.

6.2 METODOLOGIA

La valutazione del potenziale impatto generato dallo scavo delle gallerie sui pozzi e sorgenti censiti è stata eseguita mediante l'applicazione del metodo *Drawdown Hazard Index* (Dematteis et al. 2001, Torri et al. 2007): questo metodo consiste nel calcolo di un indice che definisce in maniera qualitativa il rischio di disseccamento della risorsa idrica per effetto dello scavo.

Si precisa che, utilizzando un approccio cautelativo così come fatto per il calcolo delle stime di portata attese in galleria, nella determinazione dell'indice DHI si è assunto che i tunnel siano scavati con metodi tradizionali senza prevedere interventi di impermeabilizzazione o di riduzione del detensionamento o della fratturazione durante le fasi di scavo.

Di seguito si riporta una sintesi della metodologia, specificando i valori che sono stati utilizzati per i diversi parametri contestualizzandoli al progetto in esame. Per una più completa descrizione del metodo generale si rimanda alle pubblicazioni sopracitate.

Il metodo DHI consente si sviluppa sostanzialmente in due fasi. Nella prima fase si individua la probabilità di venute d'acqua in galleria (indice di potenziale deflusso o Potential Inflow, PI), definita sulla base di parametri caratteristici dell'ammasso in cui è scavata la galleria.

I parametri che caratterizzano l'ammasso roccioso sono quattro:

- **Frequenza di fratturazione (FF):** la presenza di fratture maggiori o minori che intersecano la galleria condiziona il potenziale effetto di drenaggio che questa esercita. Per attribuire in maniera ragionevoli i parametri si è considerato di attribuire un valore pari a 0.2 ai contesti in cui le faglie sono assenti (IF=1; vedi descrizione successiva) e 1 ai contesti in cui le faglie sono presenti e significative dal punto di vista idraulico (IF=2). È stata introdotta un'ulteriore distinzione che tiene conto dei casi in cui le faglie sono presenti ma il loro ruolo idraulico in termini di drenaggio esercitato è relativamente medio-basso (IF =1.5): in questo caso, per i terreni sciolti non litificati

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> 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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. FOGLIO B 99 di 119

FF è stato posto pari a 0.3 in terreni sciolti non litificati (es. sabbie, argille), mentre per i materiali litificati (es. arenarie, calcari) FF è stato posto pari a 0.5.

- **Permeabilità del massiccio (MK):** definisce il grado di permeabilità assegnato ai complessi idrogeologici intersecati dalla galleria. Può assumere valori da 0.1, per complessi molto poco permeabili, a 0.9, per quelli caratterizzati da permeabilità molto elevata.
- **Spessore della copertura (OV):** è un elemento che influenza il potenziale drenaggio operato dalla galleria, poiché a maggior profondità le condizioni di pressione determinate dalla copertura comportano un minor grado di apertura delle fratture nell'ammasso. Assume valori da 0.1 a 0.9 con andamento inversamente proporzionali allo spessore della copertura.
- **Ampiezza della zona plastica (PZ):** la zona plastica rappresenta il volume di roccia in cui le caratteristiche di permeabilità che influenzano il potenziale drenante possono aumentare a causa delle operazioni di scavo della galleria, che generano un aumento della fratturazione in risposta alle variate condizioni di stress. Generalmente è una fascia di ampiezza variabile fra 0 e 2-3 volte il diametro della galleria. Questo parametro è sicuramente fortemente influenzato dalle tecniche di scavo adottate. Cautelativamente, si è considerato quasi sempre lo scenario in cui l'ampiezza della zona plastica è maggiore a quella del diametro del tunnel. Nelle zone in cui la galleria ha una bassa copertura, si è considerato che l'effetto dello scavo non modifichi sensibilmente lo stato di stress dell'ammasso, già ridotto a causa delle basse pressioni: in questi casi si è considerato un valore intermedio. Non sono state definite aree in cui la zona plastica è inferiore al diametro della galleria. Il valore teorico varia tra 0 (estensione della zona plastica inferiore al diametro del tunnel) a 1 (zona plastica superiore al diametro del tunnel).

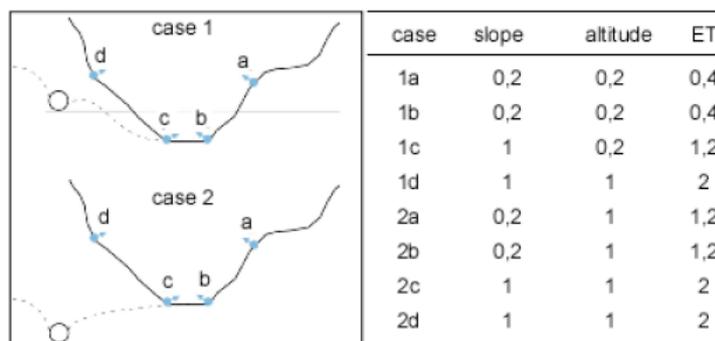
L'indice PI viene calcolato mediante la seguente formula (Dematteis et al. 2001):

$$PI = (41*FF+22*MK+17*OV+20*PZ)/100$$

Nella seconda fase, questo indice viene contestualizzato applicandolo ai punti d'acqua in esame, attraverso alcuni parametri che li caratterizzano e ne definiscono la posizione rispetto al tunnel.

Questi parametri sono:

- **Distanza di tunnel (DT):** è inversamente proporzionale alla distanza assoluta del punto d'acqua rispetto al tunnel, derivata considerando la minima distanza in pianta e la differenza di quota. Varia tra 0 e 1.9.
- **Effetto topografico (ET):** si tratta di un parametro che descrive le posizioni reciproche del punto d'acqua e del tunnel tenendo conto dei loro rapporti con il contesto morfologico in cui si trovano. Considera quindi se punto d'acqua e galleria sono situati sullo stesso versante o su due versanti diversi (colonna *slope* nella figura seguente), e la loro reciproca posizione in quota (colonna *altitude* in figura). Il valore di ET è calcolato come somma dei due parametri *slope* e *altitude*.



APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> 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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 100 di 119

Figura 32. Effetto Topografico ET (da Torri et al, 2007).

- **Tipo di sorgente (TS):** descrive specificatamente il punto d'acqua, definendo se la tipologia di acquifero che lo alimenta è superficiale, profondo o misto. Poiché nel caso in esame i punti d'acqua sono principalmente pozzi, la definizione del valore assegnato al parametro è funzione della profondità del pozzo, in accordo a quanto indicato nel Progetto Definitivo. Le sorgenti sono state considerate tutte come superficiali, poiché effimere. Cresce da 1 a 2 con l'aumentare della componente di acquifero profondo.
- **Intersezione con faglie (IF):** prende in considerazione quelle faglie che sono intersecate dalla galleria e che possono mettere idraulicamente in contatto quest'ultima con il punto d'acqua. È funzione della distanza tra il punto e la faglia: Vengono considerate solo le strutture tettoniche che vengono effettivamente intersecate dal tunnel a quota galleria. Assume valore compreso tra 1 (assenza di faglie) e 2 (presenza di faglie).

Nella tabella seguente si riportano i valori che sono stati utilizzati in questo lavoro per il valorizzare i diversi parametri e calcolare l'indice DHI.

PARAMETRO	Condizione	Valore	Condizione	Valore	Condizione	Valore	Condizione	Valore	Condizione	Valore	Condizione	Valore
FF	Alta	1	Media	0.8	Bassa	0.4	Molto bassa	0.2				
MK	Complesso arenaceo sabbioso CAS	0.5	Complesso calcareo CC	0.4	Complesso argilloso marnoso CAM	0.2						
OV	<50m	0.9	50 ÷ 100m	0.5	100 ÷ 500m	0.2	> 500m	0.1				
PZ	> diametro tunnel	1	= diametro tunnel (basse coperture)	0.5								
DT	<200 m	1.9	200 ÷ 500 m	1.5	500 ÷ 1000 m	1.2	>1000 m	1.1				
ET	ref. Figura 32											
TS	Profondità pozzo >100 m	2	Profondità pozzo 80 ÷ 100 m	1.8	Profondità pozzo 50 ÷ 80 m	1.6	Profondità pozzo 20 ÷ 50 m	1.4	Profondità pozzo 10 ÷ 20 m	1.2	Profondità pozzo <10 m; Sorgente	1.1
IF	Faglia a distanza <25 m	2	Faglia a distanza tra 25 e 50 m	1.5	Faglia a distanza tra 50 e 100 m	1.25	Faglia a distanza > 100m	1				

Tabella 37. Valorizzazione dei parametri per il calcolo dell'indice DHI

Il valore del DHI viene quindi calcolato moltiplicando l'indice PI, caratterizzante l'ammasso roccioso, con i parametri specifici dei punti d'acqua, mediante la seguente formula:

$$DHI \text{ (non normalizzato)} = PI * DT * ET * TS * IF * 100$$

Il risultato, specifico per ogni punto d'acqua, viene poi normalizzato al massimo teorico possibile, calcolato considerando i valori dei parametri nelle condizioni più sfavorevoli, e pari a 1461. Il risultato è l'indice DHI normalizzato, che rappresenta la probabilità di sterilimento del punto d'acqua, secondo la seguente tabella:

Indice DHI	Classe	Probabilità di sterilimento
0 < DHI < 0.1	1	Molto bassa o nulla
0.1 < DHI < 0.2	2	Bassa
0.2 < DHI < 0.3	3	Media
DHI > 0.3	4	Alta

Tabella 38. Classi del DHI

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.		ITINERARIO NAPOLI – BARI									
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> 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 IDROGEOLOGICA		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 101 di 119				

Come già anticipato in premessa, la determinazione dell'indice DHI è stata eseguita per i punti d'acqua situati all'interno dell'area di studio per la presente fase progettuale, in riferimento sia alla linea principale che alle finestre e cunicoli accessori. Nelle tabelle seguenti si riportano i dati di input e i risultati dei calcoli riferiti ad ogni singola opera.

Punto acqua		DT	IF	TS	ET			FF	MK	OV	PZ	PI	DHI calcolato	DHI normalizzato	Classe DHI
Codice	Tipo				Quota	Versante	ET								
15	Pozzo	1.9	1	1.6	1	1	2	0.2	0.5	0.9	1	0.55	331.36	0.23	3.00
16	Pozzo	1.5	1	1.4	0.5	1	1.5	0.2	0.5	0.1	1	0.41	128.84	0.09	1.00
17	Sorgente	1.5	1	1.1	1	1	2	0.2	0.5	0.9	1	0.55	179.85	0.12	2.00
GR63	Pozzo	1.5	1	1.4	0.5	1	1.5	0.2	0.5	0.9	1	0.55	171.68	0.12	2.00
GR65	Pozzo	1.5	1	1.2	0.5	1	1.5	0.2	0.5	0.9	1	0.55	147.15	0.10	2.00
GR71	Pozzo	1.5	1	1.2	1	0.5	1.5	0.2	0.5	0.9	1	0.55	147.15	0.10	2.00
G1	Sorgente	1.5	1	1.1	1	1	2	0.2	0.5	0.9	1	0.55	179.85	0.12	2.00
1	Sorgente	1.9	1.5	1.1	1	1	2	0.5	0.5	0.9	1	0.67	418.84	0.29	3.00
2	Pozzo	1.9	1.5	1.4	1	1	2	0.5	0.5	0.9	1	0.67	533.06	0.36	4.00
3	Pozzo	1.9	1.5	1.6	1	1	2	0.5	0.5	0.9	1	0.67	609.22	0.42	4.00
GR59	Pozzo	1.5	1	1.4	1	1	2	0.2	0.5	0.9	1	0.55	228.90	0.16	2.00
GR60	Pozzo	1.5	1	1.4	1	1	2	0.2	0.5	0.9	1	0.55	228.90	0.16	2.00
GR67	Pozzo	1.9	1.5	1.2	1	1	2	0.5	0.5	0.9	1	0.67	456.91	0.31	4.00
PzE17	Pozzo	1.5	1	2	1	1	2	0.2	0.5	0.9	1	0.55	327.00	0.22	3.00
GR39	Pozzo	1.5	1	1.2	1	1	2	0.2	0.5	0.9	1	0.55	196.20	0.13	2.00
GR50	Pozzo	1.5	1	1.4	1	1	2	0.2	0.2	0.9	1	0.48	201.18	0.14	2.00
GR51	Pozzo	1.5	1	1.4	1	1	2	0.2	0.2	0.9	1	0.48	201.18	0.14	2.00
GR49	Pozzo	1.5	1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	246.60	0.17	2.00
GR55	Pozzo	1.5	1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	246.60	0.17	2.00
GR18	Pozzo	1.9	1	1.1	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	171.80	0.12	2.00
GR43	Pozzo	1.5	1	1.2	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	147.96	0.10	2.00
GR24	Pozzo	1.9	1	1.2	1	1	2	0.2	0.2	0.9	1	0.48	218.42	0.15	2.00
GR38	Pozzo	1.5	1	1.2	1	1	2	0.2	0.2	0.9	1	0.48	172.44	0.12	2.00
GR70	Pozzo	1.5	1	1.4	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	172.62	0.12	2.00
GR21	Pozzo	1.9	1	1.2	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	187.42	0.13	2.00
GR23	Pozzo	1.9	1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	312.36	0.21	3.00
GR37	Pozzo	1.5	1	1.2	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	147.96	0.10	2.00
GR69	Pozzo	1.5	1	1.2	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	147.96	0.10	2.00
GR19	Pozzo	1.9	1	1.2	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	187.42	0.13	2.00
GR22	Pozzo	1.9	1	1.4	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	218.65	0.15	2.00
GR20	Pozzo	1.9	1	1.6	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	249.89	0.17	2.00
GR64	Pozzo	1.5	1	1.2	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	147.96	0.10	2.00
GR66	Pozzo	1.5	1	1.2	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	147.96	0.10	2.00
GR17	Pozzo	1.9	1.5	1.2	1	1	2	0.5	0.2	0.5	1	0.53	365.26	0.25	3.00
GR61	Pozzo	1.5	1	1.2	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	147.96	0.10	2.00
GR62	Pozzo	1.5	1	1.2	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	147.96	0.10	2.00
GR40	Pozzo	1.5	1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	246.60	0.17	2.00
GR25	Pozzo	1.5	1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	246.60	0.17	2.00
GR26	Pozzo	1.5	1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	246.60	0.17	2.00
ME30	Pozzo	1.5	1	2	1	1	2	0.2	0.4	0.9	1	0.52	313.80	0.21	3.00

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> 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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 102 di 119

Tabella 39. Calcolo del DHI riferito alla Galleria Grottaminarda

Punto acqua		DT	IF	TS	ET			FF	MK	OV	PZ	PI	DHI calcolato	DHI normalizzato	Classe DHI
Codice	Tipo				Quota	Versante	ET								
ME23	Pozzo	1.2	1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	197.28	0.14	2.00
18	Pozzo	1.9	1.5	1.6	1	1	2	0.5	0.2	0.5	1	0.53	487.01	0.33	4.00
19	Pozzo	1.5	1.5	1.4	1	1	2	0.5	0.2	0.5	1	0.53	336.42	0.23	3.00
ME22	Pozzo	1.9	1.5	2	1	1	2	0.5	0.2	0.5	1	0.53	608.76	0.42	4.00
20	Pozzo	1.5	1.5	2	1	1	2	0.5	0.2	0.5	1	0.53	480.60	0.33	4.00
ME21	Pozzo	1.9	1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	312.36	0.21	3.00
ME20	Pozzo	1.5	1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	246.60	0.17	2.00
ME17	Pozzo	1.5	1	1.1	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	135.63	0.09	1.00
M4	Sorgente	1.5	1	1.1	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	135.63	0.09	1.00
ME16	Pozzo	1.5	1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	246.60	0.17	2.00
ME15	Pozzo	1.5	1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	246.60	0.17	2.00
ME13	Pozzo	1.5	1	2	1	1	2	0.2	0.5	0.2	1	0.43	255.60	0.17	2.00
24	Pozzo	1.9	2	2	1	1	2	1	0.2	0.2	1	0.69	1'045.76	0.72	4.00
21	Pozzo	1.5	1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	216.00	0.15	2.00
23	Pozzo	1.5	1	1.6	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	172.80	0.12	2.00
ME11	Pozzo	1.2	1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	172.80	0.12	2.00
ME10	Pozzo	1.2	1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	172.80	0.12	2.00
ME12	Pozzo	1.2	1	1.1	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	95.04	0.07	1.00
22	Pozzo	1.5	1	1.4	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	151.20	0.10	2.00
ME7	Pozzo	1.9	1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	312.36	0.21	3.00
ME8	Pozzo	1.9	1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	312.36	0.21	3.00
ME9	Pozzo	1.2	1	1.1	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	108.50	0.07	1.00
27	Pozzo	1.9	1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	312.36	0.21	3.00
25	Pozzo	1.9	1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	312.36	0.21	3.00
26	Pozzo	1.9	1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	312.36	0.21	3.00
28	Pozzo	1.9	1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	312.36	0.21	3.00
29	Pozzo	1.5	1	1.6	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	197.28	0.14	2.00
30	Pozzo	1.9	1	1.8	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	281.12	0.19	2.00
ME2	Pozzo	1.5	1	1.1	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	118.80	0.08	1.00
M2	Sorgente	1.9	1	1.1	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	171.80	0.12	2.00
PzE18	Pozzo	1.9	1	1.6	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	249.89	0.17	2.00

Tabella 40. Calcolo del DHI riferito alla Galleria Melito

Punto acqua		DT	IF	TS	ET			FF	MK	OV	PZ	PI	DHI calcolato	DHI normalizzato	Classe DHI
Codice	Tipo				Quota	Versante	ET								
77	Pozzo	1.9	1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.9	1	0.48	364.04	0.25	3.00
76	Pozzo	1.9	1.5	2	1	1	2	0.5	0.2	0.9	1	0.60	686.28	0.47	4.00
75	Pozzo	1.9	1.5	1.8	1	1	2	0.5	0.2	0.9	1	0.60	617.65	0.42	4.00
AP52	Pozzo	1.9	1	1.1	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	171.80	0.12	2.00
AP53	Pozzo	1.9	1	1.4	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	218.65	0.15	2.00
AP54	Pozzo	1.9	1	1.2	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	187.42	0.13	2.00
71	Pozzo	1.9	1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	312.36	0.21	4.00
72	Pozzo	1.9	1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	312.36	0.21	3.00
73	Pozzo	1.9	1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	312.36	0.21	3.00
74	Pozzo/Sor g.	1.9	1	1.4	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	218.65	0.15	2.00

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> 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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 103 di 119

<i>Punto acqua</i>		DT	IF	TS	ET			FF	MK	OV	PZ	PI	DHI <i>calcolato</i>	DHI <i>normalizzato</i>	Classe DHI
<i>Codice</i>	<i>Tipo</i>				<i>Quota</i>	<i>Versante</i>	<i>ET</i>								
69	Pozzo	1.9	1.5	1.4	1	1	2	0.5	0.2	0.5	1	0.53	426.13	0.29	3.00
70	Pozzo	1.5	1.5	1.4	1	1	2	0.5	0.2	0.5	1	0.53	336.42	0.23	3.00
AP59	Pozzo	1.5	1	1.2	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	129.60	0.09	1.00
AP57	Pozzo	1.5	1	1.2	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	129.60	0.09	1.00
AP55	Pozzo	1.5	1	1.2	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	129.60	0.09	1.00
AP56	Pozzo	1.5	1	1.2	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	129.60	0.09	1.00
66	Pozzo	1.5	1	1.4	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	151.20	0.10	2.00
67	Pozzo	1.5	1	1.6	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	172.80	0.12	2.00
68	Pozzo	1.5	1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	216.00	0.15	2.00
64	Sorgente	1.5	1	1.1	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	118.80	0.08	1.00
65	Pozzo	1.5	1	1.6	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	172.80	0.12	2.00
AP51	Pozzo	1.5	1	1.6	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	172.80	0.12	2.00
AP41	Pozzo	1.5	1	1.4	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	151.20	0.10	2.00
AP40	Pozzo	1.5	1	1.2	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	129.60	0.09	1.00
63	Pozzo	1.5	1.5	2	1	1	2	0.3	0.2	0.2	1	0.40	360.90	0.25	3.00
AP42	Pozzo	1.5	1	1.6	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	172.80	0.12	2.00
AP43	Pozzo	1.5	1	1.2	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	129.60	0.09	1.00
AP11	Pozzo	1.1	1	1.2	1	0.5	1.5	0.2	0.2	0.2	1	0.36	71.28	0.05	1.00
AP2	Pozzo	1.5	1	1.4	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	151.20	0.10	2.00
AP28	Pozzo	1.5	1	1.6	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	172.80	0.12	2.00
78	Pozzo	1.1	1	1.6	1	0.5	1.5	0.2	0.2	0.2	1	0.36	95.04	0.07	1.00
79	Pozzo	1.1	1	2	1	0.5	1.5	0.2	0.2	0.2	1	0.36	118.80	0.08	1.00
80	Pozzo	1.1	1	2	1	0.5	1.5	0.2	0.2	0.2	1	0.36	118.80	0.08	1.00
AP27	Pozzo	1.5	1	1.4	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	151.20	0.10	2.00
AP45	Pozzo	1.5	1.5	1.2	1	1	2	0.3	0.2	0.2	1	0.40	216.54	0.15	2.00
AP17	Pozzo	1.5	1	2	1	1	2	0.2	0.5	0.2	1	0.43	255.60	0.17	2.00
61	Pozzo	1.5	1	1.1	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	118.80	0.08	1.00
AP10	Pozzo	1.5	1	1.2	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	129.60	0.09	1.00
AP44	Pozzo	1.5	1	1.6	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	172.80	0.12	2.00
62	Pozzo	1.5	1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	216.00	0.15	2.00
AP8	Pozzo	1.2	1	1.1	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	95.04	0.07	1.00
AP6	Pozzo	1.1	1	1.1	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	87.12	0.06	1.00
AP9	Pozzo	1.2	1	1.1	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	95.04	0.07	1.00
AP7	Pozzo	1.2	1	1.1	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	95.04	0.07	1.00
AP23	Pozzo	1.5	1	1.4	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	151.20	0.10	2.00
AP24	Pozzo	1.5	1	1.6	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	172.80	0.12	2.00
60	Pozzo	1.5	1	1.1	1	1	2	0.2	0.5	0.2	1	0.43	140.58	0.10	1.00
59	Pozzo	1.5	1	2	1	1	2	0.2	0.5	0.2	1	0.43	255.60	0.17	2.00
58	Pozzo	1.5	1	2	1	1	2	0.2	0.5	0.2	1	0.43	255.60	0.17	2.00
55	Pozzo	1.5	1	2	1	1	2	0.2	0.5	0.2	1	0.43	255.60	0.17	2.00
56	Pozzo	1.5	1	2	1	1	2	0.2	0.5	0.2	1	0.43	255.60	0.17	2.00
57	Pozzo	1.5	1	1.1	1	1	2	0.2	0.5	0.2	1	0.43	140.58	0.10	1.00
AP18	Pozzo	1.5	1	1.6	1	1	2	0.2	0.5	0.2	1	0.43	204.48	0.14	2.00
49	Pozzo	1.2	1	2	1	1	2	0.2	0.5	0.2	1	0.43	204.48	0.14	2.00
51	Pozzo	1.5	1	2	1	1	2	0.2	0.5	0.2	1	0.43	255.60	0.17	2.00
50	Pozzo	1.5	1	2	1	1	2	0.2	0.5	0.2	1	0.43	255.60	0.17	2.00
54	Sorgente	1.9	1.5	1.1	1	1	2	0.5	0.5	0.2	1	0.55	344.22	0.24	3.00
52	Sorgente	1.9	1.5	1.1	1	1	2	0.5	0.5	0.2	1	0.55	344.22	0.24	3.00

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> 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 IDROGEOLOGICA		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 104 di 119

Punto acqua		DT	IF	TS	ET			FF	MK	OV	PZ	PI	DHI calcolato	DHI normalizzato	Classe DHI
Codice	Tipo				Quota	Versante	ET								
AP13	Pozzo	1.5	1	1.6	1	1	2	0.2	0.5	0.2	1	0.43	204.48	0.14	2.00
53	Pozzo	1.9	1.5	1.6	1	1	2	0.5	0.5	0.5	1	0.60	547.20	0.37	4.00
AP12	Pozzo	1.2	1.5	1.2	1	1	2	0.5	0.5	0.5	1	0.60	259.20	0.18	2.00
AP16	Pozzo	1.2	1	1.6	1	1	2	0.2	0.5	0.9	1	0.55	209.28	0.14	2.00
42	Sorgente	1.5	1	1.1	1	1	2	0.2	0.5	0.9	1	0.55	179.85	0.12	2.00
AP14	Pozzo	1.2	1	1.4	0.5	1	1.5	0.2	0.5	0.9	0.5	0.45	112.14	0.08	1.00
PzE24	Pozzo	1.5	1	1.2	0.5	1	1.5	0.2	0.5	0.9	0.5	0.45	120.15	0.08	1.00
39	Pozzo	1.9	1.5	1.8	1	1	2	0.5	0.5	0.9	0.5	0.57	582.77	0.40	4.00
40	Pozzo	1.9	1.5	1.6	1	1	2	0.5	0.5	0.9	0.5	0.57	518.02	0.35	4.00
41	Pozzo	1.9	1.5	1.4	1	1	2	0.5	0.5	0.9	0.5	0.57	453.26	0.31	4.00
AP35	Pozzo	1.5	1	1.2	0.5	1	1.5	0.2	0.5	0.9	0.5	0.45	120.15	0.08	1.00

Tabella 41. Calcolo del DHI riferito alla Galleria Rocchetta

Punto acqua		DT	IF	TS	ET			FF	MK	OV	PZ	PI	DHI calcolato	DHI normalizzato	Classe DHI
Codice	Tipo				Quota	Versante	ET								
1	Sorgente	1.2	1.1	1.1	1	1	2	0.2	0.2	0.9	1	0.48	139.10	0.10	1.00
2	Pozzo	1.2	1.1	1.4	1	1	2	0.2	0.2	0.9	1	0.48	177.04	0.12	2.00
3	Pozzo	1.2	1.1	1.6	1	1	2	0.2	0.2	0.9	1	0.48	202.33	0.14	2.00
15	Pozzo	1.2	1.1	1.6	0.5	1	1.5	0.2	0.2	0.9	1	0.48	151.75	0.10	2.00
GR17	Pozzo	1.5	1.1	1.2	1	1	2	0.2	0.2	0.9	1	0.48	189.68	0.13	2.00
GR18	Pozzo	1.2	1.1	1.1	1	1	2	0.2	0.2	0.9	1	0.48	139.10	0.10	1.00
GR19	Pozzo	1.5	1.1	1.2	1	1	2	0.2	0.2	0.9	1	0.48	189.68	0.13	2.00
GR20	Pozzo	1.5	1.1	1.6	1	1	2	0.2	0.2	0.9	1	0.48	252.91	0.17	2.00
GR21	Pozzo	1.5	1.1	1.2	1	1	2	0.2	0.2	0.9	1	0.48	189.68	0.13	2.00
GR22	Pozzo	1.5	1.1	1.4	1	1	2	0.2	0.2	0.9	1	0.48	221.30	0.15	2.00
GR23	Pozzo	1.5	1.1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.9	1	0.48	316.14	0.22	3.00
GR24	Pozzo	1.2	1.1	1.2	1	1	2	0.2	0.2	0.9	1	0.48	151.75	0.10	2.00
GR37	Pozzo	1.2	1.1	1.2	1	1	2	0.2	0.2	0.9	1	0.48	151.75	0.10	2.00
GR38	Pozzo	1.2	1.1	1.2	1	1	2	0.2	0.2	0.9	1	0.48	151.75	0.10	2.00
GR39	Pozzo	1.2	1.1	1.2	1	1	2	0.2	0.2	0.9	1	0.48	151.75	0.10	2.00
GR43	Pozzo	1.2	1.1	1.2	1	1	2	0.2	0.2	0.9	1	0.48	151.75	0.10	2.00
GR50	Pozzo	1.2	1.1	1.4	1	1	2	0.2	0.2	0.9	1	0.48	177.04	0.12	2.00
GR51	Pozzo	1.2	1.1	1.4	1	1	2	0.2	0.2	0.9	1	0.48	177.04	0.12	2.00
GR59	Pozzo	1.2	1.1	1.4	1	1	2	0.2	0.2	0.9	1	0.48	177.04	0.12	2.00
GR60	Pozzo	1.2	1.1	1.4	1	1	2	0.2	0.2	0.9	1	0.48	177.04	0.12	2.00
GR61	Pozzo	1.9	1.1	1.2	0.5	1	1.5	0.2	0.2	0.9	0.5	0.38	142.58	0.10	1.00
GR62	Pozzo	1.9	1.1	1.2	1	1	2	0.2	0.2	0.9	0.5	0.38	190.11	0.13	2.00
GR64	Pozzo	1.9	1.1	1.2	1	1	2	0.2	0.2	0.9	0.5	0.38	190.11	0.13	2.00
GR65	Pozzo	1.2	1.1	1.2	0.5	1	1.5	0.2	0.2	0.9	0.5	0.38	90.05	0.06	1.00
GR66	Pozzo	1.5	1.1	1.2	0.5	1	1.5	0.2	0.2	0.9	0.5	0.38	112.56	0.08	1.00
GR67	Pozzo	1.2	1.1	1.2	1	1	2	0.2	0.2	0.9	1	0.48	151.75	0.10	2.00
GR69	Pozzo	1.5	1.1	1.2	1	1	2	0.2	0.2	0.9	1	0.48	189.68	0.13	2.00
GR70	Pozzo	1.5	1.1	1.4	1	1	2	0.2	0.2	0.9	1	0.48	221.30	0.15	2.00
ME24	Pozzo	1.1	1.1	2	0.5	0.5	1	0.2	0.4	0.5	1	0.46	110.11	0.08	1.00
ME30	Pozzo	1.2	1.1	2	1	0.7	1.7	0.2	0.2	0.5	1	0.41	184.46	0.13	2.00
G1	Sorgente	1.2	1.1	1.1	1	0.7	1.7	0.2	0.2	0.9	1	0.48	118.24	0.08	1.00
PzE17	Pozzo	1.2	1.1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.9	1	0.48	252.91	0.17	2.00

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 IDROGEOLOGICA		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 105 di 119

Punto acqua		DT	IF	TS	ET			FF	MK	OV	PZ	PI	DHI calcolato	DHI normalizzato	Classe DHI
Codice	Tipo				Quota	Versante	ET								
GR49	Pozzo	1.2	1.1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.9	1	0.48	252.91	0.17	2.00
GR55	Pozzo	1.2	1.1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.9	1	0.48	252.91	0.17	2.00
GR40	Pozzo	1.2	1.1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	217.01	0.15	2.00
GR25	Pozzo	1.5	1.1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	271.26	0.19	2.00
GR26	Pozzo	1.5	1.1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	271.26	0.19	2.00

Tabella 42. Calcolo del DHI riferito all'uscita di emergenza pedonale - F1 – Galleria Grottaminarda

Punto acqua		DT	IF	TS	ET			FF	MK	OV	PZ	PI	DHI calcolato	DHI normalizzato	Classe DHI
Codice	Tipo				Quota	Versante	ET								
18	Pozzo	1.2	1.1	1.6	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	173.61	0.12	2.00
19	Pozzo	1.2	1.1	1.4	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	151.91	0.10	2.00
22	Pozzo	1.1	1.1	1.4	1	0.2	1.2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	83.55	0.06	1.00
23	Pozzo	1.2	1.1	1.6	1	0.2	1.2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	104.16	0.07	1.00
24	Pozzo	1.2	1.1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	217.01	0.15	2.00
M4	Sorgente	1.5	1.1	1.1	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	149.19	0.10	2.00
ME13	Pozzo	1.2	1.1	2	0.5	0.5	1	0.2	0.5	0.9	0.5	0.45	117.48	0.08	1.00
ME15	Pozzo	1.5	1.1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	271.26	0.19	2.00
ME16	Pozzo	1.5	1.1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	271.26	0.19	2.00
ME17	Pozzo	1.5	1.1	1.1	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	149.19	0.10	2.00
ME20	Pozzo	1.5	1.1	2	0.5	1	1.5	0.2	0.5	0.9	0.5	0.45	220.28	0.15	2.00
ME21	Pozzo	1.2	1.1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.9	1	0.48	252.91	0.17	2.00
ME22	Pozzo	1.2	1.1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	217.01	0.15	2.00
ME7	Pozzo	1.1	1.1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	198.92	0.14	2.00
20	Pozzo	1.2	1.1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	217.01	0.15	2.00
ME23	Pozzo	1.2	1.1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	217.01	0.15	2.00
21	Pozzo	1.2	1.1	2	1	0.2	1.2	0.2	0.5	0.9	1	0.55	172.66	0.12	2.00

Tabella 43. Calcolo del DHI riferito all'uscita di emergenza pedonale – F2 – Galleria Melito

Punto acqua		DT	IF	TS	ET			FF	MK	OV	PZ	PI	DHI calcolato	DHI normalizzato	Classe DHI
Codice	Tipo				Quota	Versante	ET								
22	Pozzo	1.2	1.1	1.4	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	151.91	0.10	2.00
23	Pozzo	1.2	1.1	1.6	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	173.61	0.12	2.00
24	Pozzo	1.2	1.1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	217.01	0.15	2.00
25	Pozzo	1.5	1.1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	271.26	0.19	2.00
26	Pozzo	1.5	1.1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	271.26	0.19	2.00
27	Pozzo	1.5	1.1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	271.26	0.19	2.00
28	Pozzo	1.5	1.1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	271.26	0.19	2.00
29	Pozzo	1.5	1.1	1.6	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	190.08	0.13	2.00
30	Pozzo	1.5	1.1	1.8	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	213.84	0.15	2.00
ME10	Pozzo	1.2	1.1	2	0.5	0.2	0.7	0.2	0.5	0.9	0.5	0.45	82.24	0.06	1.00
ME11	Pozzo	1.2	1.1	2	0.5	0.2	0.7	0.2	0.5	0.9	0.5	0.45	82.24	0.06	1.00
ME12	Pozzo	1.2	1.1	1.1	0.5	0.2	0.7	0.2	0.5	0.9	0.5	0.45	45.23	0.03	1.00
ME2	Pozzo	1.2	1.1	1.1	1	0.2	1.2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	62.73	0.04	1.00
ME7	Pozzo	1.2	1.1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	217.01	0.15	2.00
ME8	Pozzo	1.5	1.1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	271.26	0.19	2.00
ME9	Pozzo	1.5	1.1	1.1	0.5	0.7	1.2	0.2	0.5	0.9	0.5	0.45	96.92	0.07	1.00
21	Pozzo	1.2	1.1	2	1	0.2	1.2	0.2	0.5	0.9	0.5	0.45	140.98	0.10	1.00

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.		ITINERARIO NAPOLI – BARI											
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> 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 IDROGEOLOGICA		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 106 di 119						

Tabella 44. Calcolo del DHI riferito all'uscita di emergenza pedonale – F3 – Galleria Melito

Punto acqua		DT	IF	TS	ET			FF	MK	OV	PZ	PI	DHI calcolato	DHI normalizzato	Classe DHI
Codice	Tipo				Quota	Versante	ET								
M2	Sorgente	1.5	2	1.1	1	1	2	1	0.2	0.5	1	0.74	487.74	0.33	4.00
ME2	Pozzo	1.2	1.1	1.1	1	1	2	0.2	0.5	0.9	0.5	0.45	129.23	0.09	1.00
PzE18	Pozzo	1.5	1.25	1.6	1	1	2	0.4	0.2	0.5	1	0.49	295.80	0.20	3.00

Tabella 45. Calcolo del DHI riferito all'uscita di emergenza pedonale – F4 – Galleria Melito

Punto acqua		DT	IF	TS	ET			FF	MK	OV	PZ	PI	DHI calcolato	DHI normalizzato	Classe DHI
Codice	Tipo				Quota	Versante	ET								
69	Pozzo	1.5	1.5	1.4	1	1	2	0.5	0.2	0.5	1	0.53	336.42	0.23	3.00
70	Pozzo	1.5	1.5	1.4	1	1	2	0.5	0.2	0.5	1	0.53	336.42	0.23	3.00
71	Pozzo	1.9	1.1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.9	1	0.48	400.44	0.27	4.00
72	Pozzo	1.9	1.1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.9	1	0.48	400.44	0.27	3.00
73	Pozzo	1.9	1.1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.9	1	0.48	400.44	0.27	3.00
74	Pozzo/Sorg.	1.9	1.1	1.4	1	1	2	0.2	0.2	0.9	1	0.48	280.31	0.19	4.00
75	Pozzo	1.9	1.1	1.8	0.5	1	1.5	0.2	0.2	0.9	0.5	0.38	213.87	0.15	2.00
76	Pozzo	1.5	1.1	2	0.5	1	1.5	0.2	0.2	0.9	0.5	0.38	187.61	0.13	2.00
77	Pozzo	1.5	1.1	2	0.5	1	1.5	0.2	0.2	0.9	0.5	0.38	187.61	0.13	2.00
AP52	Pozzo	1.9	1.1	1.1	1	1	2	0.2	0.2	0.9	0.5	0.38	174.26	0.12	2.00
AP53	Pozzo	1.9	1.1	1.4	1	1	2	0.2	0.2	0.9	0.5	0.38	221.79	0.15	2.00
AP54	Pozzo	1.9	1.1	1.2	1	1	2	0.2	0.2	0.9	0.5	0.38	190.11	0.13	2.00
AP59	Pozzo	1.9	1.1	1.2	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	206.16	0.14	2.00

Tabella 46. Calcolo del DHI riferito all'uscita di emergenza pedonale – F5 – Galleria Rocchetta

Punto acqua		DT	IF	TS	ET			FF	MK	OV	PZ	PI	DHI calcolato	DHI normalizzato	Classe DHI
Codice	Tipo				Quota	Versante	ET								
61	Pozzo	1.2	1.1	1.1	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	104.54	0.07	1.00
62	Pozzo	1.5	1.1	1.6	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	190.08	0.13	2.00
63	Pozzo	1.5	1.1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	237.60	0.16	2.00
64	Sorgente	1.2	1.1	1.1	1	0.5	1.5	0.2	0.2	0.2	1	0.36	78.41	0.05	1.00
65	Pozzo	1.2	1.1	1.6	1	0.5	1.5	0.2	0.2	0.2	1	0.36	114.05	0.08	1.00
78	Pozzo	1.9	1.1	1.6	0.5	1	1.5	0.2	0.5	0.9	0.5	0.45	223.21	0.15	2.00
79	Pozzo	1.9	1.1	2	0.5	1	1.5	0.2	0.5	0.9	0.5	0.45	279.02	0.19	2.00
80	Pozzo	1.9	1.1	2	0.5	1	1.5	0.2	0.5	0.9	0.5	0.45	279.02	0.19	2.00
AP10	Pozzo	1.2	1.1	1.2	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	114.05	0.08	1.00
AP11	Pozzo	1.9	1.1	1.2	0.5	1	1.5	0.2	0.5	0.9	0.5	0.45	167.41	0.11	2.00
AP2	Pozzo	1.9	1.1	1.4	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	210.67	0.14	2.00
AP27	Pozzo	1.5	1.1	1.4	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	166.32	0.11	2.00
AP28	Pozzo	1.5	1.1	1.6	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	190.08	0.13	2.00
AP40	Pozzo	1.2	1.1	1.2	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	114.05	0.08	1.00
AP41	Pozzo	1.2	1.1	1.4	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	133.06	0.09	1.00
AP42	Pozzo	1.5	1.1	1.6	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	190.08	0.13	2.00
AP43	Pozzo	1.5	1.1	1.2	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	142.56	0.10	1.00
AP44	Pozzo	1.2	1.1	1.6	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	152.06	0.10	2.00

APPALTATORE: Consortio 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 IDROGEOLOGICA		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 107 di 119				

Punto acqua		DT	IF	TS	ET			FF	MK	OV	PZ	PI	DHI calcolato	DHI normalizzato	Classe DHI
Codice	Tipo				Quota	Versante	ET								
AP45	Pozzo	1.5	1.1	1.2	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	142.56	0.10	1.00
AP51	Pozzo	1.2	1.1	1.6	1	0.5	1.5	0.2	0.2	0.2	1	0.36	114.05	0.08	1.00
AP6	Pozzo	1.5	1.1	1.1	0.5	0.2	0.7	0.2	0.5	0.9	0.5	0.45	56.54	0.04	1.00
AP7	Pozzo	1.2	1.1	1.1	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	104.54	0.07	1.00
AP8	Pozzo	1.5	1.1	1.1	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	130.68	0.09	1.00
AP9	Pozzo	1.2	1	1.1	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	95.04	0.07	1.00

Tabella 47. Calcolo del DHI riferito all'uscita di emergenza pedonale – F6 – Galleria Rocchetta

Punto acqua		DT	IF	TS	ET			FF	MK	OV	PZ	PI	DHI calcolato	DHI normalizzato	Classe DHI
Codice	Tipo				Quota	Versante	ET								
39	Pozzo	1.5	1.1	1.8	0.5	1	1.5	0.2	0.5	0.9	0.5	0.45	198.25	0.14	2.00
40	Pozzo	1.5	1.1	1.6	0.5	1	1.5	0.2	0.5	0.9	0.5	0.45	176.22	0.12	2.00
41	Pozzo	1.5	1.1	1.4	0.5	1	1.5	0.2	0.5	0.9	0.5	0.45	154.19	0.11	2.00
42	Sorgente	1.5	1.1	1.1	0.5	0.7	1.2	0.2	0.5	0.9	0.5	0.45	96.92	0.07	1.00
49	Pozzo	1.5	1.1	2	1	0.5	1.5	0.2	0.5	0.2	1	0.43	210.87	0.14	2.00
50	Pozzo	1.5	1.1	2	1	1	2	0.2	0.5	0.2	1	0.43	281.16	0.19	2.00
51	Pozzo	1.5	1.1	2	1	1	2	0.2	0.5	0.2	1	0.43	281.16	0.19	2.00
52	Sorgente	1.9	1.5	1.1	1	1	2	0.5	0.5	0.9	1	0.67	418.84	0.29	3.00
53	Pozzo	1.9	1.5	1.6	1	1	2	0.5	0.5	0.5	1	0.60	547.20	0.37	4.00
54	Sorgente	1.9	1.5	1.1	1	1	2	0.5	0.5	0.5	1	0.60	376.20	0.26	3.00
55	Pozzo	1.2	1.1	2	1	1	2	0.2	0.5	0.2	1	0.43	224.93	0.15	2.00
56	Pozzo	1.5	1.1	2	1	1	2	0.2	0.5	0.2	1	0.43	281.16	0.19	2.00
57	Pozzo	1.5	1.1	1.1	1	1	2	0.2	0.5	0.2	1	0.43	154.64	0.11	2.00
58	Pozzo	1.2	1.1	2	1	1	2	0.2	0.5	0.2	1	0.43	224.93	0.15	2.00
59	Pozzo	1.2	1.1	2	1	1	2	0.2	0.5	0.2	1	0.43	224.93	0.15	2.00
60	Pozzo	1.2	1.1	1.1	1	0.2	1.2	0.2	0.5	0.2	1	0.43	74.23	0.05	1.00
AP12	Pozzo	1.2	1.1	1.2	0.5	1	1.5	0.2	0.5	0.9	0.5	0.45	105.73	0.07	1.00
AP13	Pozzo	1.5	1.1	1.6	1	1	2	0.2	0.5	0.9	0.5	0.45	234.96	0.16	2.00
AP14	Pozzo	1.2	1.1	1.4	0.5	1	1.5	0.2	0.5	0.9	0.5	0.45	123.35	0.08	1.00
AP16	Pozzo	1.2	1.1	1.6	0.5	1	1.5	0.2	0.5	0.9	0.5	0.45	140.98	0.10	1.00
AP18	Pozzo	1.5	1.1	1.6	1	1	2	0.2	0.5	0.2	1	0.43	224.93	0.15	2.00
AP23	Pozzo	1.2	1.1	1.4	1	0.2	1.2	0.2	0.5	0.2	1	0.43	94.47	0.06	1.00
AP24	Pozzo	1.2	1.1	1.6	1	0.2	1.2	0.2	0.5	0.2	1	0.43	107.97	0.07	1.00
AP35	Pozzo	1.2	1.1	1.2	0.5	0.7	1.2	0.2	0.5	0.9	0.5	0.45	84.59	0.06	1.00
PzE24	Pozzo	1.5	1.1	1.2	0.5	1	1.5	0.2	0.5	0.9	0.5	0.45	132.17	0.09	1.00
AP17	Pozzo	1.2	1.1	2	1	0.2	1.2	0.2	0.5	0.2	1	0.43	134.96	0.09	1.00

Tabella 48. Calcolo del DHI riferito all'uscita di emergenza pedonale – F7 – Galleria Rocchetta

Punto acqua		DT	IF	TS	ET			FF	MK	OV	PZ	PI	DHI calcolato	DHI normalizzato	Classe DHI
Codice	Tipo				Quota	Versante	ET								
22	Pozzo	1.5	1.1	1.4	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	166.32	0.11	2.00
23	Pozzo	1.5	1.1	1.6	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	190.08	0.13	2.00
24	Pozzo	1.9	1.1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	300.96	0.21	3.00
25	Pozzo	1.9	1.1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	343.60	0.24	3.00
26	Pozzo	1.9	1.1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	343.60	0.24	3.00
27	Pozzo	1.9	1.1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	343.60	0.24	3.00
28	Pozzo	1.9	1.1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	343.60	0.24	3.00

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 IDROGEOLOGICA		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 108 di 119

Punto acqua		DT	IF	TS	ET			FF	MK	OV	PZ	PI	DHI calcolato	DHI normalizzato	Classe DHI
Codice	Tipo				Quota	Versante	ET								
29	Pozzo	1.5	1.1	1.6	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	217.01	0.15	2.00
30	Pozzo	1.5	1.1	1.8	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	244.13	0.17	2.00
ME10	Pozzo	1.2	1.1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	190.08	0.13	2.00
ME11	Pozzo	1.2	1.1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	190.08	0.13	2.00
ME12	Pozzo	1.2	1.1	1.1	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	104.54	0.07	1.00
ME13	Pozzo	1.2	1.1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	190.08	0.13	2.00
ME7	Pozzo	1.9	1.1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	343.60	0.24	3.00
ME8	Pozzo	1.9	1.1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	343.60	0.24	3.00
21	Pozzo	1.5	1.1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	237.60	0.16	2.00

Tabella 49. Calcolo del DHI riferito al cunicolo pedonale parallelo da finestra f3 lato bari

Punto acqua		DT	IF	TS	ET			FF	MK	OV	PZ	PI	DHI calcolato	DHI normalizzato	Classe DHI
Codice	Tipo				Quota	Versante	ET								
66	Pozzo	1.2	1.1	1.4	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	133.06	0.09	1.00
67	Pozzo	1.2	1.1	1.6	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	152.06	0.10	2.00
68	Pozzo	1.2	1.1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	190.08	0.13	2.00
69	Pozzo	1.5	1.5	1.4	1	1	2	0.8	0.2	0.5	1	0.66	413.91	0.28	3.00
70	Pozzo	1.5	2	1.4	1	1	2	1	0.2	0.5	1	0.74	620.76	0.42	4.00
71	Pozzo	1.2	1.1	2	1	0.7	1.7	0.2	0.2	0.5	1	0.41	184.46	0.13	4.00
72	Pozzo	1.2	1.1	2	1	0.7	1.7	0.2	0.2	0.5	1	0.41	184.46	0.13	2.00
73	Pozzo	1.2	1.1	2	1	0.7	1.7	0.2	0.2	0.5	1	0.41	184.46	0.13	2.00
74	Pozzo/Sorg.	1.5	1.1	1.4	1	0.7	1.7	0.2	0.2	0.5	1	0.41	161.40	0.11	2.00
75	Pozzo	1.2	1.1	1.8	1	0.7	1.7	0.2	0.2	0.5	1	0.41	166.01	0.11	2.00
76	Pozzo	1.2	1.1	2	1	0.7	1.7	0.2	0.2	0.5	1	0.41	184.46	0.13	2.00
77	Pozzo	1.2	1.1	2	1	0.7	1.7	0.2	0.2	0.5	1	0.41	184.46	0.13	2.00
AP52	Pozzo	1.2	1.1	1.1	1	0.7	1.7	0.2	0.2	0.5	1	0.41	101.45	0.07	1.00
AP53	Pozzo	1.2	1.1	1.4	1	0.7	1.7	0.2	0.2	0.5	1	0.41	129.12	0.09	1.00
AP54	Pozzo	1.2	1.1	1.2	1	0.7	1.7	0.2	0.2	0.5	1	0.41	110.67	0.08	1.00
AP55	Pozzo	1.5	1.1	1.2	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	142.56	0.10	1.00
AP56	Pozzo	1.5	1.1	1.2	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	142.56	0.10	1.00
AP57	Pozzo	1.5	1.1	1.2	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	142.56	0.10	1.00
AP59	Pozzo	1.9	1.1	1.2	1	1	2	0.2	0.2	0.5	1	0.41	206.16	0.14	2.00

Tabella 50. Calcolo del DHI riferito al cunicolo pedonale parallelo da finestra F5 lato Napoli

Punto acqua		DT	IF	TS	ET			FF	MK	OV	PZ	PI	DHI calcolato	DHI normalizzato	Classe DHI
Codice	Tipo				Quota	Versante	ET								
61	Pozzo	1.2	1.1	1.1	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	104.54	0.07	1.00
62	Pozzo	1.2	1.1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	190.08	0.13	2.00
63	Pozzo	1.5	1.1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	237.60	0.16	2.00
64	Sorgente	1.5	1.1	1.1	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	130.68	0.09	1.00
65	Pozzo	1.5	1.1	1.6	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	190.08	0.13	2.00
66	Pozzo	1.5	1.1	1.4	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	166.32	0.11	2.00
67	Pozzo	1.5	1.1	1.6	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	190.08	0.13	2.00
68	Pozzo	1.5	1.1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	237.60	0.16	2.00
AP10	Pozzo	1.2	1.1	1.2	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	114.05	0.08	1.00
AP2	Pozzo	1.5	1.1	1.4	1	0.7	1.7	0.2	0.2	0.2	1	0.36	141.37	0.10	1.00

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> 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 IDROGEOLOGICA		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 109 di 119

Punto acqua		DT	IF	TS	ET			FF	MK	OV	PZ	PI	DHI calcolato	DHI normalizzato	Classe DHI
Codice	Tipo				Quota	Versante	ET								
AP27	Pozzo	1.5	1.1	1.4	1	0.7	1.7	0.2	0.2	0.2	1	0.36	141.37	0.10	1.00
AP28	Pozzo	1.5	1.1	1.6	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	190.08	0.13	2.00
AP40	Pozzo	1.5	1.1	1.2	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	142.56	0.10	1.00
AP41	Pozzo	1.5	1.1	1.4	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	166.32	0.11	2.00
AP42	Pozzo	1.5	1.1	1.6	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	190.08	0.13	2.00
AP43	Pozzo	1.5	1.1	1.2	1	0.7	1.7	0.2	0.2	0.2	1	0.36	121.18	0.08	1.00
AP44	Pozzo	1.2	1.1	1.6	1	0.7	1.7	0.2	0.2	0.2	1	0.36	129.25	0.09	1.00
AP45	Pozzo	1.5	1.1	1.2	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	142.56	0.10	1.00
AP51	Pozzo	1.5	1.1	1.6	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	190.08	0.13	2.00
AP55	Pozzo	1.1	1.1	1.2	1	0.5	1.5	0.2	0.2	0.2	1	0.36	78.41	0.05	1.00
AP56	Pozzo	1.1	1.1	1.2	1	0.5	1.5	0.2	0.2	0.2	1	0.36	78.41	0.05	1.00
AP7	Pozzo	1.2	1.1	1.1	1	0.7	1.7	0.2	0.2	0.2	1	0.36	88.86	0.06	1.00
AP8	Pozzo	1.2	1.1	1.1	1	0.7	1.7	0.2	0.2	0.2	1	0.36	88.86	0.06	1.00
AP9	Pozzo	1.2	1.1	1.1	1	0.7	1.7	0.2	0.2	0.2	1	0.36	88.86	0.06	1.00

Tabella 51. Calcolo del DHI riferito al cunicolo pedonale parallelo da finestra F6 lato Bari

Punto acqua		DT	IF	TS	ET			FF	MK	OV	PZ	PI	DHI calcolato	DHI normalizzato	Classe DHI
Codice	Tipo				Quota	Versante	ET								
55	Pozzo	1.2	1.1	2	1	0.2	1.2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	114.05	0.08	1.00
56	Pozzo	1.2	1.1	2	1	0.2	1.2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	114.05	0.08	1.00
57	Pozzo	1.2	1.1	1.1	1	0.2	1.2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	62.73	0.04	1.00
58	Pozzo	1.2	1.1	2	1	0.2	1.2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	114.05	0.08	1.00
59	Pozzo	1.2	1.1	2	1	0.2	1.2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	114.05	0.08	1.00
60	Pozzo	1.2	1.1	1.1	1	0.7	1.7	0.2	0.2	0.2	1	0.36	88.86	0.06	1.00
61	Pozzo	1.5	1.1	1.1	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	130.68	0.09	1.00
62	Pozzo	1.5	1.1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	237.60	0.16	2.00
63	Pozzo	1.5	1.1	2	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	237.60	0.16	2.00
64	Sorgente	1.1	1.1	1.1	1	0.2	1.2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	57.50	0.04	1.00
65	Pozzo	1.2	1.1	1.6	1	0.2	1.2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	91.24	0.06	1.00
AP10	Pozzo	1.5	1.1	1.2	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	142.56	0.10	1.00
AP2	Pozzo	1.5	1.1	1.4	1	0.7	1.7	0.2	0.2	0.2	1	0.36	141.37	0.10	1.00
AP23	Pozzo	1.5	1.1	1.4	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	166.32	0.11	2.00
AP24	Pozzo	1.5	1.1	1.6	1	0.7	1.7	0.2	0.2	0.2	1	0.36	161.57	0.11	2.00
AP27	Pozzo	1.5	1.1	1.4	1	0.7	1.7	0.2	0.2	0.2	1	0.36	141.37	0.10	1.00
AP28	Pozzo	1.5	1.1	1.6	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	190.08	0.13	2.00
AP40	Pozzo	1.2	1.1	1.2	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	114.05	0.08	1.00
AP41	Pozzo	1.2	1.1	1.4	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	133.06	0.09	1.00
AP42	Pozzo	1.5	1.1	1.6	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	190.08	0.13	2.00
AP43	Pozzo	1.5	1.1	1.2	1	0.2	1.2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	85.54	0.06	1.00
AP44	Pozzo	1.5	1.1	1.6	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	190.08	0.13	2.00
AP45	Pozzo	1.5	1.1	1.2	1	1	2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	142.56	0.10	1.00
AP51	Pozzo	1.2	1.1	1.6	1	0.2	1.2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	91.24	0.06	1.00
AP7	Pozzo	1.2	1.1	1.1	1	0.2	1.2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	62.73	0.04	1.00
AP8	Pozzo	1.2	1.1	1.1	1	0.2	1.2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	62.73	0.04	1.00
AP9	Pozzo	1.2	1.1	1.1	1	0.2	1.2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	62.73	0.04	1.00
AP17	Pozzo	1.2	1.1	2	1	0.2	1.2	0.2	0.2	0.2	1	0.36	114.05	0.08	1.00

Tabella 52. Calcolo del DHI riferito al cunicolo pedonale parallelo da finestra F6 lato Napoli

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 IDROGEOLOGICA		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 110 di 119

6.3 RISULTATI

Siccome alcuni punti ricadono in un'area di influenza relativa a più opere, il calcolo del rischio di disseccamento di tali punti è stato svolto per ciascuna opera. In tal caso i risultati dei calcoli effettuati con riferimento ai diversi tunnel in progetto sono stati confrontati tra loro e, utilizzando un approccio cautelativo, per ogni punto è stato scelto il valore di DHI più elevato.

La sintesi, riportata nella tabella seguente, è rappresentativa del rischio di isterilimento dei punti d'acqua generato dall'opera in progetto. Sulla carta idrogeologica e sulla carta del censimento delle risorse idriche questo rischio è rappresentato con codice semaforico.

Punto acqua	Tunnel di linea	Finestra F1		Finestra F2		Finestra F3		Finestra F4		Finestra F5		Finestra F6		Finestra F7		Cunicolo F3		Cunicolo F5 lato NA		Cunicolo F6 lato BA		Cunicolo F6 lato NA		Valori massimi			
		DHI	Classe	DHI	Classe	DHI	Classe	DHI	Classe	DHI	Classe																
1	S	0.29	3	0.10	1																				0.29	3	
2	P	0.36	4	0.12	2																				0.36	4	
3	P	0.42	4	0.14	2																				0.42	4	
15	P	0.25	3	0.10	2																				0.25	3	
16	P	0.10	1																						0.10	1	
17	S	0.14	2																						0.14	2	
18	P	0.33	4			0.12	2																		0.33	4	
19	P	0.23	3			0.10	2																		0.23	3	
20	P	0.33	4			0.15	2																		0.33	4	
21	P	0.16	2			0.12	2	0.10	1					0.16	2										0.16	2	
22	P	0.11	2			0.06	1	0.10	2					0.11	2										0.11	2	
23	P	0.13	2			0.07	1	0.12	2					0.13	2										0.13	2	
24	P	0.72	4			0.15	2	0.15	2					0.21	3										0.72	4	
25	P	0.24	3					0.19	2					0.24	3										0.24	3	
26	P	0.24	3					0.19	2					0.24	3										0.24	3	
27	P	0.24	3					0.19	2					0.24	3										0.24	3	
28	P	0.24	3					0.19	2					0.24	3										0.24	3	
29	P	0.15	2					0.13	2					0.15	2										0.15	2	
30	P	0.21	3					0.15	2					0.17	2										0.21	3	
39	P	0.40	4											0.14	2										0.40	4	
40	P	0.35	4											0.12	2										0.35	4	
41	P	0.31	4											0.11	2										0.31	4	
42	S	0.14	2											0.07	1										0.14	2	
49	P	0.15	2											0.14	2										0.15	2	
50	P	0.19	2											0.19	2										0.19	2	
51	P	0.19	2											0.19	2										0.19	2	
52	S	0.24	3											0.29	3										0.29	3	
53	P	0.37	4											0.37	4										0.37	4	
54	S	0.24	3											0.26	3										0.26	3	
55	P	0.19	2											0.15	2							0.08	1		0.19	2	
56	P	0.19	2											0.19	2							0.08	1		0.19	2	
57	P	0.11	2											0.11	2							0.04	1		0.11	2	
58	P	0.19	2											0.15	2							0.08	1		0.19	2	
59	P	0.19	2											0.15	2							0.08	1		0.19	2	
60	P	0.11	2											0.05	1							0.06	1		0.11	2	
61	P	0.09	1										0.07	1							0.07	1	0.09	1	0.09	1	
62	P	0.16	2											0.13	2							0.13	2	0.16	2	0.16	2
63	P	0.25	3											0.16	2							0.16	2	0.16	2	0.25	3

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 IDROGEOLOGICA		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 111 di 119

Punto acqua	Tunnel di linea	Finestra F1		Finestra F2		Finestra F3		Finestra F4		Finestra F5		Finestra F6		Finestra F7		Cunicolo F3		Cunicolo F5 lato NA		Cunicolo F6 lato BA		Cunicolo F6 lato NA		Valori massimi		
		DHI	Classe	DHI	Classe	DHI	Classe	DHI	Classe	DHI	Classe	DHI														
64	S	0.09	1									0.05	1							0.09	1	0.04	1	0.09	1	
65	P	0.13	2									0.08	1							0.13	2	0.06	1	0.13	2	
66	P	0.11	2																0.09	1	0.11	2			0.11	2
67	P	0.13	2																0.10	2	0.13	2			0.13	2
68	P	0.16	2																0.13	2	0.16	2			0.16	2
69	P	0.29	3								0.23	3							0.28	3					0.29	3
70	P	0.23	3								0.23	3							0.23	3					0.23	3
71	P	0.24	3								0.27	3							0.13	2					0.27	3
72	P	0.24	3								0.27	3							0.13	2					0.27	3
73	P	0.24	3								0.27	3							0.13	2					0.27	3
74	P	0.16	2								0.19	4							0.11	2					0.19	4
75	P	0.42	4								0.15	2							0.11	2					0.42	4
76	P	0.47	4								0.13	2							0.13	2					0.47	4
77	P	0.27	3								0.13	2							0.13	2					0.27	3
78	P	0.07	1								0.15	2													0.15	2
79	P	0.09	1								0.19	2													0.19	2
80	P	0.09	1								0.19	2													0.19	2
AP10	P	0.10	1								0.08	1							0.08	1	0.10	1			0.10	1
AP11	P	0.05	1								0.11	2													0.11	2
AP12	P	0.18	2										0.07	1											0.18	2
AP13	P	0.15	2										0.16	2											0.16	2
AP14	P	0.08	1										0.08	1											0.08	1
AP16	P	0.16	2										0.10	1											0.16	2
AP17	P	0.19	2										0.09	1							0.08	1			0.19	2
AP18	P	0.15	2										0.15	2											0.15	2
AP2	P	0.11	2								0.14	2							0.10	1	0.10	1			0.14	2
AP23	P	0.11	2										0.06	1							0.11	2			0.11	2
AP24	P	0.13	2										0.07	1							0.11	2			0.13	2
AP27	P	0.11	2								0.11	2							0.10	1	0.10	1			0.11	2
AP28	P	0.13	2								0.13	2							0.13	2	0.13	2			0.13	2
AP35	P	0.09	1										0.06	1							0.08	1			0.09	1
AP40	P	0.10	1								0.08	1							0.10	1	0.09	1			0.10	1
AP41	P	0.11	2								0.09	1							0.11	2	0.13	2			0.13	2
AP42	P	0.13	2								0.13	2							0.13	2	0.06	1			0.13	2
AP43	P	0.10	1								0.10	1							0.08	1	0.13	2			0.13	2
AP44	P	0.13	2								0.10	2							0.09	1	0.10	1			0.13	2
AP45	P	0.15	2								0.10	1							0.10	1	0.06	1			0.15	2
AP51	P	0.13	2								0.08	1							0.13	2					0.13	2
AP52	P	0.12	2								0.12	2							0.07	1					0.12	2
AP53	P	0.15	2								0.15	2							0.09	1					0.15	2
AP54	P	0.13	2								0.13	2							0.08	1					0.15	2
AP55	P	0.10	1																0.10	1	0.05	1			0.10	1
AP56	P	0.10	1																0.10	1	0.05	1			0.10	1
AP57	P	0.10	1																0.10	1					0.10	1
AP59	P	0.10	1								0.14	2							0.14	2					0.14	2
AP6	P	0.07	1								0.04	1													0.07	1
AP7	P	0.07	1								0.07	1									0.06	1	0.04	1	0.07	1
AP8	P	0.07	1								0.09	1									0.06	1	0.04	1	0.09	1
AP9	P	0.07	1								0.07	1									0.06	1	0.04	1	0.07	1

APPALTATORE: Consortio 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 IDROGEOLOGICA		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 113 di 119

Punto acqua	Tunnel di linea	Finestra F1		Finestra F2		Finestra F3		Finestra F4		Finestra F5		Finestra F6		Finestra F7		Cunicolo F3		Cunicolo F5 lato NA		Cunicolo F6 lato BA		Cunicolo F6 lato NA		Valori massimi	
		DHI	Classe	DHI	Classe	DHI	Classe	DHI	Classe	DHI	Classe														
ME8	P	0.24	3			0.19	2							0.24	3									0.24	3
ME9	P	0.08	1			0.07	1																	0.08	1
PzE17	P	0.25	3	0.17	2																			0.25	3
PzE18	P	0.17	2					0.14	2															0.17	2
PzE24	P	0.09	1										0.09	1										0.09	1

Tabella 53. Elenco dei punti esaminati e risultati del calcolo del DHI

Il calcolo dell'indice DHI è stato realizzato su 141 punti d'acqua. La sintesi dei risultati è riportata nella tabella seguente.

Indice DHI	Classe	Probabilità di isterilimento	Numero punti
0 < DHI < 0.1	1	Molto bassa o nulla	18
0.1 < DHI < 0.2	2	Bassa	85
0.2 < DHI < 0.3	3	Media	24
DHI > 0.3	4	Alta	14

Tabella 54. Sintesi dei risultati del DHI

Si precisa infine che, cautelativamente, il calcolo è stato eseguito considerando che lo scavo delle opere sia eseguito con tecniche tradizionali e con drenaggio libero delle gallerie, senza accorgimenti progettuali (es. iniezioni, impermeabilizzazioni, ecc.).

6.4 VALUTAZIONE COMPRESIVA DEGLI EFFETTI DOVUTI ALLE IMPERMEABILIZZAZIONI

Le valutazioni sul rischio di isterilimento effettuate nel paragrafo precedente partono da una condizione di drenaggio libero delle gallerie di linea, dei cunicoli di accesso pedonali e dei bypass. In realtà, come già precisato nel paragrafo 5.4, il progetto prevede che le gallerie di linea siano interessate da interventi di impermeabilizzazione che impediranno un drenaggio delle acque di falda in galleria. Questo, chiaramente implica che gli impatti previsti attraverso il metodo DHI saranno sensibilmente diminuiti in diverse tratte. La ripartizione delle tratte in funzione degli interventi di impermeabilizzazione è la seguente:

Galleria Grottaminarda

- pk 2+715 – 3+875, tratto impermeabilizzato;
- pk 3+875 – 4+250, tratto drenante;
- pk 4+250 – 4+682, tratto impermeabilizzato.

Galleria Melito

- pk 5+098 – 6+475, tratto impermeabilizzato;
- pk 6+475 – 6+675, tratto drenante;
- pk 6+675 – 7+620, tratto impermeabilizzato;
- pk 7+620 – 7+815, tratto drenante;

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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 114 di 119

- pk 7+815 – 9+528, tratto impermeabilizzato.

Galleria Rocchetta

- pk 10+125 – 10+960, tratto impermeabilizzato;
- pk 10+960 – 15+675, tratto drenante;
- pk 15+675 – 16+630, tratto impermeabilizzato.

Pertanto, per i punti d'acqua che ricadono lungo le tratte in cui sono previsti i trattamenti di impermeabilizzazione il rischio di disseccamento è stato ridotto alla classe 1 (probabilità di isterilimento molto bassa). Invece, per gli altri punti che ricadono lungo tratte a drenaggio libero il rischio è stato riportato uguale a come è stato definito precedentemente. Si specifica che nei casi in cui i punti d'acqua ricadano in zone di influenza sia della galleria nei tratti impermeabilizzati, sia delle finestre/cunicoli si è tenuto conto del risultato del DHI con valore più elevato.

Le tabelle aggiornate secondo questo criterio sono riportate di seguito.

Codice Punto Acqua	Tipo	DHI EFFETTIVO CONSIDERANDO L'IMPERMEABILIZZAZIONE DOVE PRESENTE E FINESTRE/CUNICOLI DRENANTI
15	Pozzo	2
16	Pozzo	1
17	Sorgente	1
GR63	Pozzo	1
GR65	Pozzo	1
GR71	Pozzo	1
G1	Sorgente	1
1	Sorgente	1
2	Pozzo	2
3	Pozzo	2
GR59	Pozzo	2
GR60	Pozzo	2
GR67	Pozzo	2
PzE17	Pozzo	2
GR39	Pozzo	2
GR50	Pozzo	2
GR51	Pozzo	2
GR49	Pozzo	2
GR55	Pozzo	2
GR18	Pozzo	1
GR43	Pozzo	2
GR24	Pozzo	2
GR38	Pozzo	2
GR70	Pozzo	2
GR21	Pozzo	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>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 115 di 119

GR23	Pozzo	3
GR37	Pozzo	2
GR69	Pozzo	2
GR19	Pozzo	2
GR22	Pozzo	2
GR20	Pozzo	2
GR64	Pozzo	2
GR66	Pozzo	1
GR17	Pozzo	2
GR61	Pozzo	1
GR62	Pozzo	2
GR40	Pozzo	2
GR25	Pozzo	2
GR26	Pozzo	2
ME30	Pozzo	2
ME24	Pozzo	2
ME23	Pozzo	2
18	Pozzo	2
19	Pozzo	2
ME22	Pozzo	2
20	Pozzo	2
ME21	Pozzo	2
ME20	Pozzo	2
ME17	Pozzo	2
M4	Sorgente	2
ME16	Pozzo	2
ME15	Pozzo	2
ME13	Pozzo	2
24	Pozzo	3
21	Pozzo	2
23	Pozzo	2
ME11	Pozzo	2
ME10	Pozzo	2
ME12	Pozzo	1
22	Pozzo	2
ME7	Pozzo	3
ME8	Pozzo	3
ME9	Pozzo	1
27	Pozzo	3
25	Pozzo	3

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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 116 di 119

26	Pozzo	3
28	Pozzo	3
29	Pozzo	2
30	Pozzo	2
ME2	Pozzo	1
M2	Sorgente	1
PzE18	Pozzo	2
77	Pozzo	2
76	Pozzo	2
75	Pozzo	2
AP52	Pozzo	2
AP53	Pozzo	2
AP54	Pozzo	2
71	Pozzo	3
72	Pozzo	3
73	Pozzo	3
74	Pozzo/Sor g.	4
69	Pozzo	3
70	Pozzo	3
AP59	Pozzo	2
AP57	Pozzo	1
AP55	Pozzo	1
AP56	Pozzo	1
66	Pozzo	2
67	Pozzo	2
68	Pozzo	2
64	Sorgente	1
65	Pozzo	2
AP51	Pozzo	2
AP41	Pozzo	2
AP40	Pozzo	1
63	Pozzo	3
AP42	Pozzo	2
AP43	Pozzo	2
AP11	Pozzo	2
AP2	Pozzo	2
AP28	Pozzo	2
78	Pozzo	2
79	Pozzo	2
80	Pozzo	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>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 117 di 119

AP27	Pozzo	2
AP45	Pozzo	2
AP17	Pozzo	2
61	Pozzo	1
AP10	Pozzo	1
AP44	Pozzo	2
62	Pozzo	2
AP8	Pozzo	1
AP6	Pozzo	1
AP9	Pozzo	1
AP7	Pozzo	1
AP23	Pozzo	2
AP24	Pozzo	2
60	Pozzo	2
59	Pozzo	2
58	Pozzo	2
55	Pozzo	2
56	Pozzo	2
57	Pozzo	2
AP18	Pozzo	2
49	Pozzo	2
51	Pozzo	2
50	Pozzo	2
54	Sorgente	3
52	Sorgente	3
AP13	Pozzo	2
53	Pozzo	4
AP12	Pozzo	1
AP16	Pozzo	1
42	Sorgente	1
AP14	Pozzo	1
PzE24	Pozzo	1
39	Pozzo	4
40	Pozzo	4
41	Pozzo	4
AP35	Pozzo	1

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 IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RG	DOCUMENTO GE0102 001	REV. B	FOGLIO 118 di 119

In conclusione, le classi ricalcolate tenendo conto dell'impermeabilizzazione sono:

Indice DHI	Classe	Probabilità di isterilimento	Numero punti
0 < DHI < 0.1	1	Molto bassa o nulla	31
0.1 < DHI < 0.2	2	Bassa	89
0.2 < DHI < 0.3	3	Media	16
DHI > 0.3	4	Alta	5

Si tenga conto che i punti d'acqua 39, 40 e 41, rientranti in classe 4, ricadono all'interno della zona di cantiere operativo GA06 dell'imbocco Rocchetta lato NA e pertanto non saranno comunque più utilizzabili."

Gli altri due punti che ricadono in classe 4, anche tenendo conto delle impermeabilizzazioni, sono:

- il punto 53 alla pk 18+090 ca. che viene impattato poiché si trova sulla verticale della finestra F7 (nel PD era stato attribuito alla classe 2)
- il punto 74 alla pk 10+625 ca. che viene impattato poiché si trova sulla verticale di F5 (nel PD era stato attribuito alla classe 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>Mandataria</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;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">E ZZ RG</td> <td style="text-align: center;">GE0102 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">119 di 119</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ RG	GE0102 001	B	119 di 119
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ RG	GE0102 001	B	119 di 119													
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA																		

7 BIBLIOGRAFIA

- Corniello A. Ducci D., Aquino A. Hydrogeological map of the Monti Picentini Regional Park (southern Italy) at 1: 50,000 scale. Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata. Vol. 51, n. 4, pp. 325-343. 2010.
- Dematteis A. Kalamaras G., Eusebio A., 2001. A Systems Approach for Evaluating Springs Drawdown Due to Tunneling. AITES/ITA World Tunnel Congress 2001 (Milan, 9-12 June 2001).
- Goodman RE, Moye DG, Schalkwyk AV, Javandel I (1965) Ground water inflows during tunnel driving. Bull Assoc Eng Geol 2:39–56.
- Jacob, C.E. and S.W. Lohman, 1952. Nonsteady flow to a well of constant drawdown in an extensive aquifer, Trans. Am. Geophys. Union, vol. 33, pp. 559-569.
- Loew S (2002) Groundwater hydraulics and environmental impacts of tunnels in crystalline rocks. Paper presented at the IAEG, Durban, South Africa, December 2002.
- Piano di gestione delle acque, Ciclo 2015-2021 – Relazione Generale. Autorità di Bacino Nazionale dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno, Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale. 2015.
- Torri R., Dematteis, A., Delle Piane L., Drawdown hazard of springs and wells in tunneling: predictive model and verification. XXXV IAH Congress: Groundwater and Ecosystems, Lisbona, 17-21 settembre 2007.