

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

CONSORZIO MESSINA CATANIA LOTTO SUD

Mandataria

Mandante



PROGETTAZIONE: RTI - Rocksoil SpA, Proger SpA, Pini Swiss Engineers srl

PROGETTO ESECUTIVO

LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI - FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)

STUDIO IDROGEOLOGICO

Relazione idrogeologica generale

APPALTATORE	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE	PROGETTISTA
Il Direttore Tecnico Ing. P. M. Gianvecchio	Il responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche Ing. G. Cassani	Progettista

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.	SCALA :
RS5M	01	E	ZZ	RG	GE0002	001	C	-

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Emissione	A.Baietto	17/01/2022	M. Sandrucci	17/01/2022	C. Listorti	17/01/2022	G. Cassani	
B	Emissione a seguito di RdV Italferr	A.Baietto	Luglio 2022	M. Sandrucci	Luglio 2022	C. Listorti	Luglio 2022		
C	Emissione a seguito di RdV Italferr	A.Baietto	Nov 2022	M. Sandrucci	Nov 2022	C. Listorti	Nov 2022		
D									

File: RS5M01EZZRGGE0002001C.doc	n. Elab.:
---------------------------------	-----------

<p>Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria Mandante</p> <p>webuild Italia</p> <p>Progettazione:</p> <p>ROCKSOIL S.p.A. PROGER PINI ITALIA</p>	<p>LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA</p> <p>RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</p> <p>Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>2/115</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	2/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	2/115								

INDICE

1	PREMESSA	5
2	QUADRO PRESCRITTIVO	6
3	DATI DI BASE: INDAGINI IN SITO.....	7
3.1	SONDAGGI GEOGNOSTICI	9
3.1.1	<i>Campagna indagini Geomerid 2003</i>	<i>9</i>
3.1.2	<i>Campagna indagini Geomerid 2005</i>	<i>9</i>
3.1.3	<i>Campagna indagini Sidercem 2005.....</i>	<i>10</i>
3.1.4	<i>Campagna indagini Imprefond 2006.....</i>	<i>11</i>
3.1.5	<i>Campagna indagini Geomerid 2013-2014</i>	<i>11</i>
3.1.6	<i>Campagna indagini 2017-2018.....</i>	<i>12</i>
3.1.7	<i>Campagna indagini 2019.....</i>	<i>12</i>
3.1.8	<i>Campagna indagini inerenti ad altri lavori.....</i>	<i>13</i>
3.1.9	<i>Campagna indagini 2021.....</i>	<i>13</i>
3.2	PROSPEZIONI SISMICHE	17
3.2.1	<i>Campagna indagini Progeo 2005</i>	<i>17</i>
3.2.2	<i>Campagna indagini Progeo 2006</i>	<i>17</i>
3.2.3	<i>Campagna indagini S.G.G. 2013-2014.....</i>	<i>18</i>
3.2.4	<i>Campagna indagini 2017-2018.....</i>	<i>18</i>
3.2.5	<i>Campagna indagini 2021.....</i>	<i>19</i>
4	MONITORAGGIO PIEZOMETRICO.....	21
4.1	MONITORAGGIO PIEZOMETRICO DEL PROGETTO DEFINITIVO	21
4.1.1	<i>Campagna indagine Geomerid 2003.....</i>	<i>21</i>
4.1.2	<i>Campagna indagine Geomerid 2005.....</i>	<i>22</i>
4.1.3	<i>Campagna indagine Sidercem 2005.....</i>	<i>33</i>
4.1.4	<i>Campagna indagine Imprefond 2006.....</i>	<i>35</i>
4.1.5	<i>Campagna indagine Geomerid 2013-2014.....</i>	<i>38</i>
4.1.6	<i>Campagna indagine 2017-2018</i>	<i>43</i>
4.1.7	<i>Campagna indagine 2019</i>	<i>48</i>
4.2	MONITORAGGIO PIEZOMETRICO DEL PROGETTO ESECUTIVO.....	49
5	DESCRIZIONE DEL MODELLO IDROGEOLOGICO GENERALE	54
5.1	CLASSIFICAZIONE DEI COMPLESSI IDROGEOLOGICI.....	54
5.2	IDENTIFICAZIONE DEI CORPI IDRICI SOTTERRANEI.....	57
5.3	ELEMENTI DI BILANCIO IDROLOGICO DEL SETTORE DI PROGETTO	63
5.3.1	<i>Precipitazioni e temperature.....</i>	<i>63</i>
5.3.2	<i>Evapotraspirazione.....</i>	<i>65</i>
5.3.3	<i>Infiltrazione efficace.....</i>	<i>65</i>

<p>Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandatario: Mandante</p>   <p>Progettazione:</p>   	<p>LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>3/115</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	3/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	3/115								

6	SORGENTI E OPERE DI CAPTAZIONE	68
6.1	INTRODUZIONE	68
6.2	CONTESTO IDROGEOLOGICO DEI POZZI E DELLE SORGENTI.....	68
6.3	CENSIMENTO DEI POZZI E DELLE SORGENTI	71
7	MODELLO IDROGEOLOGICO DI DETTAGLIO.....	72
7.1	PERMEABILITÀ DELLE UNITÀ GEOLOGICHE.....	72
7.2	BATTENTI IDRAULICI ATTESI LUNGO IL TRACCIATO DELLE GALLERIE.....	73
7.3	ASSETTO IDROGEOLOGICO DI DETTAGLIO DELLE GALLERIE.....	77
7.3.1	Assetto idrogeologico della G. Calatabiano	77
7.3.2	Assetto idrogeologico della G. Taormina	80
7.3.3	Assetto idrogeologico del settore della Stazione di Taormina	84
7.3.4	Assetto idrogeologico della G. di Interconnessione Letojanni	87
8	STIMA DELLE PORTATE D'ACQUA DRENATE DALLE GALLERIE.....	90
8.1	INTRODUZIONE	90
8.2	PRINCIPI GENERALI SUL FLUSSO AL CONTORNO DI UN TUNNEL DRENANTE.....	90
8.2.1	Derivazione delle portate in regime transitorio (fase di scavo)	92
8.2.2	Derivazione delle portate in regime stabilizzato (fase di esercizio)	94
8.3	STIMA DELLE PORTATE DRENATE IN FASE DI SCAVO.....	94
8.3.1	Galleria Calatabiano.....	95
8.3.2	Galleria Taormina.....	96
8.3.3	Galleria di Interconnessione Letojanni.....	98
8.4	STIMA DELLE PORTATE DRENATE IN FASE DI ESERCIZIO	99
8.4.1	Galleria Calatabiano.....	99
8.4.2	Galleria Taormina.....	99
8.4.3	Galleria di Interconnessione Letojanni.....	102
9	VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI PREVISTI SULLE RISORSE IDRICHE	103
9.1	INTRODUZIONE	103
9.2	VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI ISTERILIMENTO DI POZZI E SORGENTI CON IL METODO DHI 103	
9.2.1	Metodologia.....	103
9.2.2	Risultati dell'analisi	106
9.3	VALUTAZIONE DEL RISCHIO POTENZIALE DI IMPATTO SULL'ACQUA DRENATA DALLA GALLERIA SIFONE.....	110
10	SINTESI DELLE PRINCIPALI CRITICITÀ IDROGEOLOGICHE.....	113
11	MONITORAGGIO.....	115

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud
Mandataria Mandante



Progettazione:



LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA

RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO

Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	4/115

<p>Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandatario</p> <p>webuild Italia</p> <p>Progettazione:</p> <p>ROCKSOIL S.p.A. PROGER PINI ITALIA</p>	<p>LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA</p> <p>RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</p> <p>Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>5/115</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	5/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	5/115								

1 PREMESSA

La presente relazione illustra i risultati dello studio idrogeologico condotto nell'ambito della Progettazione Esecutiva nel settore del Lotto 1. Gli argomenti trattati riguardano la classificazione delle diverse unità geologiche in complessi idrogeologici, la descrizione delle caratteristiche di permeabilità delle diverse unità, la ricostruzione della piezometria di falda, la stima degli afflussi in galleria e la valutazione degli impatti sulle risorse idriche.

L'analisi dei vari aspetti di carattere idrogeologico è stata svolta anche in ottemperanza con quanto richiesto dalle prescrizioni degli Enti contenute nell'Ordinanza n. 49 del 9 settembre 2020, di cui si riportano gli elementi essenziali nel Capitolo 2.

Una sintesi delle criticità idrogeologiche che emergono dallo studio idrogeologico condotto in questa fase di progettazione è riportata nel Capitolo 10.

La presente relazione in revisione C recepisce quanto richiesto in fase di istruttoria della revisione A, specialmente per quanto riguarda l'analisi di dettaglio dei dati di base per la ricostruzione dei battenti idrici lungo il tracciato delle gallerie di progetto.

<p>Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria Mandante</p> <p>webuild Italia</p> <p>Progettazione:</p> <p>ROCKSOIL S.p.A. PROGER PINI ITALIA</p>	<p>LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA</p> <p>RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</p> <p>Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAG.</td> </tr> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>6/115</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	6/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	6/115								

2 QUADRO PRESCRITTIVO

Con l'Ordinanza n. 49 del 9 settembre 2020 di approvazione del Progetto Definitivo Giampileri Fiumefreddo - Lotto 1 Fiumefreddo - Taormina, pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 110 in data 19 settembre 2020.

Come richiamato nella documentazione dell'Ordinanza, le attività geologiche-idrogeologiche della Progettazione Esecutiva sono state realizzate considerando quanto previsto dal Manuale di Progettazione di Italferr.

Per ciò che attiene nello specifico agli aspetti di carattere idrogeologico, le prescrizioni sono riportate nella seguente tabella:

ENTE	Rif. Atto	Parere	Prescrizione Enti
Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare DVA Direzione Generale per le Valutazioni Ambientali Divisione II	01a) Parere n.3166 08/11/2019	Parere favorevole con prescrizioni	<p>1.1 Ambiente idrico e idrogeologico (prescrizione n.1 parere 3166).</p> <p>Integrare la progettazione esecutiva con soluzioni per la componente acque sotterranee, anche attraverso una cartografia idrogeologica di riferimento, prevedendo l'ampliamento della rete di monitoraggio con sorgenti e pozzi, in particolare quelli ricadenti nelle aree di captazione.</p> <p>Il progetto conterrà la previsione di indagini quantitative anche sulla portata delle sorgenti limitrofe alla tratta e che possono essere soggette ad una potenziale interferenza con le opere da realizzare.</p>

Lo studio idrogeologico ha affrontato gli aspetti richiamati nella prescrizione e gli esiti sono riportati nei Capitoli 6, 8 e 9.

Per ciò che attiene agli aspetti legati ai dissesti riportati nel Piano di Assetto Idrogeologico e alle prescrizioni annesse si rimanda ai contenuti della Relazione Geologica-Geomorfologica Generale (codice elaborato RS5M01EZZRHGE0001001C).

<p>Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria Mandante</p> <p> </p> <p>Progettazione:</p> <p>  </p>	<p>LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA</p> <p>RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</p> <p>Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>7/115</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	7/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	7/115								

3 DATI DI BASE: INDAGINI IN SITO

La base documentale del presente studio è costituita principalmente dagli elaborati del Progetto Definitivo della Linea Messina-Catania-Palermo, Lotto 1, e in particolare dalla “Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica” allegata al progetto, oltre che dalla documentazione in essa citata.

La cartografia geologica del Progetto Definitivo è stata revisionata e aggiornata sulla base dei nuovi rilievi di terreno e delle indagini geognostiche della campagna 2021, verificando gli elementi geologici (limiti delle formazioni, caratteristiche litostratigrafiche del substrato, stratigrafia dei depositi quaternari), strutturali (presenza e caratteristiche di faglie e sovrascorrimenti visibili) e geomorfologici (stato dei versanti, dissesti in atto e pregressi, dinamica fluviale).

Le indagini geognostiche pregresse (campagne 2003, 2005, 2006, 2013, 2014, 2017, 2018 e 2019) o appositamente realizzate nell’ambito del presente studio (campagna 2021) consentono di supportare adeguatamente i dati derivati dai rilievi geologici di terreno, definendo un quadro di conoscenze adeguato in relazione alla specifica fase progettuale oggetto del presente rapporto, per quanto riguarda l’assetto litostratigrafico, geologico-strutturale, geomorfologico e idrogeologico dell’area interessata dal progetto.

Nel corso dello studio sono state consultate e analizzate tutte le indagini geognostiche realizzate nelle precedenti fasi di studio e di quelle disponibili e appositamente realizzate nel settore di territorio interessato dagli interventi in progetto. L'intero set di dati derivanti dalle indagini di sito ha permesso di configurare un quadro di conoscenze soddisfacente, in relazione alla specifica fase di approfondimento progettuale in corso, circa l’assetto litostratigrafico e geologico-strutturale dei termini litologici interessati dalle opere in progetto.

Nel corso del complesso iter progettuale sino ad oggi espletato, si sono succedute differenti campagne di indagini geognostiche, nelle quali sono state realizzate sia indagini dirette che indirette. Complessivamente, sino alla fase di Progetto Definitivo, sono state realizzate le seguenti indagini di sito:

- **n. 87 sondaggi a rotazione e carotaggio continuo di cui 27 non attrezzati, 52 strumentati con piezometro e 8 attrezzati per sismica in foro;**
- **n. 26 stendimenti sismici a rifrazione;**
- **n. 2 tomografie elettriche;**
- **n. 12 prove MASW;**
- **n. 2 stendimenti sismici MASW/Re.Mi;**
- **N. 2 prove penetrometriche statiche.**

Il numero totale dei campioni di roccia e terreno analizzati in laboratorio è di 246, mentre quello delle prove SPT effettuate nei fori di sondaggio è di 164.

Nell’ambito dello studio per il Progetto Esecutivo (2021-2022) è stata effettuata un’estesa campagna di indagini geognostiche che ha contemplato numerose indagini dirette e indirette, e prove di laboratorio. Il dettaglio di quanto è stato realizzato in merito alle indagini in situ è il seguente:

<p>Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria Mandante</p> <p> </p> <p>Progettazione:</p> <p>  </p>	<p>LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA</p> <p>RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</p> <p>Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>8/115</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	8/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	8/115								

- n. 53 sondaggi in parte realizzati a carotaggio continuo e in parte a distruzione, così ripartiti:
 - n. 13 sondaggi, di cui 9 strumentati con piezometro e 4 non attrezzati nelle tratte in sotterraneo;
 - n. 18 sondaggi, di cui 3 strumentati con piezometro, 4 attrezzati per sismica in foro e 11 non attrezzati nelle tratte all'aperto;
 - n. 22 sondaggi, di cui 5 strumentati con piezometro, 14 sondaggi attrezzati per sismica in foro e 3 non attrezzati per la tratta compresa tra le pk 13+100 e 13+400 nel settore della Stazione di Taormina (Criterio Tecnico 2.2.1).
- n. 31 prove di permeabilità Lugeon e 1 prova Lefranc;
- n. 28 prove dilatometriche nelle tratte in sotterraneo, e 7 prove dilatometriche nella tratta compresa tra le pk 13+100 e 13+400 (Criterio Tecnico della Stazione di Taormina);
- n. 9 stendimenti sismici a rifrazione ripartiti tra tratte in sotterraneo e all'aperto e, per la tratta compresa tra le pk 13+100 e 13+400 (Criterio Tecnico della Stazione di Taormina), 5 stendimenti sismici realizzati con metodo VSP (Vertical Seismic Profiling) abbinato all'energizzazione in sondaggio;
- n. 5 Down-Hole nelle tratte all'aperto e 5 Down-Hole nella tratta compresa tra le pk 13+100 e 13+400 (Criterio Tecnico della Stazione di Taormina);
- n. 3 triplette di Cross-Hole nella tratta compresa tra le pk 13+100 e 13+400 (Criterio Tecnico della Stazione di Taormina);
- n. 4 Acoustic Televiwer nella tratta compresa tra le pk 13+100 e 13+400 (Criterio Tecnico della Stazione di Taormina).
- n. 47 prove SPT realizzate nei fori di sondaggio.

Per quanto riguarda i campioni di roccia e terreno analizzati in laboratorio il dettaglio è il seguente:

- n. 13 analisi totali tra granulometriche, limiti di Atterberg e prove di taglio dirette e 12 prove su roccia nelle tratte in sotterraneo;
- n. 91 analisi totali tra granulometriche, limiti di Atterberg e prove di taglio dirette e 12 prove su roccia nelle tratte all'aperto;
- n. 13 prove su terre e 3 prove su roccia nella tratta compresa tra le pk 13+100 e 13+400 (Criterio Tecnico della Stazione di Taormina).
- Prove di fresabilità.

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria Mandante   Progettazione:   	LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e) PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAG.</td> </tr> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>9/115</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	9/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	9/115								

3.1 SONDAGGI GEOGNOSTICI

Di seguito vengono elencati tutti i sondaggi geognostici eseguiti nell'ambito delle prime fasi progettuali, con indicazione dei principali dati tecnici relativi ad ogni singola indagine (pk, Longitudine e Latitudine nel sistema di riferimento Gauss-Boaga fuso Est (Roma 40), quota, strumentazione, profondità, numero di campioni prelevati e analizzati in laboratorio, Indisturbati, Rimaneggiati e Litoidi, numero prove SPT, numero prove Lefranc/Lugeon, numero prove Dilatometriche e numero prove Pressiometriche).

3.1.1 Campagna indagini Geomerid 2003

Di seguito vengono elencati tutti i sondaggi geognostici eseguiti nell'ambito della prima fase progettuale tra la pk 1+468 e la pk 13+845.

Sigla	pk	Longitudine	Latitudine	Quota m s.l.m.	Strumentazione	Profondità m	Campioni			SPT	Permeabilità	Dilatometriche	Pressiometriche
							I	R	L				
T1	1+468	2537507	4182838	78.8	piezometro	25	0	2	0	2	1	0	1
T2	13+249	2545474	4190119	120.0	piezometro	100	0	0	0	0	2	0	2
T3	13+561	2545691	4190359	64.3	piezometro	50	0	0	0	2	1	0	1
T4	13+845	2545809	4190617	105.9	piezometro	90	0	0	0	2	2	0	2
Totale							0	2	0	6	6	0	6

Tabella 1 - Sintesi dei sondaggi geognostici realizzati nell'ambito della campagna indagini Geomerid 2003, elencati in ordine di progressiva chilometrica (pk).

3.1.2 Campagna indagini Geomerid 2005

Di seguito vengono elencati tutti i sondaggi geognostici eseguiti nell'ambito della prima fase progettuale tra la pk 1+234 e la pk 14+251.

Sigla	pk	Longitudine	Latitudine	Quota m s.l.m.	Strumentazione	Profondità m	Campioni			SPT	Permeabilità	Dilatometriche	Pressiometriche
							I	R	L				
S1g	1+234	2537550	4182596	77.0	piezometro	70	0	3	0	2	2	0	0
S2g	1+418	2537518	4182786	77.9	piezometro	70	0	3	0	2	3	0	0
S2sg	1+492	2537202	4182909	91.4	piezometro	60	0	4	0	3	2	0	0
S2dg	1+493	2537801	4182819	70.0	piezometro	60	0	2	0	2	2	0	0
Pzxcg	1+646	2536676	4183230	125.0	piezometro	70	0	2	0	4	1	0	0
S3g	1+756	2537461	4183173	93.7	piezometro	60	0	5	0	2	3	0	0
S3dg	1+825	2537580	4183213	84.0	piezometro	50	0	3	0	2	2	0	0

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria Mandante  		LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)					
Progettazione:   		PROGETTO ESECUTIVO					
RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE		COMMESSA RS5M	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ	DOCUMENTO RG GE 00 02 001	REV. C	PAG. 10/115

S3sg	1+858	2537163	4183432	103.5	piezometro	50	0	2	0	1	3	0	0
S4sg	2+004	2536903	4183822	156.7	piezometro	50	0	3	0	3	2	0	0
S4g	2+067	2537433	4183619	99.0	piezometro	60	1	4	0	3	3	0	0
S5g	2+281	2537391	4184037	120.6	piezometro	65	1	3	0	3	3	0	0
S4dg	2+388	2537863	4183768	91.4	piezometro	40	0	1	0	4	2	0	0
S6g	2+536	2537742	4184085	94.0	piezometro	40	0	4	0	4	3	0	0
S7g	3+066	2537466	4184599	133.4	piezometro	80	0	6	0	3	2	0	0
S9g	4+306	2538018	4185678	155.0	piezometro	100	0	4	0	1	2	0	0
S10g	5+648	2539186	4186645	100.0	piezometro	50	0	4	0	0	3	0	0
S11g	6+268	2539729	4187076	81.0	piezometro	40	0	3	0	2	2	0	0
S12g	7+800	2540922	4188041	100.0	piezometro	40	0	4	0	5	3	0	0
S13g	8+958	2541887	4188545	76.0	piezometro	40	0	2	0	5	2	0	0
S15g	11+272	2544027	4188858	95.0	piezometro	65	0	3	0	2	2	0	0
S15bisg	11+570	2544312	4188968	35.0	piezometro	25	0	4	0	2	1	0	0
S16g	11+837	2544543	4189136	125.0	non attrezzato	80	0	3	0	0	2	0	0
S18g	13+672	2545726	4190464	36.8	piezometro	35	0	3	0	0	2	0	0
S19g	13+760	2545815	4190523	62.0	piezometro	50	0	4	0	7	3	0	0
S21g	14+251	2546025	4190999	40.0	piezometro	60	0	3	0	2	1	0	0
Totale							2	82	0	64	56	0	0

Tabella 2 - Sintesi dei sondaggi geognostici realizzati nell'ambito della campagna indagini Geomerid 2005, elencati in ordine di progressiva chilometrica (pk).

3.1.3 Campagna indagini Sidercem 2005

Di seguito vengono elencati tutti i sondaggi geognostici eseguiti nell'ambito della prima fase progettuale tra la pk 0+812 e la pk 7+549.

Sigla	pk	Longitudine	Latitudine	Quota m s.l.m.	Strumentazione	Profondità m	Campioni			SPT	Permeabilità	Dilatometriche	Pressiometriche
							I	R	L				
FF01	0+812	2537357	4182191	59.3	non attrezzato	20	0	2	0	2	1	0	0
FF03	1+009	2537623	4182357	59.9	sismica in foro	20	0	2	0	0	0	0	0
FF02	1+052	2537446	4182426	65.6	sismica in foro	30	0	4	0	3	1	0	0
AL02	6+726	2540075	4187373	47.3	piezometro	40	0	3	0	3	1	0	0
AL03	6+793	2540135	4187405	46.8	piezometro	40	0	3	0	4	2	0	0
AL04	6+993	2540276	4187550	43.6	sismica in foro	40	0	6	0	3	1	0	0
AL05	7+107	2540344	4187646	48.7	sismica in foro	40	0	6	0	4	1	0	0
AL06	7+302	2540508	4187753	53.1	piezometro	40	2	2	0	1	1	0	0
AL07	7+425	2540615	4187817	54.5	sismica in foro	40	4	1	0	4	1	0	0
AL08	7+483	2540644	4187873	56.1	piezometro	40	4	0	0	4	1	0	0

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria Mandante  		LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)					
Progettazione:   		PROGETTO ESECUTIVO					
RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE		COMMESSA RS5M	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ	DOCUMENTO RG GE 00 02 001	REV. C	PAG. 11/115

AL09	7+549	2540686	4187925	60.2	sismica in foro	40	4	0	0	5	1	0	0
Totale						14	29	0	33	11	0	0	

Tabella 3 - Sintesi dei sondaggi geognostici realizzati nell'ambito della campagna indagini Sidercem 2005, elencati in ordine di progressiva chilometrica (pk).

3.1.4 Campagna indagini Imprefond 2006

Di seguito vengono elencati tutti i sondaggi geognostici eseguiti nell'ambito della prima fase progettuale tra la pk 0+983 e la pk 2+273.

Sigla	pk	Longitudine	Latitudine	Quota m s.l.m.	Strumentazione	Profondità m	Campioni			SPT	Permeabilità	Dilatometriche	Pressiometriche
							I	R	L				
S1i(NG1)	0+983	2537516	4182346	54.4	piezometro	60	0	2	0	2	2	0	0
S2i(NG4)	2+174	2537414	4183816	120.0	piezometro	60	0	4	0	2	2	0	0
S3i(NG5)	2+273	2537425	4183995	120.8	piezometro	50	0	6	0	3	0	0	0
Totale						0	12	0	7	4	0	0	

Tabella 4 - Sintesi dei sondaggi geognostici realizzati nell'ambito della campagna indagini Imprefond 2006, elencati in ordine di progressiva chilometrica (pk).

3.1.5 Campagna indagini Geomerid 2013-2014

Di seguito vengono elencati tutti i sondaggi geognostici eseguiti nell'ambito della prima fase progettuale tra la pk 1+231 e la pk 6+438.

Sigla	pk	Longitudine	Latitudine	Quota m s.l.m.	Strumentazione	Profondità m	Campioni			SPT	Permeabilità	Dilatometriche	Pressiometriche
							I	R	L				
S1fPz	1+231	2537557	4182591	77.0	piezometro	60	0	0	0	0	2	0	0
S3fPz	1+970	2537432	4183473	93.1	piezometro	75	0	0	0	0	2	0	0
S5fPz	2+147	2538028	4183320	67.1	piezometro	40	0	0	0	0	2	0	0
S4fPz	2+222	2537356	4183956	121.5	piezometro	60	0	0	0	0	2	0	0
S1v	2+921	2538329	4184051	65.0	piezometro	30	2	2	0	4	0	0	0
S2v	3+156	2538465	4184245	90.2	piezometro	30	2	2	0	3	0	0	0
S3v	4+085	2538836	4185097	85.5	piezometro	30	2	3	0	4	0	0	0
S4v	6+438	2539831	4187216	62.5	piezometro	30	1	4	0	4	0	0	0
Totale						7	11	0	15	8	0	0	

Tabella 5 - Sintesi dei sondaggi geognostici realizzati nell'ambito della campagna indagini Geomerid 2013-2014, elencati in ordine di progressiva chilometrica (pk).

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria Mandante   Progettazione:   	LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e) PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAG.</td> </tr> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>12/115</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	12/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	12/115								

3.1.6 Campagna indagini 2017-2018

Di seguito vengono elencati tutti i sondaggi geognostici eseguiti nell'ambito della prima fase progettuale tra la pk 1+661 e la pk 8+854, e con l'interconnessione tra la pk 0+764 ca. e la pk 1+212 ca.

Durante l'esecuzione del sondaggio S30Dbis è stata evidenziata la presenza di gas metano.

Sigla	pk	Longitudine	Latitudine	Quota m s.l.m.	Strumentazione	Profondità m	Campioni			SPT	Permeabilità	Dilatometriche	Pressiometriche
							I	R	L				
S01D	1+661	2537662	4183008	77.8	piezometro	30	1	1	2	5	2	0	0
S12D	10+860	2543618	4188817	228.5	non attrezzato	80	0	2	10	0	2	2	3
S14D	13+135	2545526	4189957	158.9	piezometro	145	0	2	1	0	3	3	0
S13DCH	13+613	2545695	4190413	62.00	sismica in foro	50	0	3	2	0	0	0	3
S13D	13+615	2545694	4190415	62.0	sismica in foro	50	3	0	0	0	2	3	0
S02D	2+562	2538129	4183757	69.9	piezometro	29	1	1	4	3	1	0	0
S03D	3+526	2538632	4184577	81.0	piezometro	40	3	5	0	5	2	0	2
S03Dbis	3+808	2538714	4184847	84.4	piezometro	33	2	2	5	6	1	0	3
S04D	4+572	2538996	4185556	134.4	piezometro	85	0	0	0	5	2	0	3
S05D	5+487	2539359	4186398	81.9	piezometro	40	0	1	5	3	1	0	2
S06D	6+107	2539710	4186893	130.2	piezometro	80	1	3	1	2	2	0	3
S09D	7+033	2540314	4187577	47.5	non attrezzato	40	0	0	3	5	3	0	0
S10Da	7+174	2540411	4187671	53.2	non attrezzato	22	0	0	0	0	0	0	0
S10Db	7+269	2540486	4187729	52.2	non attrezzato	25	0	0	0	0	0	0	0
S10Dc	7+392	2540585	4187801	55.5	non attrezzato	35	0	0	0	0	0	0	0
S11D	8+854	2541642	4188806	88.3	piezometro	50	0	4	4	3	1	0	0
S15D	0+764i.c.	2546049	4191153	71.7	non attrezzato	70	0	2	0	0	2	0	3
S16CAR1	1+211i.c.	2546266	4191496	22.8	non attrezzato	2	0	0	0	0	0	0	0
S16CAR2	1+211i.c.	2546268	4191502	22.8	non attrezzato	2	0	0	0	0	0	0	0
S16Do	1+212i.c.	2546267	4191500	23.5	non attrezzato	15	0	0	2	0	0	0	0
S16Dv	1+212i.c.	2546270	4191506	22.6	non attrezzato	20	0	0	4	0	0	0	0
Totale							11	26	43	37	24	8	22

Tabella 6 - Sintesi dei sondaggi geognostici realizzati nell'ambito della campagna indagini 2017-2018, elencati in ordine di progressiva chilometrica (pk).

3.1.7 Campagna indagini 2019

Di seguito viene riportato il sondaggio geognostico eseguito nell'ambito della prima fase progettuale alla pk 11+582.

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria Mandante  		LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)					
Progettazione:   		PROGETTO ESECUTIVO					
RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE		COMMESSA RS5M	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ	DOCUMENTO RG GE 00 02 001	REV. C	PAG. 13/115

Sigla	pk	Longitudine	Latitudine	Quota m s.l.m.	Strumentazione	Profondità m	Campioni			SPT	Permeabilità	Dilatometriche	Pressiometriche
							I	R	L				
S1	11+582	2544294	4189072	42.0	Piezometro	45	1	6	0	2	0	0	0
Totale							1	6	0	2	0	0	0

Tabella 7 - Sintesi del sondaggio geognostico realizzato nell'ambito della campagna indagini 2019.

3.1.8 Campagna indagini inerenti ad altri lavori

Di seguito vengono elencati tutti i sondaggi geognostici eseguiti nell'ambito della prima fase progettuale tra la pk 11+829 e la pk 13+095, e con l'interconnessione alla pk 1+280 ca.

Sigla	pk	Longitudine	Latitudine	Quota m s.l.m.	Strumentazione	Profondità m	Campioni			SPT	Permeabilità	Dilatometriche	Pressiometriche
							I	R	L				
S26	11+829	2544498	4189225	126.4	non attrezzato	22	0	0	0	0	0	0	0
N2	11+957	2544683	4189117	178.0	non attrezzato	20	0	0	0	0	0	0	0
N1	11+962	2544599	4189286	181.7	non attrezzato	15	0	0	0	0	0	0	0
S2	12+000	2544650	4189265	180.6	non attrezzato	-	0	0	0	0	0	0	0
S23	12+005	2544680	4189222	174.2	non attrezzato	30	0	0	0	0	0	0	0
S27	12+065	2544715	4189273	200.2	non attrezzato	40	0	0	0	1	1	0	0
S5	12+081	2544709	4189308	201.3	non attrezzato	40	0	0	0	0	0	0	0
S8DH	12+500	2545116	4189460	229.3	non attrezzato	70	0	0	0	0	0	0	0
S4	12+911	2545261	4189864	218.0	non attrezzato	23	0	0	0	0	0	0	0
S22	12+929	2545440	4189763	197.9	non attrezzato	60	0	0	0	0	0	0	0
S13	12+977	2545473	4189800	191.8	non attrezzato	60	0	0	0	0	0	0	0
N4	13+039	2545365	4189947	172.3	non attrezzato	15	0	0	0	0	0	0	0
N3	13+095	2545370	4190011	160.4	non attrezzato	15	0	0	0	0	0	0	0
S1	1+280i.c.	2546279	4191579	-	non attrezzato	25	0	0	0	0	0	0	0
Totale							0	0	0	1	1	0	0

Tabella 8 - Sintesi dei sondaggi geognostici realizzati nell'ambito della campagna indagini nell'ambito di altri lavori, elencati in ordine di progressiva chilometrica (pk).

3.1.9 Campagna indagini 2021

Nell'ambito delle attività di indagine correlate alla fase progettuale esecutiva è stata realizzata una nuova campagna di indagini comprendente sondaggi a carotaggio continuo, installazione di piezometri, indagini penetrometriche e geofisiche.

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria Mandante   Progettazione:   	LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e) PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAG.</td> </tr> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>14/115</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	14/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	14/115								

I sondaggi sono stati nominati in modi differenti sulla base dell'ubicazione che occupano all'interno del tracciato, se ricadenti in corrispondenza di tratte all'aperto (indicati con il suffisso BH) o in sotterraneo (indicati con il suffisso SA). Nei fori di sondaggio sono state eseguite inoltre prove down-hole, prove SPT, prove pressiometriche, e prove di permeabilità tipo Lefranc e Lugeon ed è stato inoltre effettuato il rilievo dei gas in fase di perforazione. Sono stati altresì prelevati campioni rimaneggiati e indisturbati, inviati a laboratorio per prove geotecniche.

Nelle tabelle seguenti è riportato il quadro di sintesi delle indagini eseguite nella campagna 2021 pervenute in data utile per l'elaborazione dei documenti geologici, con indicazione per ogni sondaggio della pk, dell'ubicazione, della quota e profondità raggiunta, dei campioni prelevati, delle prove in foro eseguite e della strumentazione installata.

Sempre nell'ambito del PE, tra le pk 13+100 e 13+400 circa sono stati realizzati ulteriori sondaggi geognostici pianificati nell'ambito del Criterio Tecnico in fase di gara: *“Modalità di approfondimento dello studio geotecnico per la Galleria Taormina, in termini di indagini geognostiche integrative, anche di tipo innovativo, che il Concorrente si impegna ad attuare nello sviluppo del progetto esecutivo”*. Come da capitolato tecnico, tali indagini sono state pianificate allo scopo di definire le *“Modalità di approfondimento dello studio geotecnico di progetto esecutivo per la Galleria Taormina, finalizzati alla definizione di proposte migliorative per la risoluzione delle interferenze tra le opere in sotterraneo e l'autostrada A18 dal km 13+100 al km 13+400 circa”*. Le indagini sono state progettate allo scopo di definire in maniera approfondita le caratteristiche geologiche, geomeccaniche e idrogeologiche dell'ammasso per questo settore in cui il tracciato interferisce con la galleria autostradale esistente.

Per l'elenco completo delle indagini geognostiche eseguite per il Lotto 1 in fase di Progettazione Esecutiva si rimanda allo specifico Piano Indagini (RS5M01EZZRGG0005001B). In Tabella 9, Tabella 10 e Tabella 11 si riporta, rispettivamente, l'elenco dei sondaggi realizzati per le tratte in sotterraneo, per le tratte all'aperto e per il Criterio Tecnico della Stazione di Taormina.

Sigla	pk	Longitudine	Latitudine	Quota m s.l.m.	Strumentazione	Profondità m	Campioni			SPT	Permeabilità	Dilatometriche	Pressiometriche
							I	R	L				
S1	3+328	15°12'37.54"	37°48'24.71"	89	piezometro	30	1	5	0	0	3	3	0
S14	4+334	15°12'53.91"	37°48'54.55"	104	non attrezzato	30	0	0	0	0	0	0	0
S2	4+801	15°13'11.03"	37°49'5.38"	90	piezometro	20	3	3	0	0	2	2	0
S11	5+308	15°13'8.56"	37°49'23.93"	129	non attrezzato	30	0	0	0	0	0	0	0
S3	7+994	15°14'19.96"	37°50'28.22"	138	piezometro	50	5	3	1	0	5	5	0
S4	8+368	15°14'34.56"	37°50'33.97"	182	piezometro	120	5	5	0	0	3	3	0
S5	8+921	15°14'48.48"	37°50'47.16"	85	piezometro	50	0	6	0	0	3	3	0
S7	10+842	15°16'4.98"	37°50'49.51"	238	piezometro	170	0	2	6	0	5	4	0
S8	11+144	15°16'16.10"	37°50'56.91"	212	piezometro	100	0	1	7	0	4	3	0

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria Mandante  		LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)					
Progettazione:   		PROGETTO ESECUTIVO					
RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE		COMMESSA RS5M	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ	DOCUMENTO RG GE 00 02 001	REV. C	PAG. 15/115

Sigla	pk	Longitudine	Latitudine	Quota m s.l.m.	Strumentazione	Profondità m	Campioni			SPT	Permeabilità	Dilatometriche	Pressiometriche
							I	R	L				
S9	11+915	15°16'48.81"	37°50'55.65"	164	piezometro	170	0	0	4	0	3	2	0
S13	11+461	15°16'30.72"	37°50'52.73"	215	non attrezzato	30	0	6	0	0	0	0	0
S12	13+775	15°17'39.23"	37°51'41.63"	108	non attrezzato	30	0	2	1	0	0	0	0
S10	0+907	15°17'46.14"	37°52'7.57"	188	piezometro	100	1	3	4	0	4	4	0
Totale							15	36	23	0	32	29	0

Tabella 9 - Sintesi dei sondaggi geognostici realizzati nell'ambito della campagna indagini 2021 in corrispondenza delle tratte in sotterraneo, elencati in ordine di progressiva chilometrica (pk). Il sondaggio S10 è riferito alla progressiva chilometrica dell'interconnessione Letojanni.

Sigla	pk	Longitudine	Latitudine	Quota m s.l.m.	Strumentazione	Profondità m	Campioni			SPT	Permeabilità	Dilatometriche	Pressiometriche
							I	R	L				
BH62	1+446	15°12'0.21"	37°47'32.56"	77	sismica in foro	30	1	5	1	4	0	0	0
BH63	1+935	15°12'4.48"	37°47'48.18"	74	piezometro	20	1	5	4	2	0	0	0
BH64	2+139	15°12'9.31"	37°47'53.43"	72	non attrezzato	20	0	4	5	1	0	0	0
BH65	2+431	15°12'17.23"	37°48'0.62"	71	sismica in foro	30	0	5	5	3	0	0	0
BH51	2+964	15°12'30.87"	37°48'13.26"	65	non attrezzato	30	1	4	0	2	0	0	0
BH52	6+606	15°13'37.60"	37°49'57.97"	54	sismica in foro	35	3	5	2	3	0	0	0
BH55	6+923	15°13'46.86"	37°50'3.18"	48	non attrezzato	20	0	0	0	1	0	0	0
BH56	7+030	15°13'51.54"	7°50'6.85"	50	non attrezzato	20	2	8	0	2	0	0	0
BH57	7+092	15°13'52.28"	37°50'9.11"	51	sismica in foro	40	5	5	0	1	0	0	0
BH53	7+121	15°13'53.49"	37°50'9.15"	51	piezometro	35	0	5	0	2	0	0	0
BH58	7+221	15°13'56.52"	37°50'11.86"	56	non attrezzato	30	1	5	4	4	0	0	0
BH54	7+285	15°13'59.26"	37°50'11.53"	54	non attrezzato	25	0	5	0	3	0	0	0
BH59	7+350	15°14'0.19"	37°50'14.16"	57	non attrezzato	40	3	5	1	5	0	0	0
BH60	7+473	15°14'3.98"	37°50'16.96"	60	non attrezzato	40	2	10	0	10	0	0	0
BH61	7+657	15°14'10.23"	37°50'20.24"	62	piezometro	30	5	5	1	5	0	0	0

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria: Mandante  		LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)					
Progettazione:   		PROGETTO ESECUTIVO					
RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE		COMMESSA RS5M	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ	DOCUMENTO RG GE 00 02 001	REV. C	PAG. 16/115

Sigla	pk	Longitudine	Latitudine	Quota m s.l.m.	Strumentazione	Profondità m	Campioni			SPT	Permeabilità	Dilatometriche	Pressiometriche
							I	R	L				
BH66	1+283	15°17'57.01"	37°52'15.64"	12	non attrezzato	30	0	4	0	2	0	0	0
Totale							24	80	23	50	0	0	0

Tabella 10 - Sintesi dei sondaggi geognostici realizzati nell'ambito della campagna indagini di Progettazione Esecutiva in corrispondenza delle tratte all'aperto, elencati in ordine di progressiva chilometrica (pk).

Sigla	pk	Longitudine	Latitudine	Quota m s.l.m.	Strumentazione	Profondità m	Campioni			Permeabilità	Dilatometriche	Pressiometriche
							I	R	L			
S3V-DH	13+240	15°17'21.09"	37°51'29.50"	140	sismica in foro	101	0	0	0	0	0	0
S3V-PZ	13+230	15°17'21.09"	37°51'29.50"	140	piezometro	100	6	9	0	1	1	0
S3V-CH1a	13+220	15°17'20.73"	37°51'29.10"	141	sismica in foro	94	0	0	0	0	0	0
S3V-CH1b	13+215	15°17'20.83"	37°51'29.27"	140	sismica in foro	97	0	0	0	0	0	0
S3V-CH1c	13+210	15°17'20.89"	37°51'29.40"	140	sismica in foro	100	0	0	0	0	0	0
S4V-DH	13+235	15°17'28.84"	37°51'26.29"	130	sismica in foro	100	7	5	3	0	2	0
S4V-PZ	13+240	15°17'28.84"	37°51'26.29"	130	piezometro	100	0	0	0	0	0	0
S5V-DH	13+245	15°17'22.82"	37°51'29.48"	113	sismica in foro	120	10	5	0	1	0	0
S5V-PZ	13+255	15°17'22.82"	37°51'29.48"	113	piezometro	120	0	0	7	0	0	0
S5V-CH2a	13+250	15°17'22.59"	37°51'29.01"	113	sismica in foro	110	0	0	0	0	0	0
S5V-CH2b	13+245	15°17'22.66"	37°51'29.17"	113	sismica in foro	120	0	0	0	0	0	0
S5V-CH2c	13+240	15°17'22.72"	37°51'29.33"	113	sismica in foro	120	0	0	0	0	0	0
S11 (*)	13+380	15° 17.415'	37° 51.550'	122	-	110	0	0	0	0	0	0
S2D (**)	13+440	15° 17.479'	37° 51.564'	94	-	240	0	0	0	0	0	0
S6V-DH	13+450	15°17'28.76"	37°51'33.88"	91	sismica in foro	100	0	11	0	0	1	0
S6V-PZ	13+445	15°17'28.76"	37°51'33.88"	91	piezometro	102	0	0	0	0	0	0
S7V-DH	13+475	15°17'29.90"	37°51'34.61"	85	sismica in foro	100	0	0	0	0	0	0
S7V-PZ	13+480	15°17'29.90"	37°51'34.61"	85	piezometro	100	3	5	0	0	1	0
S7V-CH3a	13+470	15°17'29.87"	37°51'34.47"	85	sismica in foro	95	0	0	0	0	0	0
S7V-CH3b	13+470	15°17'29.90"	37°51'34.40"	85	sismica in foro	95	0	0	0	0	0	0

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria Mandante   Progettazione:   	LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e) PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAG.</td> </tr> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>17/115</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	17/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	17/115								

Sigla	pk	Longitudine	Latitudine	Quota m s.l.m.	Strumentazione	Profondità m	Campioni			Permeabilità	Dilatometriche	Pressiometriche
							I	R	L			
S7V-CH3c	13+470	15°17'29.82"	37°51'34.55"	85	sismica in foro	95	0	0	0	0	0	0
S8I	13+540	15°17'32.86"	37°51'36.22"	63	non attrezzato	10	0	2	10	6	1	0
Totale							26	37	20	8	6	0

Tabella 11 - Sintesi dei sondaggi geognostici realizzati nell'ambito della campagna indagini di Progettazione Esecutiva in corrispondenza della tratta compresa tra pk 13+100 e 13+400 nel settore della Stazione di Taormina (cfr. Criterio Tecnico 2.2.1). (*) Sondaggi inclinati: S1I = 50°, S8I= 45°; (**) sondaggio direzionato. Per i dettagli fare riferimento alla relazione presente nell'allegato 1, RS5M01EZZRHGE0005002.

3.2 PROSPEZIONI SISMICHE

Nelle tabelle seguenti è riportata una sintesi di tutte le indagini sismiche e geoelettriche eseguite nell'ambito di ogni singola fase progettuale, con indicazione dei principali dati tecnici relativi ad ogni singola indagine (pk del centroide, longitudine e latitudine di ogni singolo stendimento nel sistema di riferimento Gauss-Boaga fuso Est (Roma 40), tipologia di indagine e lunghezza).

3.2.1 Campagna indagini Progeo 2005

Di seguito vengono elencate tutte le indagini sismiche eseguite nell'ambito della prima fase progettuale tra la pk 6+661 e la pk 7+300.

Sigla	pk	Longitudine	Latitudine	Tipologia indagine	Lunghezza m
ta_L01	6+661	2540019	4187340	tomografia elettrica	405
ta_L02	7+300	2540512	4187746	tomografia elettrica	472

Tabella 12 - Sintesi delle indagini sismiche di superficie realizzate nell'ambito della campagna indagini Progeo 2005, elencati in ordine di progressiva chilometrica (pk).

3.2.2 Campagna indagini Progeo 2006

Di seguito vengono elencate tutte le indagini sismiche eseguite nell'ambito della prima fase progettuale tra la pk 1+241 e la pk 11+620.

Sigla	pk	Longitudine	Latitudine	Tipologia indagine	Lunghezza m
2	1+241	2537611	4182580	sismica a rifrazione	230
1	1+360	2537626	4182822	sismica a rifrazione	229
99	6+252	2539822	4187170	sismica a rifrazione	304
4	6+403	2539919	4187110	sismica a rifrazione	223
3	6+587	2540099	4187367	sismica a rifrazione	308

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria Mandante   Progettazione:   	LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e) PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>18/115</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	18/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	18/115								

6	7+673	2540911	4188052	sismica a rifrazione	261
5	7+744	2540937	4187936	sismica a rifrazione	224
7	7+868	2540968	4188027	sismica a rifrazione	226
9	8+122	2541328	4188201	sismica a rifrazione	219
10	8+164	2541305	4188339	sismica a rifrazione	227
8	8+212	2541336	4188190	sismica a rifrazione	218
13	8+866	2541933	4188591	sismica a rifrazione	261
12	8+979	2541910	4188434	sismica a rifrazione	309
11	9+016	2542104	4188574	sismica a rifrazione	360
14	11+577	2544353	4188860	sismica a rifrazione	229
15	11+589	2544399	4189019	sismica a rifrazione	157
16	11+620	2544386	4188833	sismica a rifrazione	214

Tabella 13 - Sintesi delle indagini sismiche di superficie realizzate nell'ambito della campagna indagini Progeo 2006, elencati in ordine di progressiva chilometrica (pk).

3.2.3 Campagna indagini S.G.G. 2013-2014

Di seguito vengono elencate tutte le indagini sismiche eseguite nell'ambito della prima fase progettuale tra la pk 0+774 e la pk 14+838.

Sigla	pk	Longitudine	Latitudine	Tipologia indagine	Lunghezza m
MASW1	0+774	2537488	4182138	MASW	57
MASW2	2+946	2538350	4184067	MASW	57
MASW3	14+838	2546387	4191616	MASW	57

Tabella 14 - Sintesi delle indagini sismiche di superficie realizzate nell'ambito della campagna indagini S.G.G. 2013-2014, elencati in ordine di progressiva chilometrica (pk).

3.2.4 Campagna indagini 2017-2018

Di seguito vengono elencate tutte le indagini sismiche eseguite nell'ambito della prima fase progettuale tra la pk 3+305 e la pk 1+258.

Sigla	pk	Longitudine	Latitudine	Tipologia indagine	Lunghezza m
L1e	3+305	2538547	4184372	Sismica a rifrazione	265
L2	3+406	2538619	4184452	Sismica a rifrazione	237
L1d	3+521	2538618	4184577	Sismica a rifrazione	178
L1c	3+671	2538681	4184713	Sismica a rifrazione	117
L1b	3+847	2538781	4184862	Sismica a rifrazione	238
L3	3+979	2538759	4185015	Sismica a rifrazione	118
L1a	4+105	2538894	4185094	Sismica a rifrazione	236
R4	6+790	2540140	4187396	MASW/Re.Mi.	-

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandatario   Progettazione:   	LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e) PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE	<table border="1"> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>19/115</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	19/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	19/115								

L4a	6+717	2540034	4187409	Sismica a rifrazione	237
L4b	6+768	2540089	4187423	Sismica a rifrazione	178
R5	6+746	2540056	4187427	MASW/Re.Mi.	-
M1	4+806	2539335	4185670	MASW	56
M2	5+483	2539377	4186386	MASW	56
M3	6+310	2539780	4187082	MASW	56
M4	7+784	2540908	4188031	MASW	56
M5	14+714	2546290	4191480	MASW	56
M6	11+560	2544284	4189068	MASW	56
M7	13+538	2545690	4190334	MASW	56
M8	13+195	2545424	4190089	MASW	56
M9	13+258	2545515	4190106	MASW	56

Tabella 15 - Sintesi delle indagini sismiche di superficie realizzate nell'ambito della campagna indagini 2017-2018, elencati in ordine di progressiva chilometrica (pk).

3.2.5 Campagna indagini 2021

Nell'ambito delle attività di indagine correlate alla fase progettuale esecutiva è stata prevista una nuova campagna di indagini geofisiche comprendente indagini sismiche a rifrazione, tomografie sismiche, prove Down-Hole, Cross-Hole, sismica VSP (*Vertical Seismic Profiling*). In Tabella 16 e in Tabella 17 è riportato il quadro di sintesi delle indagini geofisiche eseguite nella campagna 2021, rispettivamente su tutta la linea e nel settore della Stazione di Taormina tra la pk 13+100 e 13+400.

Sigla	pk	Tipologia indagine	Lunghezza m
Tomo 52	1+900	sismica a rifrazione	480
L1	4+700	sismica a rifrazione	360
L2	4+700	sismica a rifrazione	120
Tomo 51-L3	7+400	sismica a rifrazione	850
L4a	14+300	sismica a rifrazione	180
L6	14+420	sismica a rifrazione	250
L4b	14+600	sismica a rifrazione	210
L5	14+600	sismica a rifrazione	310
Tomo 53	1+300	sismica a rifrazione	120
BH52	6+606	Down-Hole	35
BH57	7+092	Down-Hole	35
BH62	1+446	Down-Hole	30
BH65	2+431	Down-Hole	30
BH67		Down-Hole	30

<p>Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandatario</p> <p>webuild Italia</p> <p>Progettazione:</p> <p>ROKSOIL S.p.A. PROGER PINI ITALIA</p>	<p>LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA</p> <p>RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</p> <p>Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAG.</td> </tr> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>20/115</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	20/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	20/115								

Tabella 16 - Sintesi delle indagini sismiche di superficie realizzate nell'ambito della campagna indagini 2021, elencati in ordine di progressiva chilometrica (pk).

Sigla	pk	Tipologia indagine	Lunghezza m
LS-VSP1	13+100	Walk-away VSP	320
LS-VSP2	13+175	Walk-away VSP	242
LS-VSP3	13+255	Walk-away VSP	220
LS-VSP4	13+415	Walk-away VSP	400
LS-VSP5	13+500	Walk-away VSP	220
S3V-DH	13+240	Down-Hole e BHTV	96
S4V-DH	13+235	Down-Hole	100
S5V-DH	13+245	Down-Hole e BHTV	100
S6V-DH	13+450	Down-Hole	100
S7V-DH	13+475	Down-Hole BHTV	100
S3V-CH1a,b,c	13+215	Cross-hole	-
S5V-CH2a,b,c	13+245	Cross-hole	-
S7V-CH3a,b,c	13+470	Cross-hole	-
S8i	13+540	BHTV	-

Tabella 17 - Sintesi delle indagini sismiche per la tratta compresa tra 13+100 e 13+400 nel settore della Stazione di Taormina (cfr. Criterio Tecnico 2.2.1).

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria   Progettazione:   	LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e) PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAG.</td> </tr> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>21/115</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	21/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	21/115								

4 MONITORAGGIO PIEZOMETRICO

4.1 MONITORAGGIO PIEZOMETRICO DEL PROGETTO DEFINITIVO

Nell'ambito delle campagne di indagine eseguite nelle precedenti fasi progettuali condotte da Italferr tra il 2003 e nel 2019, erano stati effettuati monitoraggi, i cui risultati sono riportati nelle tabelle allegate nel seguito.

4.1.1 Campagna indagine Geomerid 2003

Di seguito viene riassunto il monitoraggio piezometrico nei fori di sondaggio della campagna indagine Geomerid 2003, eseguito da giugno 2003 a luglio 2004. In particolare, si riportano i principali dati disponibili (Sigla, Piezometro, Data, Quota e Note).

Sigla	Piezometro	Data	Livello piezometrico		Note
			<i>m da p.c.</i>	<i>m s.l.m.</i>	
T2	Tubo aperto <i>cieco: 0.00 - 10.00</i> <i>finestrato: 10.00 - 100.00</i>	06/2003	13.10	106.90	
		07/2003	13.50	106.50	
		10/2003	12.90	107.10	
		11/2003	13.37	106.63	
		12/2003	13.29	106.71	
		01/2004	13.51	106.49	
		02/2004	13.51	106.49	
		03/2004	13.38	106.62	
		04/2004	13.39	106.61	
		05/2004	13.42	106.58	
		06/2004	13.48	106.52	
		07/2004	14.11	105.89	
T3	1 cella Casagrande <i>cella 1: 33.00</i>	06/2003	5.10	59.20	
		07/2003	5.15	59.15	
		10/2003	4.70	59.60	
		11/2003	7.60	56.70	
		12/2003	7.23	57.07	
		01/2004	7.46	56.84	
		02/2004	7.46	56.84	
		03/2004	7.40	56.90	
		04/2004	7.66	56.64	
		05/2004	7.70	56.60	

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria   Progettazione:   	LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e) PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAG.</td> </tr> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>22/115</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	22/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	22/115								

Sigla	Piezometro	Data	Livello piezometrico		Note
			<i>m da p.c.</i>	<i>m s.l.m.</i>	
		06/2004	7.77	56.53	
		07/2004	8.21	56.09	
T4	Tubo aperto <i>cieco: 0.00 - 3.00</i> <i>finestrato: 3.00 - 90.00</i>	06/2003	33.10	72.80	
		07/2003	33.35	72.55	
		10/2003	33.00	72.90	
		11/2003	30.80	75.10	
		12/2003 ÷ 07/2004	ND	ND	non accessibile

Tabella 18 - Dati di monitoraggio piezometrico condotto sulle strumentazioni installate nei fori di sondaggio della campagna indagine Geomerid 2003, utilizzati nello studio di ricostruzione della falda; in rosso è evidenziata la misura massima rilevata, mentre in blu la minima.

4.1.2 Campagna indagine Geomerid 2005

Di seguito viene riassunto il monitoraggio piezometrico nei fori di sondaggio della campagna indagine Geomerid 2005, eseguito a luglio 2006; a novembre 2006; da febbraio 2007 a novembre 2007; da dicembre 2013 a maggio 2014; da dicembre 2016 a novembre 2017; da novembre 2018 a marzo 2019. In particolare, si riportano i principali dati disponibili (Sigla, Piezometro, Data, Quota e Note).

Sigla	Piezometro	Data	Livello piezometrico		Note
			<i>m da p.c.</i>	<i>m s.l.m.</i>	
S1g	Tubo aperto <i>cieco: 0.00 - 20.00</i> <i>finestrato: 20.00 - 70.00</i>	11/2006	45.66	31.34	
		02/2007	43.96	33.04	
		03/2007	42.58	34.42	
		04/2007	42.43	34.57	
		05/2007	42.67	34.33	
		06/2007	43.00	34.00	
		07/2007	43.28	33.72	
		08/2007	43.62	33.38	
		09/2007	43.74	33.26	
		10/2007	42.91	34.09	
		11/2007	42.05	34.95	
		11/2007	42.00	35.00	
	12/2013	ND	ND	asfaltato	
S2g	Tubo aperto <i>cieco: 0.00 - 20.00</i>	11/2006	46.32	31.58	
		02/2007	44.43	33.47	

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria Mandante   Progettazione:   	LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e) PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAG.</td> </tr> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>23/115</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	23/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	23/115								

Sigla	Piezometro	Data	Livello piezometrico		Note
			<i>m da p.c.</i>	<i>m s.l.m.</i>	
	<i>finestrato: 20.00 - 70.00</i>	03/2007	44.13	33.77	
		04/2007	43.45	34.45	
		05/2007	43.93	33.97	
		06/2007	44.30	33.60	
		07/2007	44.57	33.33	
		08/2007	44.90	33.00	
		09/2007	44.87	33.03	
		10/2007	43.93	33.97	
		11/2007	42.70	35.20	
		11/2007	42.40	35.50	
S2sg	Tubo aperto <i>cieco: 0.00 - 15.00</i> <i>finestrato: 15.00 - 60.00</i>	11/2006	53.74	37.66	
		02/2007	50.74	40.66	
		03/2007	50.07	41.33	
		04/2007	49.73	41.67	
		05/2007	49.80	41.60	
		06/2007	50.15	41.25	
		07/2007	50.50	40.90	
		08/2007	50.78	40.62	
		09/2007	50.86	40.54	
		10/2007	49.90	41.50	
		11/2007	48.70	42.70	
		11/2007	48.85	42.55	
		12/2013	ND	ND	non accessibile: roveto
S2dg	Tubo aperto <i>cieco: 0.00 - 20.00</i> <i>finestrato: 20.00 - 60.00</i>	11/2006	40.10	29.90	
		02/2007	38.02	31.98	
		03/2007	38.05	31.95	
		04/2007	37.24	32.76	
		05/2007	37.70	32.30	
		06/2007	38.15	31.85	
		07/2007	38.37	31.63	
		08/2007	38.63	31.37	
		09/2007	38.64	31.36	
		10/2007	37.70	32.30	

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria  Progettazione:   	Mandante: 	LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e) PROGETTO ESECUTIVO				
RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE	COMMESSA RS5M	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ	DOCUMENTO RG GE 00 02 001	REV. C	PAG. 24/115

Sigla	Piezometro	Data	Livello piezometrico		Note
			m da p.c.	m s.l.m.	
		11/2007	36.50	33.50	
		11/2007	36.50	33.50	
Pzxx	Tubo aperto cieco: 0.00 - 30.00 finestrato: 30.00 - 70.00	11/2006	49.02	75.98	
		02/2007	48.76	76.24	
		03/2007	48.72	76.28	
		04/2007	48.64	76.36	
		05/2007	48.56	76.44	
		06/2007	48.50	76.50	
		07/2007	48.47	76.53	
		08/2007	48.53	76.47	
		09/2007	48.48	76.52	
		10/2007	47.68	77.32	
		11/2007	47.67	77.33	
		11/2007	47.67	77.33	
		12/2013	53.21	71.79	
		12/2013	53.25	71.75	
		01/2014	49.70	75.30	
		02/2014	49.77	75.23	
		03/2014	49.78	75.22	
		04/2014	49.71	75.29	
		05/2014	50.05	74.95	
		12/2016	49.16	75.84	
		01/2017	44.00	81.00	
		02/2017	43.84	81.16	
		03/2017	42.52	82.48	
04/2017	42.65	82.35			
05/2017	43.70	81.30			
06/2017	44.35	80.65			
07/2017	46.20	78.80	fango a 45 m circa		
08/2017	47.25	77.75	fango a 45 m circa		
09/2017	46.75	78.25			
10/2017	46.45	78.55			
11/2017	46.40	78.60	fango a 45 m circa		

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria  	LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)												
Progettazione:   	PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAG.</td> </tr> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>25/115</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	25/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	25/115								

Sigla	Piezometro	Data	Livello piezometrico		Note
			<i>m da p.c.</i>	<i>m s.l.m.</i>	
		11/2018	49.90	75.10	
		12/2018	49.80	75.20	
		01/2019	49.79	75.21	
		02/2019	50.10	74.90	
		03/2019	49.80	75.20	
S3g	Tubo aperto <i>cieco: 0.00 - 20.00</i> <i>finestrato: 20.00 - 60.00</i>	11/2006	52.25	41.45	
		02/2007	52.65	41.05	
		03/2007	52.17	41.53	
		04/2007	51.76	41.94	
		05/2007	51.88	41.82	
		06/2007	52.18	41.52	
		07/2007	52.39	41.31	
		08/2007	52.65	41.05	
		09/2007	52.76	40.94	
		10/2007	51.85	41.85	
		11/2007	50.89	42.81	
		11/2007	50.85	42.85	
		12/2013	55.20	38.50	
		12/2013	55.24	38.46	
		01/2014	55.52	38.18	
		02/2014	55.50	38.20	
		03/2014	55.80	37.90	
		04/2014	55.43	38.27	
		05/2014	57.28	36.42	
		12/2016	53.40	40.30	
		01/2017	51.55	42.15	
		02/2017	50.34	43.36	
		03/2017	49.30	44.40	
04/2017	49.15	44.55			
05/2017	50.14	43.56	fondo foro 42.50		
06/2017	50.85	42.85	fondo foro 59.40		
07/2017	51.70	42.00			
08/2017	52.25	41.45			

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria   Progettazione:   	LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e) PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAG.</td> </tr> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>26/115</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	26/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	26/115								

Sigla	Piezometro	Data	Livello piezometrico		Note
			<i>m da p.c.</i>	<i>m s.l.m.</i>	
		09/2017	53.95	39.75	
		10/2017	53.40	40.30	
		11/2017	52.35	41.35	
		11/2018 ÷ 03/2019	ND	ND	perso
S3dg	Tubo aperto <i>cieco: 0.00 - 9.00</i> <i>finestrato: 9.00 - 50.00</i>	02/2007	45.42	38.58	
		03/2007	44.92	39.08	
		04/2007	44.34	39.66	
		05/2007	44.54	39.46	
		06/2007	44.60	39.40	
		07/2007	44.96	39.04	
		08/2007	45.00	39.00	
		09/2007	45.14	38.86	
		10/2007	44.57	39.43	
		11/2007	43.43	40.57	
		11/2007	43.45	40.55	
S3sg	Tubo aperto <i>cieco: 0.00 - 9.00</i> <i>finestrato: 9.00 - 50.00</i>	11/2006	49.85	53.65	
		02/2007	49.42	54.08	
		03/2007	49.92	53.58	
		04/2007	49.95	53.55	
		05/2007	49.98	53.52	
		06/2007	50.05	53.45	
		07/2007	50.06	53.44	
		08/2007	50.13	53.37	
		09/2007	49.95	53.55	
		10/2007	49.82	53.68	
		11/2007	49.90	53.60	
		11/2007	49.90	53.60	
S4sg	Tubo aperto <i>cieco: 0.00 - 20.00</i> <i>finestrato: 20.00 - 50.00</i>	11/2006	39.23	117.47	
		02/2007	39.20	117.50	
		03/2007	39.28	117.42	
		04/2007	39.30	117.40	
		05/2007	39.25	117.45	

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria   Progettazione:   	LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e) PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAG.</td> </tr> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>27/115</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	27/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	27/115								

Sigla	Piezometro	Data	Livello piezometrico		Note
			<i>m da p.c.</i>	<i>m s.l.m.</i>	
		06/2007	39.30	117.40	
		07/2007	39.28	117.42	
		08/2007	39.45	117.25	
		09/2007	39.35	117.35	
		10/2007	39.30	117.40	
		11/2007	39.35	117.35	
		11/2007	39.45	117.25	
		12/2013	ND	ND	tubo ostruito
S4g	Tubo aperto <i>cieco: 0.00 - 30.00</i> <i>finestrato: 30.00 - 60.00</i>	07/2006	45.20	53.80	
		11/2006	44.78	54.22	
		02/2007	44.25	54.75	
		03/2007	44.09	54.91	
		04/2007	44.10	54.90	
		05/2007	43.85	55.15	
		06/2007	44.20	54.80	
		07/2007	44.06	54.94	
		08/2007	44.14	54.86	
		09/2007	44.18	54.82	
		10/2007	43.83	55.17	
		11/2007	42.71	56.29	
		11/2007	43.50	55.50	
		12/2013	44.65	54.35	
		12/2013	44.73	54.27	
		01/2014	assente	assente	fondo foro 45.50 m - condensa a 43.8
		01/2014	assente	assente	freatimetro suona a 43.80 m, probabile condensa
		02/2014	44.02	54.98	prob. condensa fondo foro, freatimetro molto sporco
		03/2014	44.20	54.80	prob. condensa fondo foro, freatimetro molto sporco
		04/2014	43.97	55.03	condensa
		05/2014	44.28	54.72	condensa
		12/2016	assente	assente	
		01/2017	assente	assente	

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria  Progettazione:   	LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e) PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAG. RS5M 01 E ZZ RG GE 00 02 001 C 28/115

Sigla	Piezometro	Data	Livello piezometrico		Note
			<i>m da p.c.</i>	<i>m s.l.m.</i>	
		02/2017	assente	assente	
		03/2017	assente	assente	
		04/2017	assente	assente	
		05/2017	assente	assente	
		06/2017	assente	assente	fondo foro 42.50
		07/2017	assente	assente	
		08/2017	assente	assente	asciutto, f.f. 42.8
		09/2017	assente	assente	asciutto
		10/2017	assente	assente	
		11/2017	assente	assente	f.f 42.50
		11/2018	41.90	57.10	
		12/2018	43.20	55.80	
		01/2018	43.70	55.30	
		02/2019	nd	nd	inaccessibile; strada chiusa per lavori in corso
		03/2019	43.98	55.02	
S5g	Tubo aperto <i>cieco: 0.00 - 9.00</i> <i>finestrato: 9.00 - 50.00</i> <i>cieco: 50.00 - 65.00</i>	07/2006	26.18	94.42	
		11/2006	25.13	95.47	
		02/2007	25.94	94.66	
		03/2007	25.70	94.90	
		04/2007	26.15	94.45	
		05/2007	26.05	94.55	
		06/2007	26.25	94.35	
		07/2007	26.27	94.33	
		08/2007	26.80	93.80	
		09/2007	26.64	93.96	
		10/2007	26.58	94.02	
		11/2007	26.51	94.09	
		11/2007	ND	ND	asfaltato
		12/2013	ND	ND	pozzetto e tubo distrutti
S4dg	Tubo aperto <i>cieco: 0.00 - 15.00</i> <i>finestrato: 15.00 - 40.00</i>	07/2006	34.97	56.43	23/03/06 fine perforazione
		11/2006	34.78	56.62	
		02/2007	34.85	56.55	

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria   Progettazione:   	LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e) PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAG.</td> </tr> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>29/115</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	29/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	29/115								

Sigla	Piezometro	Data	Livello piezometrico		Note
			<i>m da p.c.</i>	<i>m s.l.m.</i>	
		03/2007	34.87	56.53	
		04/2007	34.93	56.47	
		05/2007	34.80	56.60	
		06/2007	34.74	56.66	
		07/2007	34.59	56.81	
		08/2007	34.80	56.60	
		09/2007	34.87	56.53	
		10/2007	34.91	56.49	
		11/2007	34.71	56.69	
		11/2007	34.90	56.50	
S6g	Tubo aperto <i>cieco: 0.00 - 9.00</i> <i>finestrato: 9.00 - 40.00</i>	07/2006	12.75	81.25	
		11/2006	13.10	80.90	
		02/2007	11.86	82.14	
		03/2007	10.72	83.28	
		04/2007	12.33	81.67	
		05/2007	12.38	81.62	
		06/2007	12.80	81.20	
		07/2007	12.99	81.01	
		08/2007	13.10	80.90	
		09/2007	13.25	80.75	
		10/2007	12.39	81.61	
		11/2007	10.57	83.43	
		11/2007	10.90	83.10	
		12/2013	ND	ND	pozzetto e tubo distrutti
S7g	Tubo aperto <i>cieco: 0.00 - 1.00</i> <i>finestrato: 1.00 - 80.00</i>	02/2007	0.00	133.40	
		03/2007	5.20	128.20	
		04/2007	8.52	124.88	
		05/2007	9.30	124.10	
		06/2007	9.95	123.45	
		07/2007	10.70	122.70	
		08/2007	11.15	122.25	
		09/2007	11.17	122.23	
		10/2007	10.10	123.30	

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria  Progettazione:   	LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e) PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAG.</td> </tr> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>30/115</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	30/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	30/115								

Sigla	Piezometro	Data	Livello piezometrico		Note
			<i>m da p.c.</i>	<i>m s.l.m.</i>	
		11/2007	5.18	128.22	
		11/2007	6.57	126.83	
S9g	Tubo aperto <i>cieco: 0.00 - 3.00</i> <i>finestrato: 3.00 - 100.00</i>	11/2006	2.55	152.45	
		02/2007	2.18	152.82	
		03/2007	2.22	152.78	
		04/2007	2.32	152.68	
		05/2007	2.35	152.65	
		06/2007	2.50	152.50	
		07/2007	2.63	152.37	
		08/2007	2.75	152.25	
		09/2007	2.80	152.20	
		10/2007	2.70	152.30	
		11/2007	2.45	152.55	
		11/2007	2.50	152.50	
S10g	Tubo aperto <i>cieco: 0.00 - 15.00</i> <i>finestrato: 15.00 - 50.00</i>	11/2006	0.20	99.80	
		02/2007	0.00	100.00	
		03/2007	0.00	100.00	
		04/2007	0.17	99.83	
		05/2007	0.50	99.50	
		06/2007	0.62	99.38	
		07/2007	0.77	99.23	
		08/2007	1.00	99.00	
		09/2007	1.12	98.88	
		10/2007	0.75	99.25	
		11/2007	0.00	100.00	
		11/2007	0.35	99.65	
S11g	Tubo aperto <i>cieco: 0.00 - 3.00</i> <i>finestrato: 3.00 - 40.00</i>	11/2006	20.26	60.74	
		02/2007	17.45	63.55	
		03/2007	16.90	64.10	
		04/2007	18.10	62.90	
		05/2007	19.00	62.00	
		06/2007	19.30	61.70	
		07/2007	17.20	63.80	

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria  	LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)					
Progettazione:   	PROGETTO ESECUTIVO					
RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE	COMMESSA RS5M	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ	DOCUMENTO RG GE 00 02 001	REV. C	PAG. 31/115

Sigla	Piezometro	Data	Livello piezometrico		Note
			<i>m da p.c.</i>	<i>m s.l.m.</i>	
		08/2007	17.60	63.40	
		09/2007	16.32	64.68	
		10/2007	19.66	61.34	
		11/2007	19.11	61.89	
		11/2007	19.72	61.28	
S12g	Tubo aperto <i>cieco: 0.00 - 3.00</i> <i>finestrato: 3.00 - 40.00</i>	11/2006	29.94	70.06	
		02/2007	29.78	70.22	
		03/2007	29.90	70.10	
		04/2007	29.97	70.03	
		05/2007	29.83	70.17	
		06/2007	29.35	70.65	
		07/2007	29.61	70.39	
		08/2007	29.30	70.70	
		09/2007	29.49	70.51	
		10/2007	29.97	70.03	
		11/2007	29.10	70.90	
		11/2007	29.50	70.50	
S13g	Tubo aperto <i>cieco: 0.00 - 9.00</i> <i>finestrato: 9.00 - 40.00</i>	11/2006	38.54	37.46	
		02/2007	35.71	40.29	
		03/2007	35.95	40.05	
		04/2007	30.84	45.16	
		05/2007	35.25	40.75	
		06/2007	36.83	39.17	
		07/2007	38.28	37.72	
		08/2007	39.20	36.80	
		09/2007	39.31	36.69	
		10/2007	38.23	37.77	
		11/2007	32.67	43.33	
		11/2007	33.00	43.00	
S15g	Tubo aperto <i>cieco: 0.00 - 2.00</i> <i>finestrato: 2.00 - 35.00</i> <i>cieco: 35.00 - 65.00</i>	11/2006	9.93	85.07	
		02/2007	7.83	87.17	
		03/2007	7.44	87.56	
		04/2007	7.15	87.85	

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria   Progettazione:   	LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e) PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAG.</td> </tr> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>32/115</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	32/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	32/115								

Sigla	Piezometro	Data	Livello piezometrico		Note
			<i>m da p.c.</i>	<i>m s.l.m.</i>	
		05/2007	9.53	85.47	
		06/2007	8.10	86.90	
		07/2007	9.03	85.97	
		08/2007	10.17	84.83	
		09/2007	9.67	85.33	
		10/2007	7.85	87.15	
		11/2007	5.15	89.85	
		11/2007	5.75	89.25	
S15bisG	Tubo aperto <i>cieco: 0.00 - 3.00</i> <i>finestrato: 3.00 - 25.00</i>	11/2006	1.55	33.45	
		02/2007	1.42	33.58	
		03/2007	1.43	33.57	
		04/2007	1.45	33.55	
		05/2007	1.50	33.50	
		06/2007	1.60	33.40	
		07/2007	1.57	33.43	
		08/2007	1.60	33.40	
		09/2007	1.63	33.37	
		10/2007	1.60	33.40	
		11/2007	1.05	33.95	
		11/2007	1.16	33.84	
S18G	Tubo aperto <i>cieco: 0.00 - 3.00</i> <i>finestrato: 3.00 - 35.00</i>	11/2006	3.30	33.50	
		02/2007	3.54	33.26	
		03/2007	3.55	33.25	
		04/2007	3.62	33.18	
		05/2007	3.60	33.20	
		06/2007	3.70	33.10	
		07/2007	3.62	33.18	
		08/2007	3.76	33.04	
		09/2007	3.66	33.14	
		10/2007	3.55	33.25	
		11/2007	3.42	33.38	
		11/2007	3.54	33.26	
S19G	Tubo aperto	11/2006	9.73	52.27	

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria   Progettazione:   	LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e) PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAG.</td> </tr> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>33/115</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	33/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	33/115								

Sigla	Piezometro	Data	Livello piezometrico		Note
			<i>m da p.c.</i>	<i>m s.l.m.</i>	
	<i>cieco: 0.00 - 6.00</i> <i>finestrato: 6.00 - 50.00</i>	02/2007	7.76	54.24	
		03/2007	7.50	54.50	
		04/2007	6.29	55.71	
		05/2007	7.25	54.75	
		06/2007	8.50	53.50	
		07/2007	8.92	53.08	
		08/2007	9.50	52.50	
		09/2007	9.56	52.44	
		10/2007	9.68	52.32	
		11/2007	9.40	52.60	
		11/2007	8.60	53.40	
S21G	Tubo aperto <i>cieco: 0.00 - 3.00</i> <i>finestrato: 3.00 - 60.00</i>	11/2006	9.77	30.23	
		02/2007	8.64	31.36	
		03/2007	8.95	31.05	
		04/2007	8.80	31.20	
		05/2007	8.93	31.07	
		06/2007	9.10	30.90	
		07/2007	9.21	30.79	
		08/2007	9.48	30.52	
		09/2007	9.59	30.41	
		10/2007	9.68	30.32	
		11/2007	7.50	32.50	
11/2007	7.23	32.77			

Tabella 19 - - Dati di monitoraggio piezometrico condotto sulle strumentazioni installate nei fori di sondaggio della campagna indagine Geomerid 2005, utilizzati nello studio di ricostruzione della falda; in rosso è evidenziata la misura massima rilevata, mentre in blu la minima.

4.1.3 Campagna indagine Sidercem 2005

Di seguito viene riassunto il monitoraggio piezometrico nei fori di sondaggio della campagna indagine Sidercem 2005, eseguito da aprile 2006 ad aprile 2007. In particolare, si riportano i principali dati disponibili (Sigla, Piezometro, Data, Quota e Note).

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria   Progettazione:   	LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e) PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAG.</td> </tr> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>34/115</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	34/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	34/115								

Sigla	Piezometro	Data	Livello piezometrico		Note
			<i>m da p.c.</i>	<i>m s.l.m.</i>	
AL02	Tubo aperto <i>cieco: 0.00 - 1.00</i> <i>finestrato: 1.00 - 40.00</i>	04/2006	7.40	39.85	
		06/2006	7.55	39.70	
		06/2006	7.72	39.53	
		07/2006	7.72	39.53	
		08/2006	7.77	39.48	
		09/2006	8.04	39.21	
		11/2006	8.47	38.78	
		12/2006	8.90	38.35	
		01/2007	7.12	40.13	
		02/2007	7.44	39.81	
		03/2007	7.52	39.73	
		04/2007	7.53	39.72	
		04/2007	7.43	39.82	
		04/2007	7.69	39.56	
AL03	Tubo aperto <i>cieco: 0.00 - 1.00</i> <i>finestrato: 1.00 - 40.00</i>	04/2006	ND	ND	distrutto
AL06	Tubo aperto <i>cieco: 0.00 - 1.00</i> <i>finestrato: 1.00 - 39.00</i>	04/2006	10.67	42.46	
		06/2006	10.61	42.52	
		08/2006	10.50	42.63	
		09/2006	10.98	42.15	
		11/2006	11.30	41.83	
		12/2006	10.57	42.56	
		01/2007	11.50	41.63	
		02/2007	10.64	42.49	
		03/2007	10.68	42.45	
		04/2007	10.70	42.43	
		04/2007	10.54	42.59	
AL08	Tubo aperto <i>cieco: 0.00 - 1.00</i> <i>finestrato: 1.00 - 40.00</i>	04/2006	9.45	46.70	
		06/2006	9.22	46.93	
		06/2006	8.92	47.23	
		08/2006	8.80	47.35	

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria   Progettazione:   	LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e) PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAG.</td> </tr> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>35/115</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	35/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	35/115								

Sigla	Piezometro	Data	Livello piezometrico		Note
			<i>m da p.c.</i>	<i>m s.l.m.</i>	
		09/2006	8.81	47.34	
		11/2006	8.85	47.30	
		12/2006	9.82	46.33	
		01/2007	8.50	47.65	
		02/2007	9.35	46.80	
		03/2007	9.48	46.67	
		04/2007	9.51	46.64	
		04/2007	9.42	46.73	
		04/2007	9.74	46.41	

Tabella 20 - Dati di monitoraggio piezometrico condotto sulle strumentazioni installate nei fori di sondaggio della campagna indagine Sidercem 2005, utilizzati nello studio di ricostruzione della falda; in rosso è evidenziata la misura massima rilevata, mentre in blu la minima

4.1.4 Campagna indagine Imprefond 2006

Di seguito viene riassunto il monitoraggio piezometrico nei fori di sondaggio della campagna indagini Imprefond 2006, eseguito a novembre 2006; da gennaio 2007 a novembre 2007; da dicembre 2013 a maggio 2014; da dicembre 2016 a novembre 2017; da novembre 2018 a marzo 2019. In particolare, si riportano i principali dati disponibili (Sigla, Piezometro, Data, Quota e Note).

Sigla	Piezometro	Data	Livello piezometrico		Note
			<i>m da p.c.</i>	<i>m s.l.m.</i>	
S1i(NG1)	Tubo aperto <i>cieco: 0.00 - 10.00</i> <i>finestrato: 10.00 - 60.00</i>	11/2006	35.60	18.80	19/10/2006 fine perforazione
		01/2007	28.76	25.64	
		02/2007	38.80	15.60	
		03/2007	27.90	26.50	
		04/2007	27.43	26.97	
		05/2007	27.50	26.90	
		06/2007	27.84	26.56	
		07/2007	28.10	26.30	
		08/2007	28.40	26.00	
		09/2007	28.44	25.96	
		10/2007	27.83	26.57	
		11/2007	26.57	27.83	
		11/2007	26.60	27.80	
		12/2013	29.88	24.52	
12/2013	29.86	24.54			

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria   Progettazione:   	LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e) PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAG.</td> </tr> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>36/115</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	36/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	36/115								

Sigla	Piezometro	Data	Livello piezometrico		Note
			<i>m da p.c.</i>	<i>m s.l.m.</i>	
		01/2014	29.80	24.60	fondo foro 50 m
		02/2014	29.62	24.78	
		03/2014	29.82	24.58	
		04/2014	29.60	24.80	
		05/2014	33.04	21.36	
		12/2016	29.90	24.50	
		01/2017	27.14	27.26	
		02/2017	26.60	27.80	
		03/2017	26.13	28.27	
		04/2017	26.00	28.40	
		05/2017	26.52	27.88	
		06/2017	26.87	27.53	
		07/2017	27.40	27.00	
		08/2017	27.77	26.63	
		09/2017	28.30	26.10	
		10/2017	28.62	25.78	
		11/2017	27.32	27.08	
		11/2018	28.85	25.55	
		12/2018	29.10	25.30	
		01/2019	29.33	25.07	
		02/2019	29.49	24.91	
		03/2019	29.70	24.70	
S2i(NG4)	Tubo aperto <i>cieco: 0.00 - 5.00</i> <i>finestrato: 5.00 – 31.00</i> 2 celle Casagrande <i>1a cella: 46.74</i> <i>2a cella: 46.90</i>	11/2006	c1: 35.60	c1: 84.40	
		01/2007	c1: 33.43	c1: 86.57	
		02/2007	c1: 33.97	c1: 86.03	
		03/2007	c1: 34.33	c1: 85.67	
		04/2007	c1: 34.30	c1: 85.70	
		05/2007	c1: 34.2	c1: 85.80	
		06/2007	c1: 34.13	c1: 85.87	
		07/2007	c1: 34.10	c1: 85.90	
		08/2007	c1: 34.00	c1: 86.00	
		09/2007	c1: 34.23	c1: 85.77	
		10/2007	c1: 34.13	c1: 85.87	
		11/2007	c1: 33.70	c1: 86.30	
		11/2007	c1: 33.95	c1: 86.05	
		12/2013	c1: 35.52	c1: 84.48	
		01/2014	c1: 35.36	c1: 84.64	
		02/2014	c1: 35.21	c1: 84.79	

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria Mandante   Progettazione:   	LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e) PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAG.</td> </tr> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>37/115</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	37/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	37/115								

Sigla	Piezometro	Data	Livello piezometrico		Note
			<i>m da p.c.</i>	<i>m s.l.m.</i>	
		04/2014	c1: 35.17	c1: 84.83	
		05/2014	c1: 35.49	c1: 84.51	
		01/2017	c1: 33.8	c1: 86.20	
		03/2017	c1: 33.75	c1: 86.25	
		07/2017	c1: assente	c1: assente	Casagrande 1° tubo = 34,40 2° tubo = 33,70
		08/2017	c1: assente	c1: assente	Casagrande 1° tubo = 34,40
		12/2018	c1: assente	c1: assente	
		01/2014	c2: 35.37	c2: 84.63	
		07/2017	c2: assente	c2: assente	Casagrande 1° tubo = 34,40 2° tubo = 33,70
		08/2017	c2: assente	c2: assente	Casagrande 2° tubo = 33,70
		12/2018	c2: assente	c2: assente	
		11/2006	TA: assente	TA: assente	
		01/2007	TA: 30.72	TA: 89.28	
		02/2007	TA: assente	TA: assente	
		03/2007	TA: assente	TA: assente	
		04/2007	TA: assente	TA: assente	
		05/2007	TA: assente	TA: assente	
		06/2007	TA: assente	TA: assente	
		07/2007	TA: assente	TA: assente	
		08/2007	TA: 31.76	TA: 88.24	
		09/2007	TA: assente	TA: assente	
		10/2007	TA: assente	TA: assente	
		11/2007	TA: 31.20	TA: 88.80	
		11/2007	TA: 31.75	TA: 88.25	
		12/2013	TA: assente	TA: assente	
		01/2014	TA: assente	TA: assente	32.50 m Norton
		02/2014	TA: assente	TA: assente	
		04/2014	TA: assente	TA: assente	
		05/2014	TA: assente	TA: assente	
		01/2017	TA: 31.50	TA: 88.50	
		03/2017	TA: assente	TA: assente	
		07/2017	TA: assente	TA: assente	Norton F.F. 32,50
		08/2017	TA: assente	TA: assente	Norton F.F. 32,50
		12/2018	TA: assente	TA: Assente	
		12/2013	ND	ND	
		03/2014	ND	ND	cancello chiuso
		12/2016	ND	ND	cancello chiuso proprietario

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria   Progettazione:   	LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e) PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAG.</td> </tr> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>38/115</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	38/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	38/115								

Sigla	Piezometro	Data	Livello piezometrico		Note
			<i>m da p.c.</i>	<i>m s.l.m.</i>	
					irreperibile
		02/2017	ND	ND	cancello chiuso proprietario irreperibile
		04/2017	ND	ND	cancello chiuso
		05/2017	ND	ND	cancello chiuso
		06/2017	ND	ND	cancello chiuso
		09/2017	ND	ND	proprietario non disponibile
		10/2017	ND	ND	proprietario non disponibile
		11/2017	ND	ND	proprietario non disponibile
		11/2018	ND	ND	Proprietario irreperibile
		01/2019	ND	ND	Cancello chiuso - Proprietario non disponibile
		02/2019	ND	ND	Inaccessibile; strada chiusa per lavori in corso
S3i(NG5)	Tubo aperto <i>cieco: 0.00 - 5.00</i> <i>finestrato: 5.00 - 50.00</i>	11/2006	30.85	89.98	5/10/2006 fine perforazione
		01/2007	30.83	90.00	
		02/2007	31.05	89.78	
		03/2007	30.96	89.87	
		04/2007	30.05	90.78	
		05/2007	31.10	89.73	
		06/2007	31.10	89.73	
		07/2007	31.09	89.74	
		08/2007	31.20	89.63	
		09/2007	31.32	89.51	
		10/2007	31.10	89.73	
		11/2007	30.90	89.93	
		11/2007	31.20	89.63	
		12/2013	ND	ND	Non accessibile: area privata

Tabella 21 - Dati di monitoraggio piezometrico condotto sulle strumentazioni installate nei fori di sondaggio della campagna indagine Imprefond 2006, utilizzati nello studio di ricostruzione della falda; in rosso è evidenziata la misura massima rilevata, mentre in blu la minima.

4.1.5 Campagna indagine Geomerid 2013-2014

Di seguito viene riassunto il monitoraggio piezometrico nei fori di sondaggio della campagna indagine Geomerid 2013-2014, eseguito da gennaio 2014 a maggio 2014; da dicembre 2016 a novembre 2017; da novembre 2018 a marzo 2019. In particolare, si riportano i principali dati disponibili (Sigla, Piezometro, Data, Quota e Note).

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria Mandante   Progettazione:   	LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e) PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAG.</td> </tr> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>39/115</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	39/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	39/115								

Sigla	Piezometro	Data	Livello piezometrico		Note
			<i>m da p.c.</i>	<i>m s.l.m.</i>	
S1fPz	2 celle Casagrande <i>1a cella: 24.00</i> <i>2a cella: 56.00</i>	01/2014 ÷ 05/2014	ND	ND	coperto da immondizia
		12/2016	ND	ND	tubi intasati
		01/2017 ÷ 11/2017	ND	ND	perso
		11/2018 ÷ 02/2019	ND	ND	perso
		03/2019	ND	ND	perso
S3fPz	2 celle Casagrande <i>1a cella: 33.00</i> <i>2a cella: 72.00</i>	01/2014	c1: assente	c1: assente	
		02/2014	c1: assente	c1: assente	
		03/2014	c1: assente	c1: assente	
		04/2014	c1: assente	c1: assente	
		05/2014	c1: assente	c1: assente	
		12/2016	c1: assente	c1: assente	
		01/2017	c1: assente	c1: assente	
		02/2017	c1: assente	c1: assente	
		05/2017	c1: assente	c1: assente	
		06/2017	c1: ND	c1: ND	1° tubo azzurro: si ferma a 33.10, 2° tubo azzurro: si ferma a 33,19
		07/2017	c1: ND	c1: ND	1° tubo azzurro: si ferma a 33,30 2° tubo azzurro : si ferma a 33,35
		08/2017	c1: ND	c1: ND	1° tubo azzurro: si ferma a 33.3 2° tubo azzurro: si ferma a 33.35
		09/2017	c1: ND	c1: ND	1° tubo azzurro: si ferma a 33,30 2° tubo azzurro : si ferma a 33,35
		10/2017	c1: ND	c1: ND	1° tubo azzurro: si ferma a 33,30 2° tubo azzurro : si ferma a 33,35
		11/2017	c1: ND	c1: ND	1° tubo azzurro: si ferma a 33,30 2° tubo azzurro : si ferma a 33,35
		01/2014	c2: 56.20	c2: 36.90	
		02/2014	c2: 56.01	c2: 37.09	
		03/2014	c2: 56.46	c2: 36.64	
		04/2014	c2: 56.03	c2: 37.07	
		05/2014	c2: 57.36	c2: 35.74	
12/2016	c2: assente	c2: assente			
01/2017	c2: assente	c2: assente			
02/2017	c2: assente	c2: assente			

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria Mandante   Progettazione:   	LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e) PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAG.</td> </tr> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>40/115</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	40/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	40/115								

Sigla	Piezometro	Data	Livello piezometrico		Note
			<i>m da p.c.</i>	<i>m s.l.m.</i>	
		05/2017	c2: ND	c2: ND	72 m (dato perso)
		06/2017 ÷ 11/2017	c2: ND	c2: ND	1° tubo verde: si ferma a 3.10 2° tubo verde: si ferma a 3.10
		03/2017 ÷ 04/20179	ND	ND	Proprietario non disponibile
		11/2018 ÷ 03/2019	ND	ND	Proprietario non più reperibile
S5fPz	Tubo aperto <i>cieco: 0.00 - 30.00</i> <i>finestrato: 30.00 - 40.00</i>	01/2014	37.75	29.35	
		02/2014	37.81	29.29	
		03/2014	37.97	29.13	
		04/2014	37.98	29.12	
		05/2014	38.05	29.05	
		12/2016	35.55	31.55	
		01/2017	34.92	32.18	
		02/2017	33.95	33.15	
		03/2017	33.05	34.05	
		04/2017	32.85	34.25	
		05/2017	33.91	33.19	
		06/2017	34.50	32.60	fondo foro 41.80
		07/2017	35.20	31.90	
		08/2017	35.60	31.50	
		09/2017	36.05	31.05	-
		10/2017	36.40	30.70	
		11/2017	35.6	31.50	f.f. 41.50
		11/2018	ND	ND	Si è scavato insieme al proprietario, ma non è stato rinvenuto. Risulta impossibile cercarlo con il metal detector in quanto il piezometro non aveva il chiusino metallico.
		12/2018 ÷ 03/2019	ND	ND	non ritrovato
S4fPz	Tubo aperto <i>cieco: 0.00 - 48.00</i> <i>finestrato: 48.00 - 60.00</i>	01/2014	30.28	91.22	
		02/2014	30.30	91.20	
		03/2014	30.33	91.17	
		04/2014	30.37	91.13	
		05/2014	30.39	91.11	
		12/2016	29.77	91.73	
		01/2017	29.40	92.10	
		02/2017	29.43	92.07	
		03/2017	29.65	91.85	

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria   Progettazione:   	LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e) PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAG.</td> </tr> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>41/115</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	41/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	41/115								

Sigla	Piezometro	Data	Livello piezometrico		Note
			<i>m da p.c.</i>	<i>m s.l.m.</i>	
		04/2017	29.95	91.55	
		05/2017	30.22	91.28	
		06/2017	30.33	91.17	
		07/2017	30.45	91.05	
		08/2017	30.50	91.00	
		09/2017	30.55	90.55	
		10/2017	30.55	90.95	
		11/2017	30.52	90.98	
		11/2018	30.10	91.40	
		12/2018	30.25	91.25	
		01/2019	30.29	91.21	
		02/2019	30.30	91.20	
		03/2019	30.32	91.18	
S1v	Tubo aperto <i>cieco: 0.00 - 12.00</i> <i>finestrato: 12.00 - 30.00</i>	02/2014	6.77	58.23	
		02/2014	7.53	57.47	
		03/2014	7.55	57.45	
		03/2014	6.78	58.22	
		04/2014	7.85	57.15	
		05/2014	7.96	57.04	
		12/2016	6.00	59.00	
		01/2017	6.53	58.47	
		02/2017	6.40	58.60	
		03/2017	6.80	58.20	
		04/2017	6.50	58.50	
		05/2017	6.45	58.55	
		06/2017	6.81	58.19	
		07/2017	7.75	57.25	
		08/2017	9.50	55.50	
		09/2017	8.10	56.90	
		10/2017	7.30	57.70	
11/2017	8.55	56.45			
	11/2018 ÷ 03/2019	ND	ND	Proprietario non disponibile	
S2v	Tubo aperto <i>cieco: 0.00 - 1.00</i> <i>finestrato: 1.00 - 12.00</i> <i>cieco: 12.00 - 30.00</i>	02/2014	7.03	83.17	
		02/2014	7.03	83.17	
		02/2014	9.38	80.82	
		03/2014	9.49	80.71	
		03/2014	7.64	82.56	

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria Mandante   Progettazione:   	LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e) PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAG.</td> </tr> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>42/115</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	42/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	42/115								

Sigla	Piezometro	Data	Livello piezometrico		Note
			<i>m da p.c.</i>	<i>m s.l.m.</i>	
		04/2014	6.99	83.21	
		05/2014	6.78	83.42	
		12/2016	5.89	84.31	
		01/2017	6.20	84.00	
		02/2017	6.18	84.02	
		03/2017	6.23	83.97	
		04/2017	6.40	83.80	
		05/2017	9.83	80.37	
		06/2017	6.53	83.67	
		07/2017	6.70	83.50	
		08/2017	6.90	83.30	
		09/2017	6.15	84.05	
		10/2017	4.50	85.70	
		11/2017	6.55	83.65	
		11/2018	9.20	81.00	
		12/2018	6.80	83.40	
		01/2019	8.00	82.20	
		02/2019	8.85	81.35	
		03/2019	9.16	81.04	
S3v	Tubo aperto <i>cieco: 0.00 - 1.00</i> <i>finestrato: 18.00 - 30.00</i> <i>cieco: 1.00 - 18.00</i>	02/2014	12.81	72.69	
		02/2014	12.00	73.50	
		03/2014	12.58	72.92	
		03/2014	12.17	73.33	
		04/2014	12.96	72.54	
		05/2014	13.05	72.45	
		12/2016	ND	ND	piezometro coperto da sedimenti di natura sabbiosa e ciottolosa
		01/2017 ÷ 11/2017	ND	ND	perso
		11/2018 ÷ 03/2019	ND	ND	perso
S4v	Tubo aperto <i>cieco: 0.00 - 3.00</i> <i>finestrato: 3.00 - 29.00</i>	02/2014	25.00	37.50	
		03/2014	24.77	37.73	
		03/2014	22.20	40.30	
		04/2014	23.22	39.28	
		05/2014	22.86	39.64	
		12/2016	ND	ND	probabilmente tubo rotto
		01/2017 ÷ 11/2017	ND	ND	perso

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria   Progettazione:   	LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e) PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAG.</td> </tr> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>43/115</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	43/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	43/115								

Sigla	Piezometro	Data	Livello piezometrico		Note
			<i>m da p.c.</i>	<i>m s.l.m.</i>	
		11/2018 ÷ 03/2019	ND	ND	perso

Tabella 22 - Dati di monitoraggio piezometrico condotto sulle strumentazioni installate nei fori di sondaggio della campagna indagine Geomerid 2013-2014, utilizzati nello studio di ricostruzione della falda; in rosso è evidenziata la misura massima rilevata, mentre in blu la minima.

4.1.6 Campagna indagine 2017-2018

Di seguito viene riassunto il monitoraggio piezometrico nei fori di sondaggio della campagna indagine 2017-2018, eseguito da gennaio 2017 a novembre 2017; da novembre 2018 a marzo 2019. In particolare, si riportano i principali dati disponibili (Sigla, Piezometro, Data, Quota e Note).

Sigla	Piezometro	Data	Livello piezometrico		Note
			<i>m da p.c.</i>	<i>m s.l.m.</i>	
S01D	Tubo aperto <i>cieco: 0.00 - 9.00</i> <i>finestrato: 9.00 - 30.00</i>	02/2017	assente	assente	
		03/2017	assente	assente	
		04/2017	assente	assente	
		05/2017	assente	assente	fondo foro 31.0
		06/2017	assente	assente	fondo foro 31.0
		07/2017	ND	ND	cancello chiuso
		08/2017	assente	assente	asciutto; f.f. 31.5
		09/2017	assente	assente	asciutto
		10/2017	assente	assente	
		11/2017	assente	assente	f.f. 31.50
		11/2018	ND	ND	Proprietario non disponibile
		12/2018	assente	assente	Fondo Foro 31,50 m da p.c.
		01/2019	assente	assente	Fondo Foro 31.50 m da p.c.
		02/2019	assente	assente	Fondo Foro 31,50 m da p.c.
03/2019	assente	assente	Fondo Foro 31,50 m da p.c.		
S02D	Tubo aperto <i>cieco: 0.00 - 6.00</i> <i>finestrato: 6.00 - 29.00</i>	01/2017	28.40	41.49	
		02/2017	28.27	41.62	
		03/2017	28.50	41.39	
		04/2017	26.55	43.34	
		05/2017	28.46	41.43	
		06/2017	28.70	41.19	

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria  Progettazione:   	LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e) PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAG.</td> </tr> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>44/115</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	44/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	44/115								

Sigla	Piezometro	Data	Livello piezometrico		Note
			<i>m da p.c.</i>	<i>m s.l.m.</i>	
		07/2017	assente	assente	f.f. 29.80
		08/2017	assente	assente	asciutto; f.f. 29.8
		09/2017	28.70	41.19	f.f. 29.80
		10/2017	assente	assente	
		11/2017	assente	assente	
		11/2018	28.38	41.51	
		12/2018	28.54	41.35	
		01/2019	28.60	41.29	
		02/2019	28.43	41.46	
		03/2019	assente	assente	Asciutto - Fondo Foro 30,30 m da p.c.
S03D	Tubo aperto <i>cieco: 0.00 - 24.50</i> <i>finestrato: 24.50 - 40.00</i>	02/2017	11.80	69.21	
		03/2017	12.24	68.77	
		04/2017	12.66	68.35	
		05/2017	13.48	67.53	
		06/2017	13.55	67.46	
		07/2017	13.70	67.31	
		08/2017	13.65	67.36	
		09/2017	13.65	67.36	tubo estruso di 3 cm
		10/2017	13.70	67.31	tubo estruso di 3 cm
		11/2017	13.70	67.31	tubo estruso di 3 cm
		11/2018	13.40	67.61	
		12/2018	13.36	67.65	
		01/2019	13.35	67.66	
		02/2019	13.40	67.61	
		03/2019	13.43	67.58	
S03Dbis	Tubo aperto <i>cieco: 0.00 - 18.00</i> <i>finestrato: 18.00 - 33.00</i>	04/2017	4.65	79.77	
		05/2017	19.75	64.67	
		06/2017	18.70	65.72	
		07/2017	18.25	66.17	
		08/2017	17.90	66.52	
		09/2017	16.10	68.32	
		10/2017	8.15	76.27	

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria Mandante   Progettazione:   	LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e) PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAG.</td> </tr> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>45/115</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	45/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	45/115								

Sigla	Piezometro	Data	Livello piezometrico		Note
			<i>m da p.c.</i>	<i>m s.l.m.</i>	
		11/2017	7.30	77.12	
		11/2018	4.60	79.82	
		12/2018	4.35	80.07	
		01/2019	6.65	77.77	
		02/2019	nd	nd	
		03/2019	ND	ND	Acqua a boccaforo; probabile acqua piovana
S04D	1 cella Casagrande <i>1a cella: 73.00</i>	02/2017	7.75	126.69	
		03/2017	10.39	124.05	
		04/2017	9.36	125.08	
		05/2017	8.90	125.54	
		06/2017	11.65	122.79	1° tubo: 11.75 m 2° tubo: 11.55 m
		07/2017	13.35	121.09	1° tubo: 13.30 m 2° tubo: 13.40 m
		08/2017	12.75	121.69	1° tubo: 12.75 m 2° tubo: 12.75 m
		09/2017	11.25	123.19	1° tubo: 11.25 m 2° tubo: 11.25 m
		10/2017	5.95	128.49	1° tubo : 6.00 m 2° tubo : 5.90 m
		11/2017	ND	ND	Proprietario non disponibile
		11/2018	ND	ND	Misura non significativa: 1° tubo: suono intermittente; 2° tubo: nessun suono
		12/2018	ND	ND	1° tubo: Fondo Foro 75 m (da 5,70 il cavo scende accompagnato con la mano senza mai suonare); 2° tubo: 25,50 suono non continuo (probabile intasamento)
		01/2019	ND	ND	
		02/2019	ND	ND	Misura non significativa 1° tubo : suono intermittente 2° tubo : nessun suono
03/2019	ND	ND	Misura non significativa 1° Tubo: la sonda si ferma a 22 m 2° Tubo: la sonda suona a 75,03 m		
S05D	Tubo aperto	02/2017	2.32	79.55	

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria   Progettazione:   	LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e) PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAG.</td> </tr> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>46/115</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	46/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	46/115								

Sigla	Piezometro	Data	Livello piezometrico		Note
			<i>m da p.c.</i>	<i>m s.l.m.</i>	
	<i>cieco: 0.00 - 9.00</i> <i>finestrato: 9.00 - 40.00</i>	03/2017	2.66	79.21	
		04/2017	2.70	79.17	
		05/2017	2.70	79.17	
		06/2017	2.70	79.17	
		07/2017	3.40	78.47	
		08/2017	2.95	78.92	
		09/2017	2.95	78.92	
		10/2017	2.80	79.07	
		11/2017	2.85	79.02	
		11/2018	ND	ND	Ricoperto di detriti. Nuovo tentativo con altri mezzi
		12/2018 ÷ 03/2019	ND	ND	Non ritrovato
S06D	Tubo aperto <i>cieco: 0.00 - 55.00</i> <i>finestrato: 55.00 - 75.00</i>	04/2017	43.23	86.96	
		05/2017	44.13	86.06	
		06/2017	44.77	85.42	
		07/2017	45.35	84.84	
		08/2017	46.75	83.44	
		09/2017	46.05	84.14	
		10/2017	47.10	83.09	
		11/2017	47.17	83.02	
		11/2018 ÷ 03/2019	ND	ND	Inaccessibile, cancello chiuso
S11D	1 cella Casagrande <i>1a cella: 35.00</i>	02/2017	12.10	76.19	
		03/2017	14.07	74.22	
		04/2017	14.73	73.56	
		05/2017	14.73	73.56	
		06/2017	18.00	70.29	1° tubo: 18.00 m 2° tubo: 18.00 m
		07/2017	19.20	69.09	1° tubo: 19.20 m 2° tubo: 19.20 m
		08/2017	19.80	68.49	1° tubo: 19.20 m 2° tubo: 19.20 m
		09/2017	19.72	68.57	
		10/2017	16.80	71.49	
		11/2017	15.20	73.09	

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria  Progettazione:   	Mandante: 	LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e) PROGETTO ESECUTIVO				
RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE	COMMESSA RS5M	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ	DOCUMENTO RG GE 00 02 001	REV. C	PAG. 47/115

Sigla	Piezometro	Data	Livello piezometrico		Note
			<i>m da p.c.</i>	<i>m s.l.m.</i>	
		11/2018	35.50	52.79	1° tubo: 35,50 m 2° tubo: 35,50 m
		12/2018	20.90	67.39	1° tubo: 20,52 m 2° tubo: 21,30 m
		01/2019	16.75	71.54	
		02/2019	17.09	71.20	
		03/2019	14.46	73.83	
S14D	1 cella Casagrande <i>1a cella: 133.00</i> Tubo aperto <i>cieco: 0.00 - 42.00</i> <i>finestrato: 42.00 - 54.00</i>	03/2017	c1: 57.95	c1: 100.90	
		05/2017	c1: 57.70	c1: 101.15	
		06/2017	c1: 54.80	c1: 104.05	1° tubo : 54,80 m 2° tubo : 58,00 m (F.F.)
		07/2017	c1: 53.70	c1: 105.15	1° tubo : 53,70 m 2° tubo : 58,00 m (F.F.)
		08/2017	c1: 54.65	c1: 104.20	1° tubo : 53,70 m 2° tubo : 58,00 m (F.F.)
		09/2017	c1: 58.80	c1: 100.05	Lettura riferita al ff rilevato dal freatimetro. 1° tubo : 58,80 m (F.F.); 2° tubo : 58,00 m lettura riferita al ff rilevato dal freatimetro (F.F.).
		10/2017	c1: 58.80	c1: 100.05	Lettura riferita alla profondità max raggiunta dal freatimetro. 1° tubo : 58,80 m (F.F.) 2° tubo : 58,00 m (F.F.)
		11/2017	c1: 28.50	c1: 130.35	1° tubo : 28,50 m (F.F.) 2° tubo : 58,00 m (F.F.)
		12/2018	c1: 54.46	c1: 104.39	
		01/2019	c1: 52.12	c1: 106.73	
		02/2019	c1: 50.70	c1: 108.15	
		03/2019	c1: 52.80	c1: 106.05	
		03/2017	TA: 4.60	TA: 154.25	
		05/2017	TA: 3.50	TA: 155.35	
		06/2017	TA: 3.40	TA: 155.45	
		07/2017	TA: 3.40	TA: 155.45	
		08/2017	TA: 3.50	TA: 155.35	
		09/2017	TA: 3.50	TA: 155.35	
		10/2017	TA: 3.40	TA: 155.45	
		11/2017	TA: 3.40	TA: 155.45	
12/2018	TA: 3.20	TA: 155.65			

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria   Progettazione:   	LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e) PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAG.</td> </tr> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>48/115</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	48/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	48/115								

Sigla	Piezometro	Data	Livello piezometrico		Note
			<i>m da p.c.</i>	<i>m s.l.m.</i>	
		01/2019	TA: 3.20	TA: 155.65	
		02/2019	TA: 3.20	TA: 155.65	
		03/2019	TA: 3.05	TA: 155.80	
		04/2017	ND	ND	Sospeso per spurgo in corso
		11/2018	ND	ND	Ricoperto di detriti. Nuovo tentativo con altri mezzi

Tabella 23 - Dati di monitoraggio piezometrico condotto sulle strumentazioni installate nei fori di sondaggio della campagna indagine 2017-2018, utilizzati nello studio di ricostruzione della falda; in rosso è evidenziata la misura massima rilevata, mentre in blu la minima.

4.1.7 Campagna indagine 2019

Di seguito viene riassunto il monitoraggio piezometrico nei fori di sondaggio della campagna indagine 2019, eseguito da febbraio 2019 a aprile 2019. In particolare, si riportano i principali dati disponibili (Sigla, Piezometro, Data, Quota e Note).

Sigla	Piezometro	Data	Livello piezometrico		Note
			<i>m da p.c.</i>	<i>m s.l.m.</i>	
S1	Tubo aperto <i>cieco: 0.00 - 1.00</i> <i>finestrato: 1.00 - 13.00</i> <i>cieco: 13.00 - 15.00</i>	02/2019	5.36	36.64	
		02/2019	7.67	34.33	
		03/2019	3.95	38.05	

Tabella 24 - Dati di monitoraggio piezometrico condotto sulle strumentazioni installate nei fori di sondaggio della campagna indagine 2019, utilizzati nello studio di ricostruzione della falda; in rosso è evidenziata la misura massima rilevata, mentre in blu la minima.

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria   Progettazione:   	LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e) PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAG.</td> </tr> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>49/115</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	49/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	49/115								

4.2 MONITORAGGIO PIEZOMETRICO DEL PROGETTO ESECUTIVO

Il monitoraggio piezometrico realizzato nell'ambito della Progettazione Esecutiva abbraccia un periodo compreso tra Dicembre 2021 e Giugno 2022. Nella tabella successiva si riportano i valori di misura e i riferimenti che vengono considerati per interpretare i valori di battenti massimi e minimi.

Sigla	Piezometro	Data	Livello piezometrico		Note
			<i>m da p.c.</i>	<i>m s.l.m.</i>	
BH63	Norton 2" <i>finestrato: 2-20</i>	16/11/21	Assente		
		24/11/21	Assente		
		08/01/22	Assente		
		26/01/22	Assente		
		08/03/22	19.80	52.0	
		23/03/22	Assente		
		12/04/22	Assente		
		10/05/22	Assente		
		09/06/22	19.70	52.10	
S1	1 cella Casagrande da ½" <i>cieco: 0-17</i> <i>finestrato: 17-19</i>	07/10/21	55.00	33.30	Il primo valore è influenzato dalla perforazione e viene escluso ai fini interpretativi
		10/12/21	10.72	77.58	
		08/01/22	13.55	74.75	
		26/01/22	14.71	73.59	
		08/03/22	15.20	73.10	
		23/03/22	15.10	73.20	
		12/04/22	15.10	73.20	
		10/05/22	20.40	67.90	
		09/06/22	15.10	73.20	
S2	1 cella Casagrande da ½" <i>cieco: 0-17</i> <i>finestrato: 17-19</i>	10/12/21	3.18	79.64	
		08/01/22	3.30	79.52	
		26/01/22	3.11	79.71	
		08/03/22	3.20	79.62	
		23/03/22	3.30	79.52	
		12/04/22	3.31	79.51	
		10/05/22	3.40	79.42	
		09/06/22	3.55	79.27	
BH53	Norton 3"	10/12/21	4.00	42.89	

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria   Progettazione:   	LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e) PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAG.</td> </tr> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>50/115</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	50/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	50/115								

Sigla	Piezometro	Data	Livello piezometrico		Note
			m da p.c.	m s.l.m.	
	<i>finestrato: 6-32</i>	08/01/22	5.62	41.27	
		26/01/22	5.88	41.01	
		08/03/22	6.60	40.29	
		23/03/22	6.90	39.99	
		12/04/22	7.00	39.89	
		10/05/22	6.70	40.19	
		09/06/22	6.60	40.29	
BH61	Norton 2" <i>finestrato: 2-21</i>	24/11/21	9.41	56.59	
		08/01/22	10.18	55.82	
		26/01/22	10.21	55.79	
		08/03/22	10.50	55.50	
		23/03/22	10.51	55.49	
		12/04/22	11.05	54.95	
		10/05/22	11.30	54.70	
		09/06/22	11.00	55.00	
S3	1 cella Casagrande da ½" <i>cieco: 0-39</i> <i>finestrato: 39-40</i>	10/12/21	Assente		
		08/01/22	Assente		
		26/01/22	Assente		
		08/03/22	Assente		
		23/03/22	Assente		
		12/04/22	Assente		
		10/05/22	Assente		
		09/06/22	Assente		
S4	1 cella Casagrande da ½" <i>cieco: 0-39</i> <i>finestrato: 39-40</i>	21/01/22	14.70	138.29	
		26/01/22	18.86	134.13	
		08/03/22	20.05	132.94	
		23/03/22	17.40	135.59	
		12/04/22	20.10	132.89	
		10/05/22	20.50	132.49	
		09/06/22	20.05	132.94	
		S5	1 cella Casagrande da ½" <i>cieco: 0-42</i>	21/01/22	15.45
26/01/22	15.11			62.18	

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria   Progettazione:   	LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e) PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAG. RS5M 01 E ZZ RG GE 00 02 001 C 51/115

Sigla	Piezometro	Data	Livello piezometrico		Note
			<i>m da p.c.</i>	<i>m s.l.m.</i>	
	<i>finestrato: 42-45</i>	08/03/22	16.20	61.09	
		23/03/22	16.40	60.89	
		12/04/22	16.55	60.74	
		10/05/22	14.40	62.89	
		09/06/22	16.60	60.69	
S7	Norton 2" <i>cieco: 0-146</i> <i>finestrato: 146-170</i>	24/11/21	63.12	180.76	Il primo valore è influenzato dalla perforazione e viene escluso ai fini interpretativi
		08/01/22	107.10	136.78	
		26/01/22	107.58	136.30	
		08/03/22	107.80	136.08	
		23/03/22	108.10	135.78	
		12/04/22	108.60	135.28	
		10/05/22	108.30	135.58	
		09/06/22	108.75	135.13	
S8	1 cella Casagrande da ½" <i>cieco: 0-90</i> <i>finestrato: 90-92</i>	08/01/22	3.80	137.17	Il primo valore è influenzato dalla perforazione e viene escluso ai fini interpretativi
		26/01/22	14.40	126.57	
		08/03/22	16.70	124.27	
		23/03/22	13.30	127.67	
		12/04/22	12.70	128.27	
		10/05/22	13.40	127.57	
		09/06/22	14.00	126.97	
S9	Norton 3" <i>cieco: 0-140</i> <i>finestrato: 140-160</i>	26/01/22	82.80	78.20	
		08/03/22	84.40	76.60	
		23/03/22	87.40	73.60	
		12/04/22	88.70	72.30	
		10/05/22	105.20	55.80	
		09/06/22	107.30	53.70	
S3V	Norton 3" <i>cieco: 0-76</i> <i>finestrato: 76-97</i>	21/01/22	46.20	99.69	
		26/01/22	45.47	100.42	
		08/03/22	47.10	98.79	
		23/03/22	47.50	98.39	
		12/04/22	47.40	98.49	
		10/05/22	48.10	97.79	

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria   Progettazione:   	LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e) PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAG.</td> </tr> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>52/115</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	52/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	52/115								

Sigla	Piezometro	Data	Livello piezometrico		Note
			<i>m da p.c.</i>	<i>m s.l.m.</i>	
		09/06/22	47.70	98.19	
S4V	Norton 3" <i>cieco: 0-76</i> <i>finestrato: 76-97</i> <i>cieco: 97-100</i>	08/03/22	84.20	49.80	
		23/03/22	87.30	46.70	
		12/04/22	89.15	44.85	
		10/05/22	89.40	44.60	
		09/06/22	91.20	42.80	
S5V	Norton 3" <i>cieco: 0-89.5</i> <i>finestrato: 89.5-109.5</i> <i>cieco: 109.5-120</i>	08/03/22	15.40	98.60	
		23/03/22	15.70	98.30	
		12/04/22	15.80	98.20	
		10/05/22	16.00	98.00	
		09/06/22	15.90	98.10	
S6V	Norton 3" <i>cieco: 0-89.5</i> <i>finestrato: 89.5-109.5</i>	21/01/22	82.10	15.48	
		26/01/22	87.14	10.44	
		08/03/22	88.00	9.58	
		23/03/22	87.80	9.78	
		12/04/22	87.90	9.68	
		10/05/22	87.90	9.68	
		09/06/22	88.05	9.53	
S7V	Norton 3" <i>cieco: 0-82</i> <i>finestrato: 82-97</i> <i>cieco: 97-100</i>	10/12/21	46.40	38.58	I primi due valori sono influenzati dalla perforazione e vengono esclusi ai fini interpretativi
		17/12/21	60.10	24.88	
		08/01/22	72.80	12.18	
		21/01/22	75.20	9.78	
		26/01/22	75.44	9.54	
		08/03/22	71.20	13.78	
		23/03/22	74.30	10.68	
		12/04/22	74.60	10.38	
		10/05/22	76.00	8.98	
		09/06/22	74.50	10.48	
S10	1 cella Casagrande da 1/2" <i>cieco: 0-85</i> <i>finestrato: 85-90</i>	08/01/22	18.40	76.2	
		26/01/22	41.60	53.0	
		08/03/22	44.30	50.3	
		23/03/22	44.80	49.8	

<p>Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandatario: Mandante</p> <p>webuild Italia</p> <p>Progettazione:</p> <p>ROCKSOIL S.p.A. PROGER PINI ITALIA</p>	<p>LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA</p> <p>RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</p> <p>Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAG.</td> </tr> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>53/115</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	53/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	53/115								

Sigla	Piezometro	Data	Livello piezometrico		Note
			<i>m da p.c.</i>	<i>m s.l.m.</i>	
		12/04/22	45.10	49.5	
		10/05/22	47.30	47.3	
		09/06/22	42.95	51.7	

Tabella 25 - Dati di monitoraggio piezometrico condotto sulle strumentazioni installate nei fori di sondaggio della campagna indagine 2021, utilizzati nello studio di ricostruzione della falda.

<p>Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria Mandante</p> <p> </p> <p>Progettazione:</p> <p>  </p>	<p>LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA</p> <p>RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</p> <p>Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>54/115</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	54/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	54/115								

5 DESCRIZIONE DEL MODELLO IDROGEOLOGICO GENERALE

5.1 CLASSIFICAZIONE DEI COMPLESSI IDROGEOLOGICI

Il complesso idrogeologico è un insieme di uno o più termini litologici aventi caratteristiche idrogeologiche simili (assetto idrogeologico, permeabilità, porosità, capacità di infiltrazione, vulnerabilità, facies idrochimiche); al suo interno possono essere distinti dei subcomplessi. I complessi idrogeologici sono stati desunti dagli studi eseguiti per il Piano di Tutela delle Acque della Sicilia, che rappresentano lo studio idrogeologico più completo finora redatto per la Sicilia in base a quanto previsto dal D.Lgs. 30/2009 (Allegato 1, art. 1, comma 1).

Il settore dei Monti Peloritani, entro cui ricade il tracciato del Lotto 2, è caratterizzato da particolari condizioni idrogeologiche che provocano una distribuzione alquanto disomogenea delle risorse idriche sotterranee. I terreni affioranti presentano infatti sostanziali differenze di comportamento nei confronti dell'infiltrazione e della circolazione idrica, in dipendenza della litologia e delle caratteristiche strutturali che ne condizionano la permeabilità. La permeabilità dei terreni affioranti è variabile in relazione sia delle caratteristiche primarie (porosità), che secondarie (fessurazione), queste ultime conseguenti al grado di tettonizzazione più o meno spinto raggiunto dai corpi rocciosi.

Sono distinguibili terreni dotati di diversa permeabilità:

- **terreni a permeabilità molto elevata per porosità primaria:** depositi alluvionali di fondovalle dei torrenti, delle fiumare e delle pianure costiere, conoidi di deiezione e prismi detritici particolarmente spessi;
- **terreni a permeabilità da media ad elevata per porosità primaria:** le sabbie e ghiaie di Messina, le calcareniti e le sabbie pleistoceniche;
- **terreni a permeabilità elevata per fessurazione:** a questa categoria appartengono le successioni carbonatiche dell'Unità Longi-Taormina, le facies conglomeratiche delle Formazioni Stilo-Capo d'Orlando e i corpi cristallini di alto grado metamorfico. Laddove i terreni sono pervasi da reticoli di faglie e fratture neotettoniche, la permeabilità può divenire molto elevata;
- **terreni a permeabilità medio-alta per porosità e/o fessurazione:** le facies arenacee prossimali delle Formazioni Stilo-Capo d'Orlando, le successioni tardorogene peloritane, i depositi evaporitici;
- **terreni a permeabilità media per fessurazione e/o per porosità:** alternanza arenaceo-argillosa del Miocene Superiore, i Trubi e le metamorfiti di medio grado;
- **terreni a permeabilità medio-bassa per porosità e/o fessurazione:** depositi fluvio-marini terrazzati, alternanze argilloso-arenacee distali delle Formazioni Stilo - Capo d'Orlando e le metamorfiti di basso grado;
- **terreni a permeabilità molto bassa:** argille marnose azzurre, diatomiti e marne, argille variegate, le successioni argillose antisicilidi e le metamorfiti di basso grado metamorfico.

<p>Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria Mandante</p>   <p>Progettazione:</p>   	<p>LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>55/115</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	55/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	55/115								

Sulla base delle caratteristiche litologiche dei terreni e in relazione allo stato di alterazione e fratturazione degli ammassi rocciosi, lungo l'intera tratta Fiumefreddo-Giampilieri sono stati individuati i seguenti complessi idrogeologici:

- Complesso detritico-colluviale (CDC).** È composto da ghiaie eterometriche da angolose a sub-angolose, in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa da scarsa ad abbondante; a luoghi sono presenti blocchi prevalentemente angolosi, di dimensioni da decimetriche a metriche; localmente si rinvencono passaggi di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi a struttura indistinta, con abbondanti ghiaie eterometriche da angolose a sub-angolose. Costituiscono acquiferi porosi di scarsa trasmissività, fortemente 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 bassa ad alta. Fanno parte di questo complesso le seguenti unità geologiche (distinte per sigla): *b2, An*.
- Complesso fluvio-marino (CFM).** È composto da ghiaie eterometriche da sub-angolose ad arrotondate e localmente appiattite, in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa da scarsa ad abbondante; a luoghi sono presenti blocchi da sub-angolosi a sub-arrotondati, di dimensioni da decimetriche a metriche; localmente si rinvencono passaggi di sabbie e sabbie limose a struttura indistinta o debolmente laminata, con abbondanti ghiaie eterometriche da sub-angolose ad arrotondate. Costituiscono acquiferi porosi di buona trasmissività, piuttosto eterogenei ed anisotropi; sono sede di falde idriche di particolare rilevanza, localmente autonome ma globalmente a deflusso unitario, che possono avere interscambi con i corpi idrici superficiali e sotterranei delle strutture idrogeologiche limitrofe. La permeabilità, esclusivamente per porosità, è variabile da bassa ad alta. Fanno parte di questo complesso le seguenti unità geologiche (distinte per sigla): *ba, bb, bn, g1, g2, gn*.
- Complesso vulcanico (CVL).** E' costituito da lave basaltiche, localmente scoriacee e a struttura da compatta a vacuolare, con morfologia aa, a blocchi o pahoehoe; si rinvencono intercalazioni da decimetriche a metriche di vulcanoclastiti massive o debolmente stratificate, da sciolte a mediamente cementate; localmente sono presenti orizzonti decimetrici di depositi epiclastici e paleosuoli. Le porzioni litoidi si presentano piuttosto fratturate, con locali vuoti e cavità di dimensioni decimetriche. Costituiscono acquiferi misti di buona trasmissività, piuttosto eterogenei ed anisotropi; sono sede di una falda di base di notevole rilevanza e, localmente, di piccole falde superficiali a carattere stagionale. La permeabilità, per porosità e fessurazione, è variabile da bassa a media. Fanno parte di questo complesso le seguenti unità geologiche (distinte per sigla): *UTFa, UTFb, UPPa, UPPb*.
- Complesso calcarenitico-gessoso (CGE).** È composto da calcareniti e sabbie in grossi banchi talora a stratificazione incrociata, da poco a mediamente cementate, con locali intercalazioni di argille limose, argille marnose e arenarie, da laminate a ben stratificate; localmente si rinvencono passaggi di calcari cristallini, brecce calcaree, gessi e argille gessose, massive o debolmente stratificate. Costituiscono acquiferi misti di scarsa trasmissività, fortemente eterogenei ed anisotropi; sono sede di falde idriche di ridotta rilevanza, generalmente frazionate e a carattere stagionale. La permeabilità, per porosità e fessurazione, è variabile da bassa a media. Fanno parte di questo complesso le seguenti unità geologiche (distinte per sigla): *CFF, GSa, GSb*

<p>Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandatario: Mandante</p> <p> </p> <p>Progettazione:</p> <p>  </p>	<p>LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA</p> <p>RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</p> <p>Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>56/115</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	56/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	56/115								

- Complesso conglomeratico-ghiaioso (CCO).** È composto da conglomerati a clasti eterometrici da sub-angolosi ad arrotondati, in abbondante matrice sabbiosa, sabbioso-limosa e microconglomeratica, da poco a ben cementata; a luoghi sono presenti blocchi da sub-angolosi a sub-arrotondati, di dimensioni da decimetriche a metriche; si rinvencono frequenti passaggi di ghiaie, ghiaie sabbiose e sabbie ghiaiose, da sciolte a poco cementate, e locali intercalazioni di sabbie, sabbie limose e arenarie. Costituiscono acquiferi misti di discreta trasmissività, piuttosto eterogenei ed anisotropi; sono sede di falde idriche di modesta rilevanza, sia frazionate che a deflusso unitario. La permeabilità, per porosità e fessurazione, è variabile da media ad alta. Fanno parte di questo complesso le seguenti unità geologiche (distinte per sigla): *CODa, PDTc*
- Complesso arenaceo-sabbioso (CSA).** È composto da arenarie in strati prevalentemente decimetrici, da poco a ben cementate, con sottili intercalazioni di argille limose, argille marnose e marne; localmente si rinvencono passaggi decimetrici di sabbie limose e intercalazioni lentiformi di conglomerati a clasti eterometrici da sub-arrotondati ad arrotondati, in abbondante matrice sabbiosa e sabbioso-limosa, da mediamente a ben cementata. Costituiscono acquiferi misti di modesta trasmissività, piuttosto eterogenei ed anisotropi; sono sede di falde idriche di ridotta rilevanza, sia frazionate che a deflusso unitario. La permeabilità, per porosità e fessurazione, è variabile da bassa a media. Fanno parte di questo complesso le seguenti unità geologiche (distinte per sigla): *CODd., PDTb*
- Complesso arenaceo-marnoso (CRM).** È composto da arenarie in strati prevalentemente decimetrici, talora massive o in grossi banchi, da poco a ben cementate, in alternanza con argille limose, argille marnose e marne argillose, da massive a sottilmente stratificate; localmente si rinvencono passaggi di sabbie e sabbie limose, talora debolmente cementate, e intercalazioni di conglomerati e microconglomerati a clasti poligenici ed eterometrici da sub-angolosi ad arrotondati, in abbondante matrice sabbiosa, sabbioso-limosa e argilloso-sabbiosa, da poco a ben cementata. Costituiscono acquiferi misti di scarsa trasmissività, fortemente eterogenei ed anisotropi; sono sede di falde idriche di ridotta rilevanza, generalmente frazionate e a carattere stagionale. La permeabilità, per porosità e fessurazione, è variabile da molto bassa a bassa. Fanno parte di questo complesso le seguenti unità geologiche (distinte per sigla): *CODb, CODc, PDTa, VEP2.*
- Complesso argilloso-marnoso (CAM).** E' composto da argille limose e argille marnose massive o debolmente stratificate, con rari clasti poligenici e sottili intercalazioni di marne argillose, sabbie limose e arenarie; localmente si rinvencono passaggi di radiolariti, sabbie, marne e calcari marnosi in strati da sottili a medi. Costituiscono limiti di permeabilità per gli acquiferi giustapposti verticalmente o lateralmente; non sono presenti falde o corpi idrici sotterranei di importanza significativa. La permeabilità, per porosità e fessurazione, è variabile da impermeabile a molto bassa. Fanno parte di questo complesso le seguenti unità geologiche (distinte per sigla): *ASF, FAG e PCTa.*
- Complesso calcareo-marnoso (CCM).** È composto da calcari, calcari marnosi e marne calcaree in strati centimetrici e decimetrici, talora con liste e noduli di selce, in alternanza con marne e marne argillose, scagliettate o ben stratificate; localmente si rinvencono intercalazioni di calcilutiti, calcareniti, brecciole calcaree, radiolariti e diaspri, in strati centimetrici e decimetrici. A

<p>Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria: Mandante</p>   <p>Progettazione:</p>   	<p>LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>57/115</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	57/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	57/115								

luoghi sono presenti cavità carsiche e orizzonti di terre rosse. Costituiscono acquiferi fessurati di modesta trasmissività, fortemente eterogenei ed anisotropi; sono sede di falde idriche di modesta rilevanza, generalmente discontinue e frazionate, contenute nelle porzioni più carsificate e fessurate dell'ammasso. La permeabilità, per fessurazione e carsismo, è variabile da molto bassa a bassa. Fanno parte di questo complesso le seguenti unità geologiche (distinte per sigla): *SCA1, MAI, RSA, MED, SCA2 e SCA2a*.

- **Complesso calcareo-dolomitico (CDO).** È composto da dolomie massive o in strati decimetrici, talora vacuolari, in alternanza con calcari, calcareniti e calcari detritici, massivi o ben stratificati; localmente si rinvengono passaggi di calcari micritici, breccie calcaree, siltiti e arenarie, in strati prevalentemente decimetrici. Alcune porzioni risultano fortemente cataclosate e attraversate da fitti sistemi di fratture riempite da carbonati. Costituiscono acquiferi fessurati di modesta trasmissività, piuttosto eterogenei ed anisotropi; sono sede di falde idriche di ridotta rilevanza, sia frazionate che a deflusso unitario, contenute nelle porzioni più carsificate e fessurate dell'ammasso. La permeabilità, per fessurazione e carsismo, è variabile da bassa a media. Fanno parte di questo complesso le seguenti unità geologiche (distinte per sigla): *DOA, GCM*
- **Complesso metamorfico (CMT).** Argilloscisti, filladi, metareniti e paragneiss a tessitura scistosa, con diffusi passaggi di micascisti, metasiltiti, metavulcaniti e metaconglomerati; si rinvengono diffuse vene di quarzo e locali livelli marmi, quarziti, anfiboliti e gneiss occhiadini, massivi o tessitura scistosa. Le porzioni più superficiali risultano molto alterate e spesso completamente argillificate, a luoghi fortemente cataclosate e/o milonitizzate. Costituiscono acquiferi fessurati di scarsa trasmissività, fortemente eterogenei ed anisotropi; sono sede di falde idriche di scarsa rilevanza, generalmente discontinue e frazionate, contenute nelle porzioni più alterate e fessurate dell'ammasso. La permeabilità, principalmente per fessurazione, è variabile da molto bassa a bassa. Fanno parte di questo complesso le seguenti unità geologiche (distinte per sigla): *FDN, GLD, TAM, TAMa*

Questa suddivisione in complessi idrogeologici costituisce il riferimento per la ricostruzione della cartografia e dei profili idrogeologici di Progetto Esecutivo allegati alla presente relazione.

5.2 IDENTIFICAZIONE DEI CORPI IDRICI SOTTERRANEI

In relazione alle caratteristiche stratigrafiche e geologico-strutturali dell'area, nei settori di interesse si riconoscono acquiferi di differente potenzialità, le cui risorse sono oggetto di sfruttamento per fini sia agricoli che idropotabili (Ferrara 2001; Carbone et al. 2007). Le falde di maggiore interesse sono contenute nei terreni vulcanoclastici e nei depositi alluvionali di fondovalle, sotto forma di corpi idrici indipendenti che si unificano in corrispondenza delle pianure costiere (Ferrara 1999; Carbone et al. 2007; Branca et al. 2009).

Le aree di alimentazione dei corpi idrici sotterranei sono rappresentate, essenzialmente, dai bacini imbriferi dei diversi corpi d'acqua che sfociano nel Mar Ionio (Carbone et al. 2007). La ricarica delle falde è essenzialmente dovuta alle precipitazioni dirette, ai deflussi superficiali lungo gli alvei e alla restituzione delle acque infiltrate nei terreni in corrispondenza delle numerose manifestazioni sorgentizie (Ferrara 1990; Regione Sicilia 2007). Un ulteriore contributo è rappresentato, alle quote più basse, dalla

<p>Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria Mandante</p> <p> </p> <p>Progettazione:</p> <p>  </p>	<p>LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA</p> <p>RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</p> <p>Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>58/115</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	58/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	58/115								

infiltrazione delle acque utilizzate per irrigazione e quelle di rifiuto dei centri abitati (Regione Sicilia 2007).

Nei terreni metamorfici la circolazione idrica sotterranea è discontinua e frazionata, per cui non sono presenti falde estese e di significativa potenzialità (Ferrara 1999; Carbone et al. 2007). Le acque di infiltrazione negli ammassi rocciosi metamorfici, qualora non captate e derivate, sono restituite dopo breve tempo al deflusso idrico superficiale, concorrendo così all'alimentazione degli acquiferi alluvionali di fondovalle (Ferrara 1990; Carbone et al. 2007; Regione Sicilia 2007). Questo comportamento si riscontra, oltre che nelle parti alterate, fessurate e decomprese degli ammassi rocciosi, anche nelle consistenti coperture detritiche, eluviali e colluviali, presenti con alta frequenza lungo i versanti (Carbone et al. 2007).

Negli acquiferi carbonatici e nelle alternanze calcareo-marnose la circolazione idrica è fortemente condizionata dal grado di fratturazione e carsificazione dell'ammasso (Regione Sicilia 2005; Carbone et al. 2007). Le direzioni di deflusso sono regolate dalla giacitura del contatto di base sulle metamorfiti, con frequente immersione di questi verso Nord e NE in strutture di tipo monoclinale (Regione Sicilia 2007). Nei calcari cristallini incorporati nelle quarziti filladiche si instaurano acquiferi isolati, mentre nei termini dell'Unità dell'Aspromonte gli acquiferi sono variamente collegati (Regione Sicilia 2005). Gli ammassi più permeabili consentono l'accumulo di falde idriche anche di particolare rilevanza, mentre nelle successioni più eterogenee di rinvencono essenzialmente falde poco importanti e a carattere stagionale (Regione Sicilia 2005).

Per i depositi terrigeni infra-cenozoici, la permeabilità è localizzata nei livelli o banchi arenacei fessurati che si alternano a strati argillosi praticamente impermeabili e, pertanto, la circolazione idrica è limitata agli orizzonti lapidei (Ferrara 1990; Ferrara et al. 1995; Regione Sicilia 2005; Carbone et al. 2007). Ognuno di questi orizzonti ha spesso un comportamento indipendente rispetto agli altri corpi arenacei, essendo essi compresi fra strati impermeabili. Per motivi tettonici si registrano locali interconnessioni fra orizzonti permeabili, che aumentano quindi il volume del serbatoio e la sua capacità di immagazzinamento (Carbone et al. 2007). Anche in questo caso, le acque di infiltrazione sono restituite sotto forma di sorgenti a regime estremamente variabile, localizzate lungo i pendii (Ferrara et al. 1995; Carbone et al. 2007).

I depositi clastici neogenici sono sede di acquiferi complessi per la spiccata variabilità litologica che li caratterizza e, quindi, presentano una circolazione sotterranea discontinua e fortemente eterogenea (Ferrara 1999; Carbone et al. 2007). La struttura è data da livelli permeabili per porosità e/o per fessurazione, parzialmente separati da livelli semipermeabili di limitata estensione (Ferrara 1990; Ferrara et al. 1995; Regione Sicilia 2005). Gli acquiferi arenaceo-argillosi presentano una apprezzabile continuità e una permeabilità generalmente media, ma localmente variabile in relazione alla frequenza delle discontinuità e del grado di tettonizzazione (Ferrara et al. 1995; Carbone et al. 2007). Gli acquiferi calcarenitici, invece, presentano una discreta potenzialità e sono sede di falde sia libere che confinate, spesso a carattere stagionale (Carbone et al. 2007; Regione Sicilia 2007).

In particolare, nel settore orientale del Monte Etna, i deflussi sono diretti verso NE ed hanno recapito nel litorale ionico tra Fiumefreddo e Catania, differenziandosi secondo assi di drenaggio preferenziale coincidenti con le maggiori depressioni del basamento impermeabile (Ferrara 1994; Ferrara & Pappalardo 2008). Qui l'acquifero presenta maggiore potenzialità e, pertanto, si riscontra la più alta

<p>Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria Mandante</p> <p>webuild Italia</p> <p>Progettazione:</p> <p>ROCKSOUL S.p.A. PROGER PINI ITALIA</p>	<p>LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA</p> <p>RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</p> <p>Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>59/115</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	59/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	59/115								

produttività dei pozzi (Regione Sicilia 2007; Branca et al. 2007). Verso Nord, la dorsale Vena-Fermata S. Venera delimita una importante area di drenaggio, rappresentata dalla paleovalle del Fiume Alcantara (Branca & Ferrara 2001), le cui emergenze dei deflussi sotterranei generano il Torrente Fiumefreddo in prossimità della costa (Branca et al. 2009).

I depositi alluvionali presenti lungo i fondovalle ed in corrispondenza della fascia costiera rappresentano gli acquiferi di maggiore interesse, essendo sede di apprezzabili risorse idriche sotterranee (Ferrara 1999; Carbone et al. 2007). Essi sono infatti caratterizzati da elevata permeabilità per porosità, seppure variabile in relazione alla granulometria, che favorisce un'alta percentuale di infiltrazione delle acque di precipitazione meteorica e di deflusso superficiale. Sono pertanto sede di un'attiva circolazione idrica che comporta un rapido trasferimento di queste acque verso la costa, dove depositi i più consistenti contengono falde oggetto di sfruttamento (Ferrara 1994, 2001; Ferrara & Pappalardo 2008; Carbone et al. 2007).

L'importanza delle risorse idriche contenute in questi acquiferi dipende, oltre che dal regime delle precipitazioni meteoriche, dall'estensione dei bacini idrografici e dal volume dei depositi alluvionali di fondovalle (Carbone et al. 2007). Questi corpi idrici rappresentano pertanto le principali idrostrutture dell'area, essendo costituiti da depositi spessi e a permeabilità molto elevata (Regione Sicilia 2007). I prelievi dagli acquiferi alluvionali per scopi irrigui e idropotabili sono effettuati mediante numerose opere di captazione, rappresentate da pozzi e gallerie drenanti localizzate nel subalveo dei maggiori corsi d'acqua e lungo la fascia costiera (Ferrara 1999; Carbone et al. 2007).

Secondo quanto riportato nel D.Lgs.30/2009, un corpo idrico sottterraneo è "un volume distinto di acque sotterranee contenuto da uno o più acquiferi". Esso deve essere individuato come quella "massa di acqua caratterizzata da omogeneità nello stato ambientale (qualitativo e/o quantitativo), tale da permettere, attraverso l'interpretazione delle misure effettuate in un numero significativo di stazioni di campionamento, di valutarne lo stato e di individuare il trend". La delimitazione dei corpi idrici sotterranei è stata effettuata sulla base di limiti geologici, su criteri idrogeologici e perfezionata con le informazioni desunte dagli studi di caratterizzazione eseguiti per il Piano di Tutela delle Acque, e successivamente integrata con i dati acquisiti sullo stato di qualità ambientale desunto dai monitoraggi disponibili.

Il Piano di Tutela delle Acque (PTA) della Sicilia distingue 14 bacini idrogeologici (Figura 1), suddivisi in 82 corpi idrici. Il settore in cui ricade l'opera in oggetto appartiene al bacino idrogeologico dei Monti Peloritani (Figura 2).

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud
Mandatara Mandante



Progettazione:



LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA

RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO

Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	60/115

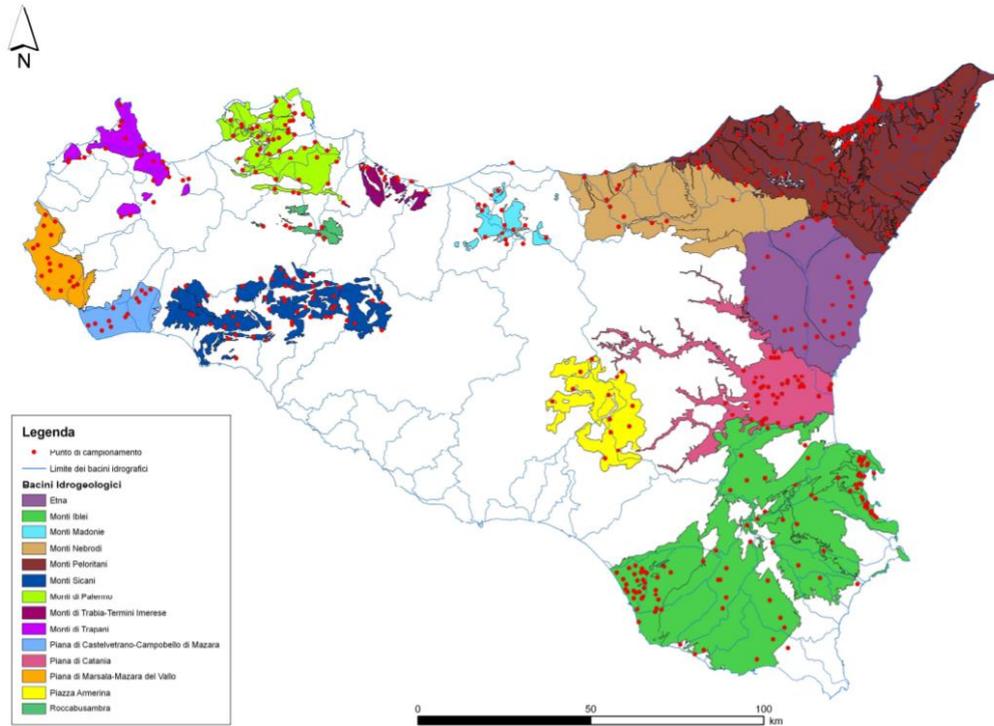


Figura 1. Carta dei bacini idrogeologici significativi. A nord-est, in colore rosso scuro, è riportato il bacino idrogeologico dei Monti Peloritani, entro cui ricade la tratta Giampilieri-Fiumefreddo.

<p>Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandatario: Mandante</p> <p>webuild Italia</p> <p>Progettazione:</p> <p>ROCKSOIL S.p.A. PROGER PINI ITALIA</p>	<p>LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>61/115</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	61/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	61/115								

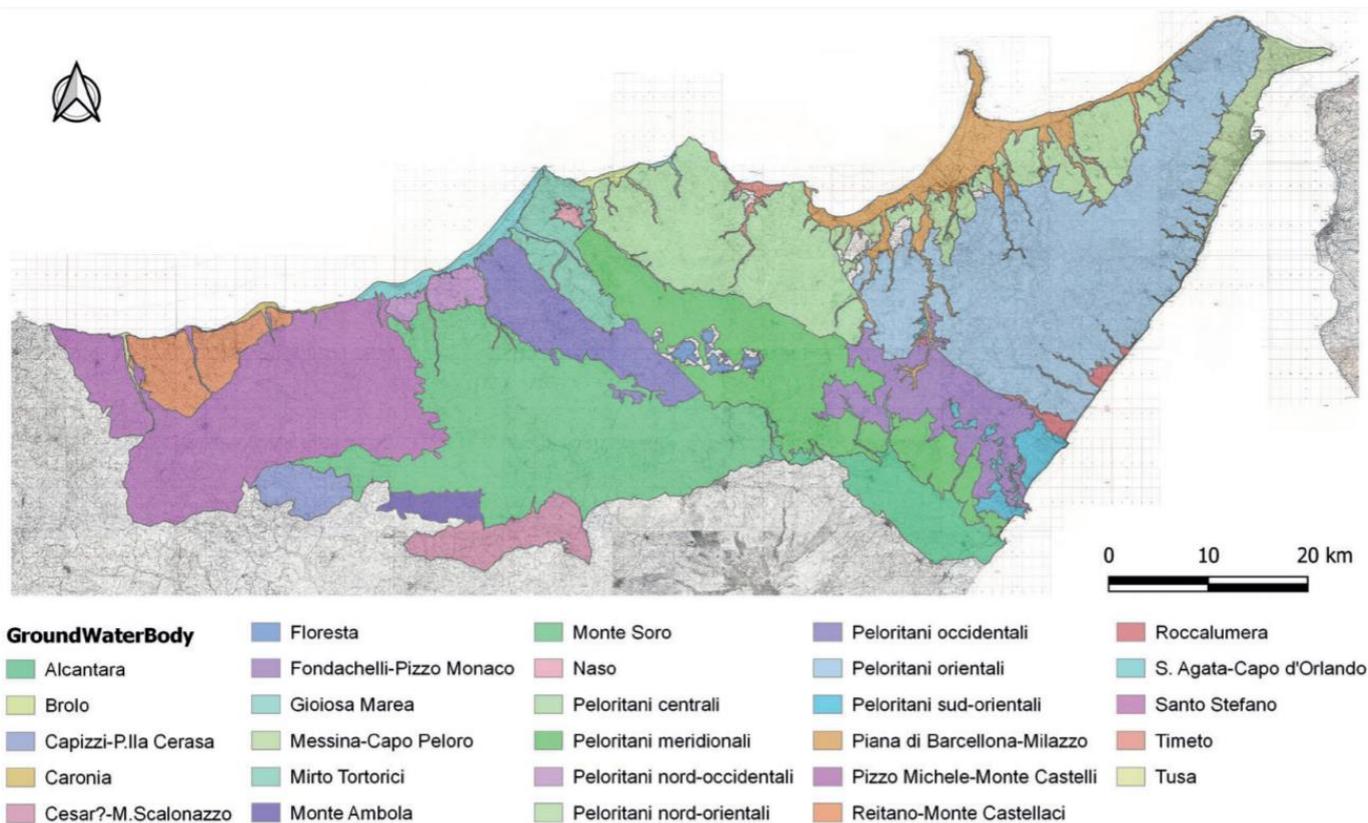


Figura 2. Dettaglio della distribuzione dei corpi idrici sotterranei nel settore nord-orientale della Sicilia.

Il tracciato dell'opera è ricompreso, da SW a NE, nei seguenti bacini idrogeologici:

1. Corpo idrico Alcantara (ITR19PECS01)
2. Corpo Idrico Peloritani Meridionali (ITR19PECS10)
3. Corpo Idrico Fondachelli-Pizzo Monaco (ITR19PECS05)
4. Corpo Idrico Peloritani Sud-Orientali (ITR19PECS15)

Il corpo idrico Alcantara (ITR19PECS01) è composto dalle seguenti sub-idrostrutture:

- Alcantara: acquifero a falda libera;
- Piedimonte etneo: acquifero a falda libera

Il corpo idrico Peloritani Meridionali (ITR19PECS10) è composto dalle seguenti sub-idrostrutture:

- Ucria – Montalbano – Roccella Valdemone: acquifero a falda libera
- Montagna Grande – Pizzo Michele: acquifero a falda libera
- Monte delle Cerase: acquifero a falda libera

<p>Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandatario</p> <p>webuild Italia</p> <p>Progettazione:</p> <p>ROCKSOIL S.p.A. PROGER PINI ITALIA</p>	<p>LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA</p> <p>RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</p> <p>Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>62/115</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	62/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	62/115								

Il corpo idrico Fondachelli- Pizzo Monaco (ITR19PECS05) non è suddiviso in sub-idrostrutture.

Il corpo idrico dei Peloritani Sud-Orientali (ITR19PECS15) è composto dalle seguenti sub-idrostrutture:

- Mongiuffi – Taormina: acquifero a falda libera e confinata;
- Gallodoro: acquifero a falda libera e confinata;
- Monte Galfa: acquifero a falda libera;
- Monte Pietrebianche: acquifero a falda libera e confinata;
- Letojanni: acquifero a falda libera;
- Pizzo Cole: acquifero a falda libera.

<p>Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria: Mandante</p> <p>webuild Italia</p> <p>Progettazione:</p> <p>ROCKSOIL S.p.A. PROGER PINI ITALIA</p>	<p>LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA</p> <p>RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</p> <p>Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>63/115</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	63/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	63/115								

5.3 ELEMENTI DI BILANCIO IDROLOGICO DEL SETTORE DI PROGETTO

5.3.1 Precipitazioni e temperature

Per analizzare il contesto di circolazione idraulica sotterranea nei vari acquiferi attraversati dall'opera, occorre considerare *in primis* il regime pluviometrico di riferimento, che insieme agli altri elementi del bilancio idrologico concorre al controllo delle condizioni di alimentazione idrica degli acquiferi. Per il settore in cui ricade l'opera è possibile basarsi sui dati delle stazioni meteo di Taormina (Figura 3). Le precipitazioni medie annue sono di 800-1000 mm (PTA Sicilia, 2007). Nelle annate più piovose, come ad esempio nel 2007, si possono raggiungere valori anche di 1100-1400 mm (cfr. Figura 3).

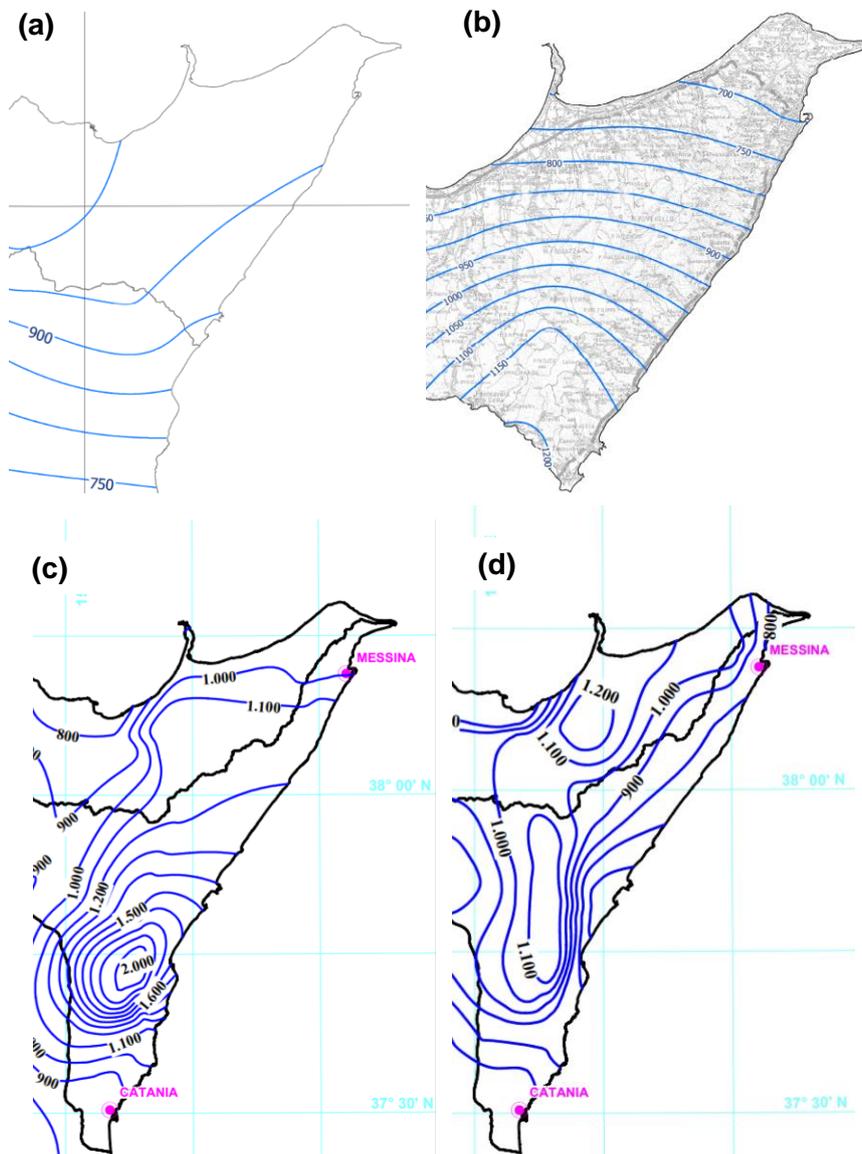


Figura 3. Carta della piovosità del 2005 (a), 2006 (b), 2007 (c) e 2008 (d).

<p>Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria Mandante</p> <p>webuild Italia</p> <p>Progettazione:</p> <p>ROCKSOIL S.p.A. PROGER PINI ITALIA</p>	<p>LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA</p> <p>RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</p> <p>Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>64/115</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	64/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	64/115								

Nella zona costiera di Taormina-Letojanni la temperatura media annua varia da 18-19°C a 15-16°C nei settori collinari, come ad esempio a Gallodoro.

Un riferimento utile per il settore di tracciato è fornito dall'analisi di bilancio idrologico del bacino di Fiumedinisi (cod. R19101), fornito nella documento B.39 della PTA (PTA Sicilia, 2007). Tale bacino è localizzato nel versante orientale della Sicilia; territorialmente ricade nella Provincia di Messina e comprende i seguenti comuni (alcuni interessati dal tracciato ferroviario): Alì Superiore, Itala, Nizza di Sicilia, San Pier Niceto, Monforte San Giorgio e Santa Lucia di Mela, per l'intervallo di anni tra il 1980 e il 2000.

Nell'ambito della presente Progettazione Esecutiva, i risultati del bilancio idrologico forniti dalla pubblicazione sono stati elaborati statisticamente per valutare la dispersività dei valori dei vari termini di bilancio e per fissare per essi un valore medio di riferimento. Il risultato di tale elaborazione è riportato nel diagramma "a scatola e baffi" (o *box and whiskers plot*) di Figura 4. Il valore medio della precipitazione di tale bacino è pari a 950 mm/a.

L'espressione di bilancio idrologico è la seguente:

$$P = E_{tr} + R + I \quad (1)$$

in cui Q è il deflusso idrico totale, P è la precipitazione totale, E_{tr} è l'evapotraspirazione reale, R è il ruscellamento superficiale e I è l'infiltrazione efficace. La somma dei termini R + I costituisce il deflusso idrico globale, coincidente con la precipitazione efficace ($P - E_{tr}$).

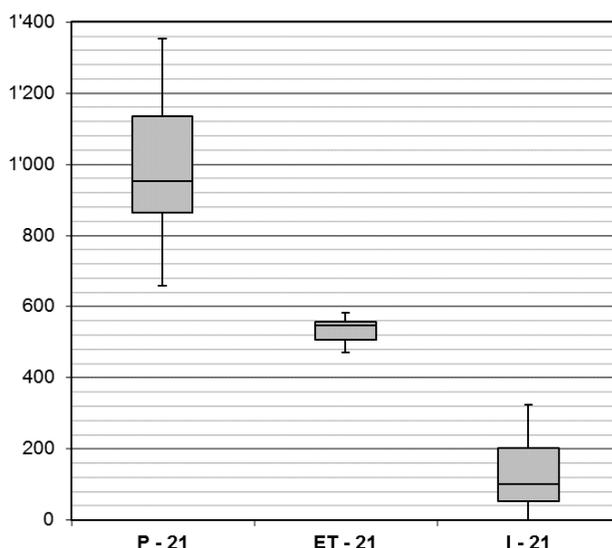


Figura 4. Grafico a "scatola e baffi" con gli elementi del bilancio idrologico relativo al Bacino Fiumedinisi per il periodo 1980-2000; P: piovosità, ET: evapotraspirazione, I: infiltrazione.

<p>Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria Mandante</p> <p>webuild Italia</p> <p>Progettazione:</p> <p>ROCKSOIL S.p.A. PROGER PINI ITALIA</p> <p>PIZZAROTTI SINCE 1910</p>	<p>LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA</p> <p>RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</p> <p>Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>65/115</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	65/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	65/115								

5.3.2 Evapotraspirazione

Il Piano di Tutela delle Acque (PTA Sicilia, 2007) fornisce una stima dei valori di evapotraspirazione su base regionale. L'evapotraspirazione, che è l'effetto combinato dell'evaporazione dal suolo o specchi liquidi e la traspirazione della vegetazione, è stata valutata attraverso la Formula di Turc, ampiamente utilizzata a scala nazionale e calibrata specificatamente per il territorio siciliano attraverso la modifica del potere evaporante dell'atmosfera (Santoro, 1970). Le ricostruzioni sono basate sui dati termici della rete di rilevamento dell'Osservatorio delle Acque, costituita da circa 80 stazioni termografiche. La distribuzione dei valori di evapotraspirazione è stata ricavata mediante l'utilizzo di rette di regressione temperatura-altitudine. Il risultato di tale estrapolazione relativo all'anno 2003 è riportato in Figura 5.

Facendo riferimento ai dati statistici del bacino Fiumedinisi per il periodo 1980-2000 (Figura 4), risulta un'evapotraspirazione annua media pari a 550 mm/a.

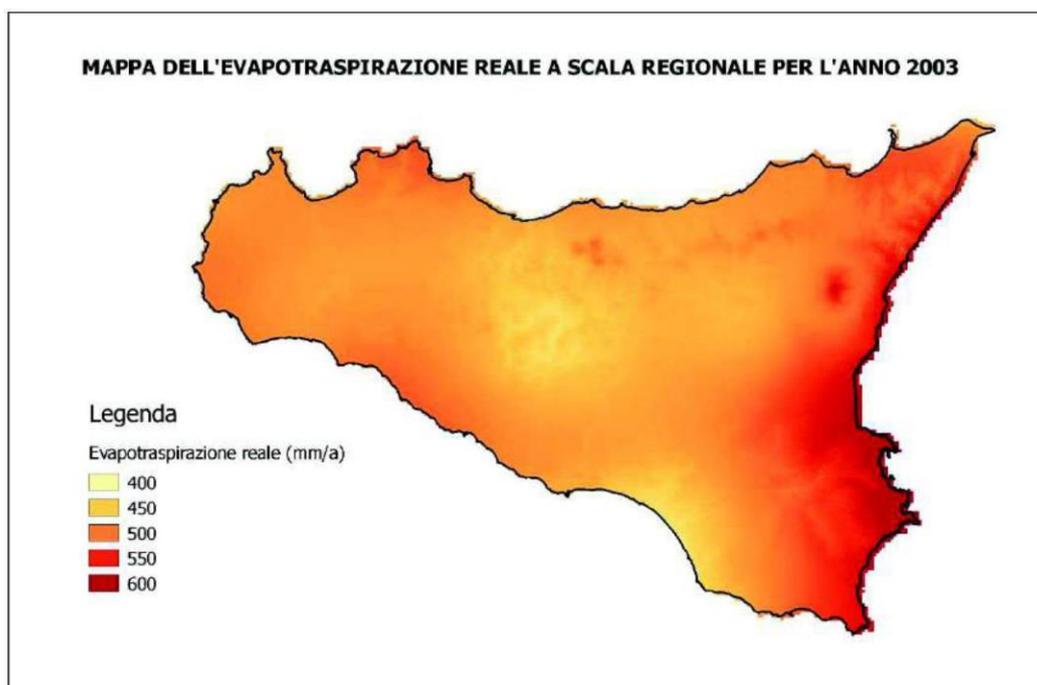


Figura 5. Mappa dell'evapotraspirazione media annua relativa all'anno 2003 (da PTA Sicilia, 2007).

5.3.3 Infiltrazione efficace

Nell'ambito del Piano di Tutela delle Acque della Sicilia (2008), per ciascun corpo idrico sotterraneo sono stati eseguiti i bilanci idrici su base mensile al fine di valutare l'infiltrazione potenziale. Per il calcolo del bilancio sono stati utilizzati i dati di precipitazione, di deflusso idrico superficiale e temperatura mensile per il periodo 1996-2003 raccolti dal Servizio idrografico della Regione Sicilia (S.I.T.R.). I calcoli effettuati permettono di ricavare, per ciascun corpo idrico, i valori di afflusso totale, deflusso totale e infiltrazione potenziale stimato per ciascun corpo idrico sotterraneo, illustrati nell'ambito della pubblicazione del PTA.

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria Mandante   Progettazione:   	LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e) PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAG.</td> </tr> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>66/115</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	66/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	66/115								

Nell'espressione di bilancio idrico si ha:

$$Q = P - E_{tr} = R + I \quad (2)$$

dove Q è il deflusso idrico globale e gli altri termini sono stati espressi in precedenza. Per la stima dell'aliquota di Q che determina l'infiltrazione efficace sono stato utilizzato il metodo dei coefficienti di infiltrazione potenziale (C.I.P.; Celico, 1984), per mezzo del quale è possibile ricavare i valori di infiltrazione come frazione del deflusso globale ($I = x \cdot Q$; x corrisponde ai C.I.P.). I C.I.P. sono strettamente legati alla permeabilità dei terreni affioranti nell'area di ricarica dei corpi idrici, a sua volta dipendente dalla litologia, pendenza dei versanti ed uso del suolo. I C.I.P. di riferimento per le diverse litologie sono i seguenti:

complessi idrogeologici	c.i.p. % D	complessi idrogeologici	c.i.p. % D
calcari	90-100	lave	90-100
calcari dolomitici	70-90	depositi piroclastici	50-70
dolomie	50-70	piroclastiti e lave	70-90
calcari marnosi	30-50	rocce intrusive	15-35
detriti grossolani	80-90	rocce metamorfiche	5-20
depositi alluvionali	80-100	sabbie	80-90
depositi argilloso-marnoso-aren.	5-25	sabbie argillose	30-50

Fonte: Celico P. Prospezioni idrogeologiche – volume II, 1988

Allo scopo di ottenere dei valori utili di riferimento anche nell'ambito dello studio idrogeologico delle varie tratte delle gallerie, i valori di infiltrazione potenziale calcolati con il metodo sopra illustrato per ciascun corpo idrico sotterraneo sono stati normalizzati rispetto all'unità di superficie in modo da ottenere un valore indicativo in termini di l/s/km² (o di mm/a). I risultati di tale normalizzazione, effettuata per i corpi idrici entro cui ricade l'opera, sono riportati nella Tabella 26.

	Corpo Idrico Peloritani Occidentali (ITR19PECS13)	Area [km ²]	Corpo Idrico Peloritani Sud-Orientali (ITR19PECS14)	Area [km ²]	Corpo Idrico Peloritani Sud-Orientali (ITR19PECS15)	Area [km ²]	Corpo Idrico Roccalumera (ITR19PECS16)	Area [km ²]
Sub-idrostrutture appartenenti ai diversi Corpi Idrici Sotterranei	Longi-S. Marco D'Alunzio	71	Monte Ruca	4	Mongiuffi-Taormina	11	Roccalumera	12.5
	M. S. Pietro – Pizzo del Moro	51	Monte Cucuzzo-Monte Pomaro	58	Gallodoro	16.5		
	M. Solazzo	3	Gesso	13	Monte Galfa	1.3		
			Massa S. Lucia	3	Monte Pietrebianche	1.3		
			M. Croce-M. Scuderi-M. Dinnam	360	Letojanni	1.7		
			Ali Terme	4.5	Pizzo Cole	1		
			Castanea	3	TOT	32.8		
			Galati	11				
			Mandanici-M.-Ficherelle	170				
	TOT	125	TOT	627	TOT	65.6	TOT	12.5
Infiltrazione potenziale	m ³ /s	1.48	m ³ /s	3.52	m ³ /s	0.293	m ³ /s	0.133
	l/s	1476	l/s	3524	l/s	293	l/s	133
Infiltrazione per unità di superficie	l/s/km ²	11.8	l/s/km ²	5.6	l/s/km ²	8.9	l/s/km ²	10.6
	mm/anno	372	mm/anno	177	mm/anno	282	mm/anno	336

Tabella 26 - Sintesi degli areali che sottendono ai diversi corpi idrici nel settore limitrofo al Lotto 1 e calcolo delle infiltrazioni efficaci per unità di superficie.

<p>Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria Mandante</p> <p> </p> <p>Progettazione:</p> <p>  </p>	<p>LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA</p> <p>RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</p> <p>Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>67/115</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	67/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	67/115								

In sintesi, da tale esercizio si può osservare come le infiltrazioni efficaci varino tra ca. 6 l/s/km² e 12 l/s/km² (ovvero tra ca. 180 mm e ca. 380 mm), in funzione delle caratteristiche locali (pluviometria, evapotraspirazione e deflusso, quest'ultimo dipendente a sua volta dalle caratteristiche di permeabilità dei terreni coinvolti, di pendenza e di uso del suolo).

Facendo riferimento ai dati statistici del bacino Fiumedinisi per il periodo 1980-2000 (Figura 4), risulta un'infiltrazione annua compresa tra 50 e 200 mm/a. La precipitazione calcolata è pari a 129 mm.

<p>Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandatario: Mandante</p> <p>webuild Italia</p> <p>Progettazione:</p> <p>ROCKSOIL S.p.A. PROGER PINI ITALIA</p>	<p>LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA</p> <p>RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</p> <p>Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>68/115</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	68/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	68/115								

6 SORGENTI E OPERE DI CAPTAZIONE

6.1 INTRODUZIONE

In fase di Progettazione Esecutiva, le sorgenti e i pozzi ricadenti nel settore di tracciato ferroviario del Lotto 1 Fiumefreddo-Taormina sono state oggetto di un censimento. Le schede di censimento di tali punti d'acqua sono riportate nell'elaborato con codice RS5M01EZZSHGE0002001A e, inoltre, la loro ubicazione in carta è riportata nella cartografia idrogeologica e nelle carte di censimento e previsione degli impatti delle risorse idriche (RS5M01EZZG5GE0002003B e RS5M01EZZG5GE0002004B).

Il censimento delle risorse idriche è stato svolto attraverso i seguenti passaggi:

1. Verifica in situ dei punti d'acqua riportati nella cartografia idrogeologica del Progetto Definitivo. Dalla verifica dei punti d'acqua riportati in tale cartografia è emerso che è stato possibile reperire solo alcuni dei punti tra quelli indicati. Per alcuni punti non è stato possibile effettuare una verifica in quanto questi ricadevano in proprietà private non accessibili e con proprietario irreperibile. In altri casi, invece, i punti riportati nelle tavole di Progetto Definitivo non avevano corrispondenza nella realtà alcuna captazione. Per questi ultimi, il motivo di tale riscontro non è noto, si può supporre che questo sia riconducibile ad un problema di elevata approssimazione grafica tra una base dati che è stata utilizzata e che tuttavia conteneva imprecisioni nelle ubicazioni dei punti;
2. Richiesta e consultazione dei dati relativi ai punti d'acqua presso gli uffici tecnici dei Comuni dell'area in cui ricade il tracciato di Lotto 1.
3. Consultazione della "Carta della vulnerabilità all'inquinamento degli acquiferi dell'area Peloritana (Sicilia NE)", condivisa dal Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Catania (UNICT).
4. Consultazione del Piano Regolatore degli Acquedotti della regione Sicilia.

Si sottolinea che nonostante, i vari tentativi fatti, il dataset raccolto rappresenta presumibilmente solo un parziale dei punti d'acqua presenti sul territorio.

6.2 CONTESTO IDROGEOLOGICO DEI POZZI E DELLE SORGENTI

Le numerose sorgenti che scaturiscono a diversa quota lungo i rilievi e nei bacini idrografici sono espressione di una circolazione idrica sotterranea molto discontinua e frazionata (Carbone et al. 2007; Regione Sicilia 2007). Le loro acque, in gran parte non captate per la modestia delle portate e la grande dispersione dei punti di emergenza, defluiscono pertanto lungo i pendii raggiungendo i depositi alluvionali di fondovalle (Ferrara 1990; Carbone et al. 2007; Regione Sicilia 2007). Pertanto, le suddette emergenze contribuiscono all'alimentazione dei deflussi di subalveo in un intervallo di tempo molto più esteso rispetto al periodo dell'anno in cui si verificano le precipitazioni meteoriche (Carbone et al. 2007).

La circolazione idrica negli ammassi rocciosi metamorfici determina l'esistenza di un elevato numero di manifestazioni sorgentizie, la cui portata presenta generalmente un'elevata variabilità in un ristretto arco di tempo ed è direttamente condizionata dalle precipitazioni meteoriche (Carbone et al. 2007). Il maggior numero di sorgenti ricade sugli affioramenti di terreni cristallini, mentre quelle con portata più significativa si collocano sulle metamorfiti di alto grado (gneiss occhiadini, paragneiss biotitici con lenti di apliti e pegmatiti), che costituiscono le parti sommitali dei rilievi montuosi (Ferrara 1999; Carbone et al. 2007).

<p>Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria Mandante</p> <p> </p> <p>Progettazione:</p> <p>  </p>	<p>LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA</p> <p>RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</p> <p>Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>69/115</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	69/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	69/115								

Le sorgenti più importanti e a carattere perenne sono localmente captate mediante opere semplici e rudimentali, mentre alcune emergenze temporanee sono interessate da semplici sistemi di derivazione per uso agricolo (Carbone et al. 2007).

Le sorgenti che scaturiscono da terreni cristallini presentano generalmente portate iniziali non trascurabili, ma hanno una tendenza all'esaurimento in tempi relativamente brevi per le ridotte dimensioni dei serbatoi che le alimentano (Ferrara 1999; Carbone et al. 2007; Regione Sicilia 2007). Le sorgenti collegate a depositi terrigeni alle alternanze flyschoidi hanno in prevalenza portate modeste e poco persistenti, essendo alimentate da orizzonti acquiferi costituiti da singoli livelli o banchi arenacei più o meno fessurati, generalmente di scarsa estensione (Ferrara et al. 1995; Carbone et al. 2007).

Le coperture detritiche ed eluvio-colluviali danno generalmente luogo a manifestazioni sorgentizie spesso effimere, col conseguente sviluppo una diffusa circolazione di acque in superficie subito dopo eventi piovosi (Carbone et al. 2007). Infine, le successioni vulcaniche del Monte Etna danno luogo a diverse centinaia di sorgenti (Ferrara & Pappalardo 2008), pochissime delle quali hanno portate dell'ordine di qualche l/s. Lungo l'alveo del Fiume Alcantara si registra un importante e progressivo aumento delle portate sorgentizie, essenzialmente alimentate dalle rocce laviche altamente permeabili (Ferrara 1994, 2001; Ferrara & Pappalardo 2008).

Nel settore centrale dei Monti Peloritani, nella zona di Ali Terme, sono presenti importanti manifestazioni termali di acque solfuree (Carapezza et al. 1977; Alaimo et al. 1978). Si tratta di sorgenti con chiare e inequivocabili relazioni con le acque marine, come evidenziato dall'elevato contenuto salino e dalla prevalenza di Na e Cl (Alaimo et al. 1978). Le manifestazioni idrotermali, infatti, sono raggruppate in un'area posta a circa 400 m a valle del tracciato molto prossima al mare e sono prelevate da pozzi così come segnalato nella carta idrogeologica.

In tutta l'area di studio, sono presenti numerose opere di captazione che prelevano le acque di falda degli acquiferi alluvionali per scopi sia irrigui che idropotabili (Carbone et al. 2007; Branca et al. 2009). Tali opere sono rappresentate essenzialmente da pozzi, sia scavati che perforati, e da gallerie drenanti localizzate nel subalveo dei maggiori corsi d'acqua e lungo la fascia costiera. In alcuni settori questi prelievi determinano forti depressioni del livello delle falde, con conseguente richiamo di acque marine e locali fenomeni di insalinamento (Ferrara 1999; Carbone et al. 2007). Infine, in corrispondenza del versante Nord-orientale del Monte Etna, sono presenti numerose opere di captazione per lo sfruttamento dell'acquifero vulcanico (Ferrara 1975; Branca et al. 2009, Federico et al. 2017), tra cui assumono particolare rilevanza quelle poste a monte del centro abitato di Fiumefreddo di Sicilia.

La notevole variabilità litologica e strutturale che caratterizza il territorio di studio determina sostanziali differenze nella distribuzione delle risorse idriche sotterranee, in quanto diverso è il ruolo rivestito dagli acquiferi in relazione alla loro capacità di immagazzinare e trasmettere le acque di infiltrazione (Carbone et al. 2007). La definizione della vulnerabilità naturale o intrinseca degli acquiferi, basata su dati geologici ed idrogeologici, permette quindi di distinguere differenti condizioni (Ferrara 1996; 1999).

La falda libera dei depositi alluvionali presenta una vulnerabilità sempre molto elevata, in quanto condizionata dall'alta permeabilità dei terreni e dalla limitata soggiacenza delle falde in corrispondenza sia dei fondovalle che della zona costiera (Ferrara 1996; 1999; Carbone et al. 2007). Le calcareniti organogene e i calcari evaporitici, permeabili sia per fessurazione che per porosità, presentano una

<p>Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandatario: Mandante</p> <p> </p> <p>Progettazione:</p> <p>  </p>	<p>LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA</p> <p>RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</p> <p>Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>70/115</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	70/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	70/115								

vulnerabilità piuttosto elevata a causa della limitata soggiacenza delle falde, localmente attenuata dove gli acquiferi soggiacciono a terreni scarsamente permeabili (Ferrara 1996; 1999).

I prodotti eruttivi dell'edificio vulcanico etneo sono caratterizzati da una permeabilità generalmente piuttosto elevata e, pertanto, la vulnerabilità dei corpi idrici sotterranei è strettamente connessa alle locali caratteristiche litologiche e strutturali (Ferrara 1990, 1994; Carbone et al. 2009). In generale, il maggior grado di fessurazione delle rocce laviche e la presenza di orizzonti vulcanoclastici o cavità di svuotamento lavico, determinano un marcato aumento della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi, soprattutto nei settori dove la superficie piezometrica è posta a ridotta profondità dal piano campagna (Ferrara 1975; 1990). Le caratteristiche generali dell'area etnea evidenziano come il rischio di inquinamento delle falde sia decisamente maggiore in prossimità della costa ionica, dove si riscontra un insieme di fattori che possono determinare un brusco innalzamento dei valori di vulnerabilità (Ferrara 1990; Carbone et al. 2009).

Nelle alternanze arenaceo-sabbiose le modalità di circolazione idrica limitano il grado di vulnerabilità dell'acquifero, anche se non mancano zone a vulnerabilità più elevata per la presenza di orizzonti più fessurati e permeabili, che consentono una più rapida diffusione degli inquinanti (Ferrara 1996; 1999; Carbone et al. 2007). I complessi marnosi e argilloso-limosi, per le loro caratteristiche di permeabilità, sono invece privi di una circolazione idrica sotterranea e pertanto gli inquinanti interessano esclusivamente le acque di deflusso superficiale (Ferrara 1996; 1999; Carbone et al. 2007).

Nei corpi idrici multifalda, il tipo di circolazione idrica discontinua e variabile comporta un grado di vulnerabilità generalmente medio-basso, a causa della protezione esercitata dagli strati impermeabili nei confronti dei livelli acquiferi contenuti negli orizzonti più permeabili (Ferrara 1996; 1999; Carbone et al. 2007). La limitata circolazione in seno al complesso metamorfico di grado medio-basso comporta, invece, una condizione di bassa vulnerabilità dei modesti e discontinui livelli acquiferi presenti (Ferrara 1996; 1999; Carbone et al. 2007).

La vulnerabilità degli acquiferi nelle metamorfiti di medio-alto grado, al contrario, è più alta per la presenza di una maggiore fratturazione della roccia e di coperture detritiche e di alterazione. A maggiore profondità dal piano campagna, l'esistenza nell'ammasso roccioso di fratture serrate e poco alterate riduce notevolmente la circolazione idrica e abbassa il grado di vulnerabilità, che nell'insieme può quindi definirsi medio (Ferrara 1996; 1999; Carbone et al. 2007).

In generale, risulta evidente come lungo la fascia costiera siano concentrati gli insediamenti abitativi e le attività produttive da cui deriva la maggiore produzione di inquinanti. In queste aree si hanno condizioni di vulnerabilità particolarmente elevate, connesse alla presenza di acquiferi privi di protezione superficiale e con modesta soggiacenza delle falde (Ferrara 1994; Carbone et al. 2007; Branca et al. 2009). Per quanto riguarda l'influenza dei fattori antropici su tali acquiferi, essa è determinata dalle aree urbanizzate in cui si hanno alti consumi idrici e la conseguente produzione di consistenti volumi di acque reflue, che sono immesse nell'ambiente spesso senza preventivo trattamento. Un altro fenomeno connesso alla presenza antropica è rappresentato dall'ingressione di acqua marina negli acquiferi, principalmente quelli alluvionali, dovuto agli eccessivi prelievi delle falde (Carbone et al. 2007).

<p>Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandatario</p> <p> </p> <p>Progettazione:</p> <p>  </p>	<p>LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA</p> <p>RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</p> <p>Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>71/115</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	71/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	71/115								

6.3 CENSIMENTO DEI POZZI E DELLE SORGENTI

Nell'ambito del censimento dei pozzi d'acqua e delle sorgenti svolto durante lo studio per la Progettazione Esecutiva dell'opera sono stati censiti:

- n. 8 pozzi idropotabili;
- n. 2 serbatoi di raccolta acque nel comune di Fiumefreddo, ad uso idropotabile;
- n.2 sorgenti (Sorgente Torre e Sifone);
- n. 1 galleria drenante (Sifone).

Come precedentemente specificato, tali punti d'acqua derivano dal dataset fornito dagli uffici tecnici dei seguenti Comuni: Fiumefreddo, Calatabiano, Taormina e Castelmola. I dati forniti sono relativi unicamente ai pozzi ad uso idropotabile, mentre non sono stati forniti dati di sorgenti o pozzi ad altro uso.

La distribuzione di tali punti d'acqua è riportata nelle "Carte di censimento delle risorse idriche" (cod. RS5M01EZZG5GE0002003B e RS5M01EZZG5GE0002004B). I dettagli di tali punti d'acqua sono riportati nelle schede di censimento (cod. RS5M01EZZSHGE0002001A).

Per il Comune di Taormina non è stato possibile reperire delle informazioni puntuali circa l'ubicazione e le caratteristiche delle risorse esistenti nonostante siano state richieste all'ufficio tecnico del comune e all'ASM (Azienda Servizi Municipalizzati) di Taormina. Informalmente, si è venuti a conoscenza che l'approvvigionamento idrico dell'abitato avviene tramite la galleria drenante "Sifone". La sorgente Torre invece, non contribuisce a rifornire la città, perché attiva solo saltuariamente.

<p>Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria Mandante</p> <p>webuild Italia</p> <p>Progettazione:</p> <p>ROCKSOIL S.p.A. PROGER PINI ITALIA</p>	<p>LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA</p> <p>RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</p> <p>Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>72/115</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	72/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	72/115								

7 MODELLO IDROGEOLOGICO DI DETTAGLIO

7.1 PERMEABILITÀ DELLE UNITÀ GEOLOGICHE

Dall'analisi dei risultati delle prove idrauliche effettuate nell'ambito del Progetto Definitivo e del Progetto Esecutivo per le varie tratte del tracciato dell'opera emerge un quadro articolato di distribuzione di permeabilità. Inizialmente, i dati di permeabilità sono stati analizzati aggregando i valori derivanti delle prove effettuate in rocce appartenenti allo stesso complesso idrogeologico (cfr. paragrafo 5.1). Tuttavia, si è osservato che con questo criterio i valori mostravano una elevata dispersività che non consentiva di descrivere in maniera sufficientemente rappresentativa le differenze tra un complesso e l'altro. Pertanto, si è scelto di analizzare le permeabilità per ogni unità geologica, il che consente di pervenire ad una distribuzione di valori maggiormente definita e statisticamente più rappresentativa. I valori di permeabilità così ottenuti costituiscono il riferimento utilizzato anche per la stima delle portate d'acqua previste in galleria nelle diverse tratte.

Per ottenere una distribuzione di valori statisticamente rappresentativa è stato utilizzato il metodo dei quartili. I risultati ottenuti sono stati riportati graficamente in diagrammi "a scatola e baffi" (o *box and whiskers plot*). Tale rappresentazione grafica esprime efficacemente la distribuzione statistica e la dispersione dei valori di conducibilità idraulica delle varie unità geologiche ricadenti nel settore e oggetto di prove idrauliche in foro.

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.

Il diagramma di Figura 6 riporta per le unità del substrato la distribuzione dei valori di riferimento. Dall'esame dei valori ottenuti, per ogni unità è stata identificata una permeabilità mediana di riferimento ed un campo di variabilità che identifica il massimo e minimo valore ragionevolmente atteso (quindi escludendo i "baffi" ottenuti nelle varie rappresentazioni). Per la permeabilità delle faglie e delle fratture si fa indicativamente riferimento al 75° percentile.

Per le unità per cui non sono disponibili informazioni specifiche per questo lotto ci si è basati sui dati derivanti dalle prove idrauliche nelle stesse unità del Lotto 2. Nei casi in cui anche per il Lotto 2 non erano presenti misure di permeabilità, si è effettuata una stima delle proprietà idrauliche basandosi sulle caratteristiche litologico-strutturali delle unità e utilizzando dati di riferimento prelevati dalla letteratura scientifica.

<p>Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria: Mandante</p> <p>webuild Italia</p> <p>Progettazione:</p> <p>ROKSOIL S.p.A. PROGER PINI ITALIA</p>	<p>LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA</p> <p>RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</p> <p>Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>73/115</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	73/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	73/115								

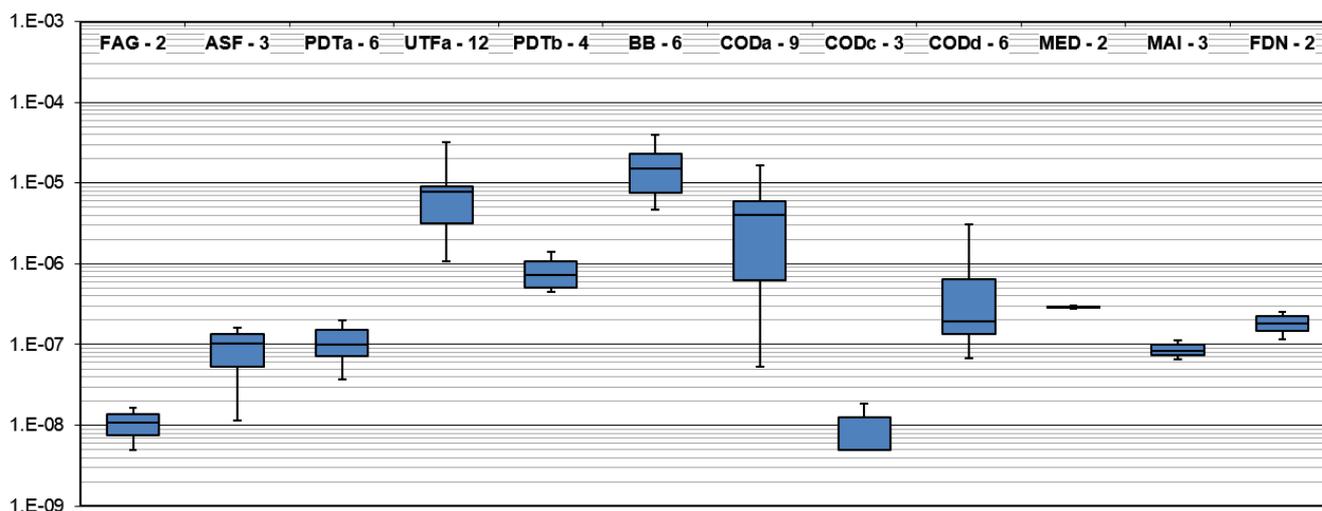


Figura 6. Diagramma “a scatola e baffi” dei valori di permeabilità [m/s] ottenuto combinando i risultati delle prove idrauliche effettuate nell’ambito del Progetto Definitivo e del Progetto Esecutivo per le unità del substrato. Le sigle fanno riferimento alle unità geologiche, così come riportate nelle carte e nei profili geologici; i valori si riferiscono al numero di dati complessivamente utilizzati per ricostruire la distribuzione statistica.

7.2 BATTENTI IDRAULICI ATTESI LUNGO IL TRACCIATO DELLE GALLERIE

La campagna di indagini geognostiche condotte nell’ambito del Progetto Esecutivo ha previsto la realizzazione di una serie di sondaggi profondi, attrezzato a piezometro, in diverse tratte delle varie gallerie in progetto, sia del Lotto 1 sia del Lotto 2. Integrando i risultati ottenuti con il monitoraggio effettuato su tali nuovi piezometri con quelli eseguiti in fase di PD è stato possibile verificare l’attesa esistenza di una correlazione positiva tra l’entità delle coperture litologiche e i battenti idraulici misurati in riferimento alla quota del piano del ferro.

Si tratta di una correlazione riscontrabile comunemente in diversi contesti geologici, a prescindere dal locale contesto idrogeologico (quali permeabilità, alimentazione idraulica, geometria dell’area di ricarica e di recapito dei sistemi di flusso), quello geomorfologico, il regime pluviometrico e le condizioni generali di uso del suolo.

Il tema di tale correlazione tra battenti idraulici e entità delle coperture litologiche assume una particolare importanza nell’ambito del contesto geologico e idrogeologico d’interesse progettuale; qui infatti la geologia locale presenta alcune singolarità, tettoniche e in termini di ammassi litologici, che determinano una spiccata e reiterata disarticolazione e frammentazione del substrato litologico, che viene a caratterizzarsi per lunghi tratti come un ammasso intrinsecamente e fortemente eterogeneo a piccola scala. Su questo pattern litologico vengono ad inserirsi fasce tettonizzate e, cosa peculiare, estese e prolungate lineazioni di sovrascorrimenti sub-orizzontali al contatto tra Formazioni litologiche differenti, il cui risultato in termini idrogeologici consiste nell’individuazione di areali omogenei riconoscibili per intorni territoriali particolarmente ridotti.

<p>Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria Mandante</p> <p>webuild Italia</p> <p>Progettazione:</p> <p>ROCKSOIL S.p.A. PROGER PINI ITALIA</p>	<p>LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA</p> <p>RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</p> <p>Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>74/115</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	74/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	74/115								

Una tale situazione ha di fatto reso particolarmente difficile l'estrapolazione di dati piezometrici da piezometri distanti già alcune decine di metri dall'asse del tracciato ferroviario di progetto, in quanto già al variare di poche decine di metri possono sussistere comportamenti idrogeologici diversi, in termini di permeabilità e di carichi idraulici.

Per lunghi tratti risulta quindi difficile identificare un vero e proprio sistema di circolazione idrogeologica riconducibile ad un andamento dei carichi idraulici ben individuato nello spazio tridimensionale. Per questi contesti sussiste il problema di poter acquisire dei dati piezometrici la cui estrapolabilità è territorialmente ridotta. In taluni casi, non risultando efficace un approccio deterministico, ci si trova in una situazione nella quale le prevalenti zone con limitata numerosità di dati (ne servirebbero in ogni caso tanti, con una densità estremamente alta) devono presentarsi con valori estrapolati da considerare in un'ottica di rischio idraulico, intrinsecamente legato alla possibilità che in fase di avanzamento dello scavo ci si venga puntualmente a trovare di fronte a situazioni idrogeologiche, nel contesto stretto, con valori diversi (e quindi anche maggiori) di quelli stimati sulla base delle poche misure disponibili.

Dall'integrazione dei dati relativi ai battenti idraulici massimi misurati nell'ambito delle campagne di monitoraggio di PD e di PE (nelle sue diverse articolazioni temporali) è possibile ricostruire in maniera sufficientemente compiuta una distribuzione statistica significativa della correlazione dei dati piezometrici con le relative coperture (Figura 7). Come si può osservare, la campagna di indagini geognostiche condotta in fase di PE consente di estendere in maniera significativa il campo di conoscenze nei contesti di più elevata copertura, proprio perché le indagini integrative di PE hanno compreso sondaggi di maggiore profondità rispetto a quelli eseguiti per il PD, andando così a caratterizzare direttamente il substrato soprastante importanti tratti di gallerie profonde di progetto. Questo approfondimento locale diretto dello stato conoscitivo profondo ha quindi consentito di acquisire dati puntuali sui battenti idraulici da mettere in relazione a coperture di entità precedentemente non rilevate nel PD.

Grazie quindi a questa nuova serie di dati piezometrici relativi a punti con coperture litologiche particolarmente elevate è stato possibile avere una più completa (soprattutto verso i valori di maggiore entità) distribuzione dei dati piezometrici complessivi di PD e di PE, riuscendo ad individuare in maniera piuttosto netta un campo statistico all'interno del quale il valore di battente varia in funzione del locale contesto idrogeologico. Tale campo è pertanto delimitato da due assi che segnano, verso l'esterno, la zona nella quale non è presente nessun valore misurato nei 2 Lotti e nelle 2 fasi progettuali del PD e del PE e che pertanto si configurano come zone in cui l'eventuale presenza di valori di battenti idraulici ricostruiti e/o stimati indicherebbe con ogni probabilità una sovra o sottostima.

<p>Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandatario: Mandante</p> <p>webuild Italia</p> <p>Progettazione:</p> <p>ROKSOIL S.p.A. PROGER PINI ITALIA</p>	<p>LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA</p> <p>RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</p> <p>Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>75/115</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	75/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	75/115								

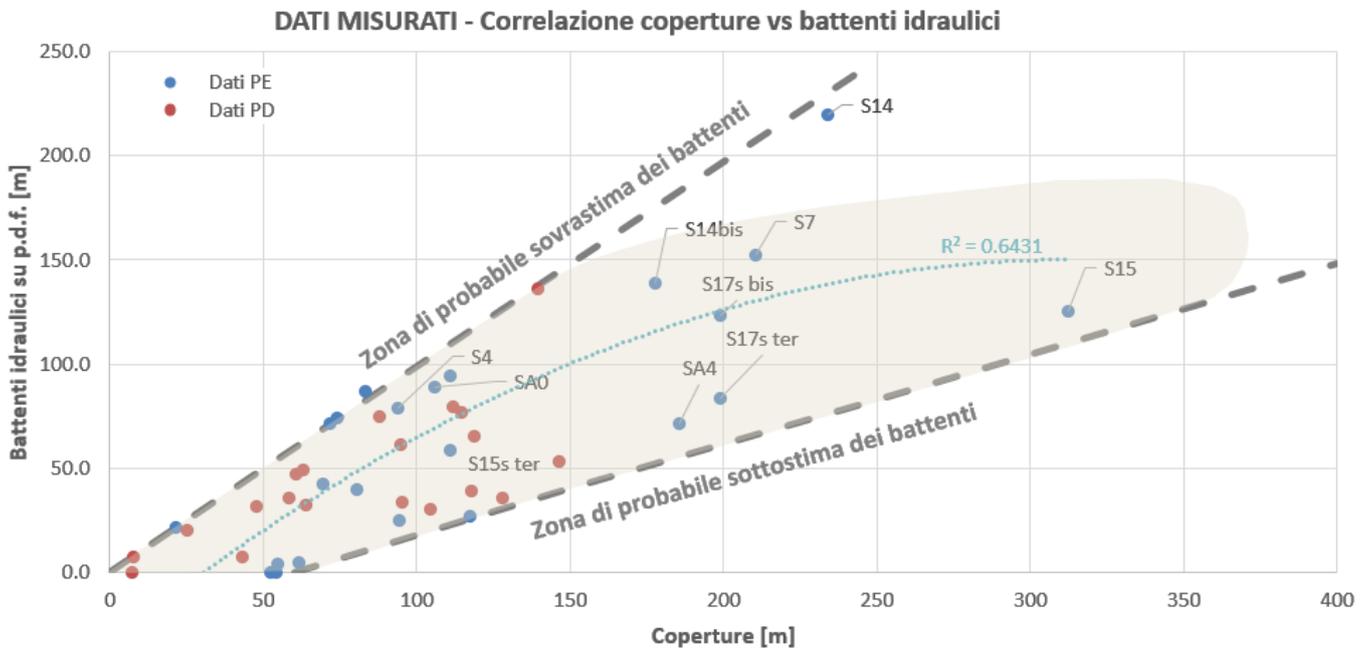


Figura 7. Dati di misura con distribuzione dei valori di battente idraulico riportati rispetto alle coperture di riferimento. Sono riportate le etichette dei sondaggi più profondi realizzati nell'ambito del PE. La retta rappresentata costituisce il risultato di una correlazione polinomiale di secondo grado dei dati.

Un ulteriore affinamento della distribuzione statistica dei rapporti battenti/coperture è stato ottenuto in considerazione del fatto che in corrispondenza delle parti più elevate del bacino (cui normalmente corrispondono anche i maggiori valori di copertura, stante la ridotta pendenza longitudinale delle gallerie) è stata individuata una possibile correzione alla linea di correlazione con l'introduzione di un appiattimento del trend di dati (tipo correlazione polinomiale di secondo grado) alle più elevate coperture. Dal punto di vista "fisico", si registra infatti come nelle parti più montane dei bacini si abbia una prevalenza di creste e superfici ad elevata acclività, cui corrisponde una minore infiltrazione delle acque meteoriche a favore di quelle di ruscellamento verso quote inferiori. Da ciò consegue una tendenza ad un appiattimento dei battenti idraulici rispetto ad una loro possibile proiezione lineare, aspetto di cui la correzione polinomiale tiene in conto.

In un contesto idrogeologico generale di acquiferi fortemente discontinui, in cui i sistemi di flusso sono fortemente influenzati dalla frammentazione e disomogeneità idrogeologica del substrato la correlazione statistica di grande scala mostrata in Figura 7 consente di:

- verificare l'attendibilità statistica dei dati piezometrici "ricostruiti" tra un vincolo e l'altro (costituiti dai dati misurati);
- individuare un campo ristretto di attendibilità statistica per i valori dei battenti idraulici nelle zone di galleria del tutto scoperte di dati piezometrici per tratti la cui lunghezza ne inficia l'estrapolazione.

<p>Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria Mandante</p> <p>webuild Italia</p> <p>Progettazione:</p> <p>ROKSOIL S.p.A. PROGER PINI ITALIA</p>	<p>LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA</p> <p>RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</p> <p>Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>76/115</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	76/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	76/115								

Pertanto, in entrambi questi casi, il grafico di Figura 7 costituisce un valido riferimento **per verificare che nella ricostruzione dei battenti idraulici non vengano introdotte sovrastime o sottostime non plausibili dei valori ipotizzati.**

Naturalmente, nell’ambito di tale rappresentazione statistica generale ogni sistema di flusso presenta poi una specifica distribuzione dei carichi idraulici, e quindi dei battenti in galleria, governata dalle locali condizioni idrogeologiche. Pertanto, l’andamento dei battenti idraulici rispetto alle coperture può variare da un settore all’altro di un ammasso roccioso, con funzioni di correlazione che, benché siano attese ricadere sempre nell’ambito del campo di validità statistica compreso tra i limiti tratteggiati in grigio, possono assumere andamenti differenti dalla retta di correlazione generale presentata nel grafico di Figura 7.

La zona ombreggiata di Figura 7 rappresenta pertanto il campo entro cui i dati tendono a concentrarsi con maggiore frequenza di probabilità e **la rappresentazione di questa zona assume un significato particolarmente importante per quanto riguarda la valutazione degli scenari di rischio idraulico**, proprio alla luce dell’eterogeneità e della frammentazione dell’assetto idrogeologico più volte evidenziati. Infatti, nei contesti particolarmente articolati dal punto di vista geologico-strutturale anche dal punto di vista idrogeologico è attesa un’elevata eterogeneità che si caratterizza dalla presenza di variazioni laterali anche repentine dei valori del battente idraulico nello spazio (e cioè con accadimento di valori anche significativamente difforni, seppur a brevi distanze tra loro lungo l’asse delle gallerie). La zona ombreggiata nel grafico costituisce pertanto un riferimento robusto per valutare, con un intervallo di attendibilità statistica, il rischio che in fase di avanzamento dello scavo si possano riscontrare situazioni con battenti idraulici differenti rispetto a quelli che emergono dalla ricostruzione vincolata a singoli punti di misura e che sono stati riportati negli elaborati del PE. L’andamento leggermente asintotico della zona di massima attendibilità statistica dei dati riflette una correlazione tendenziale di variazione dei battenti in funzione delle coperture.

Questo è un punto fondamentale dello studio idrogeologico del PE, proprio perché pur avendo affinato e aggiornato i dati piezometrici sulla base delle nuove verticali di indagini profonde e delle reiterate e complesse valutazioni che, anche con il supporto scientifico di UNI-CT (in possesso di dati e conoscenze incomparabili sull’assetto idrogeologico e sulle Formazioni geologiche d’interesse progettuale), si è giunti alla ferma convinzione che l’eterogeneità a piccola scala impedisce di annullare il rischio di valori idraulici differenti da quelli ricostruiti, anche nell’eventualità di effettuare ulteriori piezometri, ognuno dei quali consentirebbe di acquisire la “certezza del dato” solo su un limitato intorno territoriale, senza aumentare significativamente l’attendibilità generale dell’assetto.

Il concetto di “rischio idraulico” da affrontare necessariamente in fase di scavo, riscontrando la reale rispondenza puntuale dei valori dei battenti idraulici nelle zone non coperte con sufficiente densità del dato piezometrico, costituisce quindi lo scenario di riferimento fondamentale per l’intero studio idrogeologico.

Tenendo quindi debitamente conto di tale concetto di “rischio idraulico”, in conclusione, il processo di ricostruzione dei battenti idraulici sulle gallerie è stato effettuato tratta per tratta, considerando le correlazioni con le coperture del singolo settore, il locale contesto idrogeologico e le misure piezometriche (o sorgentizie) disponibili, pesate in relazione alla loro rappresentatività (quali la distanza rispetto al tracciato ed eventuali confinamenti e/o dislocazioni tettoniche).

<p>Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandatario: Mandante</p> <p>webuild Italia</p> <p>Progettazione:</p> <p>ROCKSOIL S.p.A. PROGER PINI ITALIA</p>	<p>LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA</p> <p>RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</p> <p>Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>77/115</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	77/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	77/115								

Le ricostruzioni ottenute per ciascuna galleria sono state confrontate nell'ambito del diagramma presentato avendo cura di verificare che queste si collocassero all'interno dell'ambito di attendibilità statistica dei valori di battente individuato, evitando quindi le zone di sovra- o sottostime messe in luce dal grafico di Figura 7. Infine, tenuto conto dei singoli contesti, è stata effettuata una valutazione dei possibili scenari di rischio in relazione alla possibilità di incontrare battenti idraulici più elevati di quelli ricostruiti e riportati negli elaborati di PE.

7.3 ASSETTO IDROGEOLOGICO DI DETTAGLIO DELLE GALLERIE

7.3.1 Assetto idrogeologico della G. Calatabiano

Il tracciato si sviluppa principalmente all'interno di formazioni di tipo argilloso, come le argille scagliose (ASF) dell'Unità Sicilide e le argille grigio-azzurre (FAG) dei depositi marini pleistocenici. In queste formazioni le circolazioni idriche sotterranee sono minoritarie, e limitate a scarsi deflussi in corrispondenza degli orizzonti più sabbiosi, che comunque sono spazialmente poco estesi.

Un tratto in cui la galleria interferisce con i depositi alluvionali del T. S. Giorgio è compreso tra la pk 3+900 e 4+200. In questo settore, i fronti di scavo attesi sono in materiale misto. In corrispondenza delle zone in connessione idraulica con il torrente, qualora questo non fosse in secca, sono possibili afflussi d'acqua di entità considerevole.

Altre zone in cui gli afflussi di acqua sotterranea potrebbero essere relativamente più consistenti, benché comunque tendenzialmente limitati a valori inferiori al litro al secondo in dieci metri di attraversamento, sono rappresentate dalle faglie sub-verticali che intersecano la galleria nelle litofacies argilloso-sabbiose (PDTa) della Formazione di Piedimonte. Per la ricostruzione del contesto stratigrafico e idraulico in corrispondenza della terza uscita intermedia della Galleria Calatabiano (pk 5+470) ci si è basati sul sondaggio S05D, collocato in asse alla valle a pochi metri dalla terza uscita intermedia, e che mostra come i primi 7.5 m siano costituiti da depositi torrentizi permeabili (sabbie debolmente limose). Nel corso della perforazione è stata identificata la presenza di una falda a ca. 3 m da p.c. Va inoltre considerato che nel contesto della III uscita sono attesi flussi sotterranei sia concentrati lungo l'asse vallivo in corrispondenza dei depositi torrentizi, sia provenienti dai versanti circostanti. Infatti, sono stati osservati depositi detritico-colluviali nei quali possono essere concentrati flussi superficiali in corrispondenza dei periodi di piovosità. A ca. 130 m a valle della III uscita è stata osservata una risorgenza di acqua (Figura 8) presumibilmente proveniente dai depositi detritici posizionati sul versante in destra idrografica. In conclusione, gli elementi sopra riportati portano a concludere che il contesto di realizzazione della III uscita è caratterizzato da materiali permeabili e flussi sotterranei che vanno considerati nella progettazione delle opere.

<p>Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria Mandante</p> <p>webuild Italia</p> <p>Progettazione:</p> <p>ROCKSOIL S.p.A. PROGER PINI ITALIA</p>	<p>LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>78/115</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	78/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	78/115								



Figura 8. Risorgenza captata di acqua ubicata a valle della III uscita della G. Calatabiano.

In corrispondenza della faglia sub-verticale che alla pk 6+000 ca. separa, a sud, la litofacies argillosa PDTb da quella arenacea PDTa, a nord, sono possibili afflussi di entità relativamente maggiore, benché questi probabilmente non siano supportati da una ricarica significativa da monte e, pertanto, sono destinati ad esaurirsi piuttosto velocemente.

In generale, i carichi idraulici lungo tracciato sono medio-bassi. I battenti idraulici massimi attesi sul piano del ferro sono attorno a 5-6 bar tra le pk 4+600 e 4+900 e tra la pk 5+700 e 6+000 (Figura 9). Il valore massimo ricavato dalle misure piezometriche è relativo al sondaggio S04D (pk 4+570), che restituisce un valore di battente idraulico sul p.f. di 55 m (5.5 bar).

Il livello misurato nel piezometro S10g (pk 5+650) restituisce un battente di 2 bar sul p.f. Nella tratta compresa tra questo piezometro e la pk 6+000 le coperture aumentano sensibilmente, in un contesto di permeabilità basse. Tenuto conto di tale contesto, i valori di battente idraulico sono ipotizzati in aumento fino a 5-6 bar nella zona di massima copertura.

Il quadro completo dei battenti idraulici rispetto alle coperture della G. Calatabiano è mostrato in Figura 9. Si può osservare come tutte le ricostruzioni effettuate rimangano all'interno della fascia di attendibilità statistica dei valori descritta nel paragrafo 7.2. in Figura 7.

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud
Mandatario: Mandante



Progettazione:



LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA

RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO

Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	79/115

G. Calatabiano - Distribuzione dei battenti idraulici indisturbati

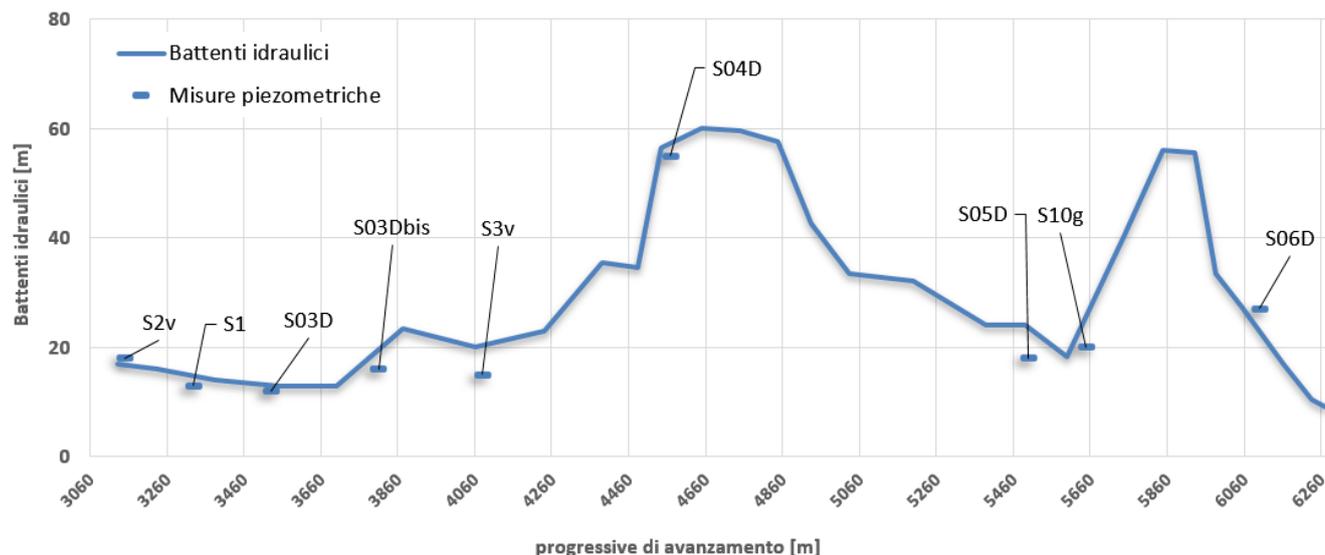


Figura 9. Battenti idraulici indisturbati riferiti al piano del ferro e valori massimi di misura piezometrica.

Ricostruzione battenti - G. Calatabiano

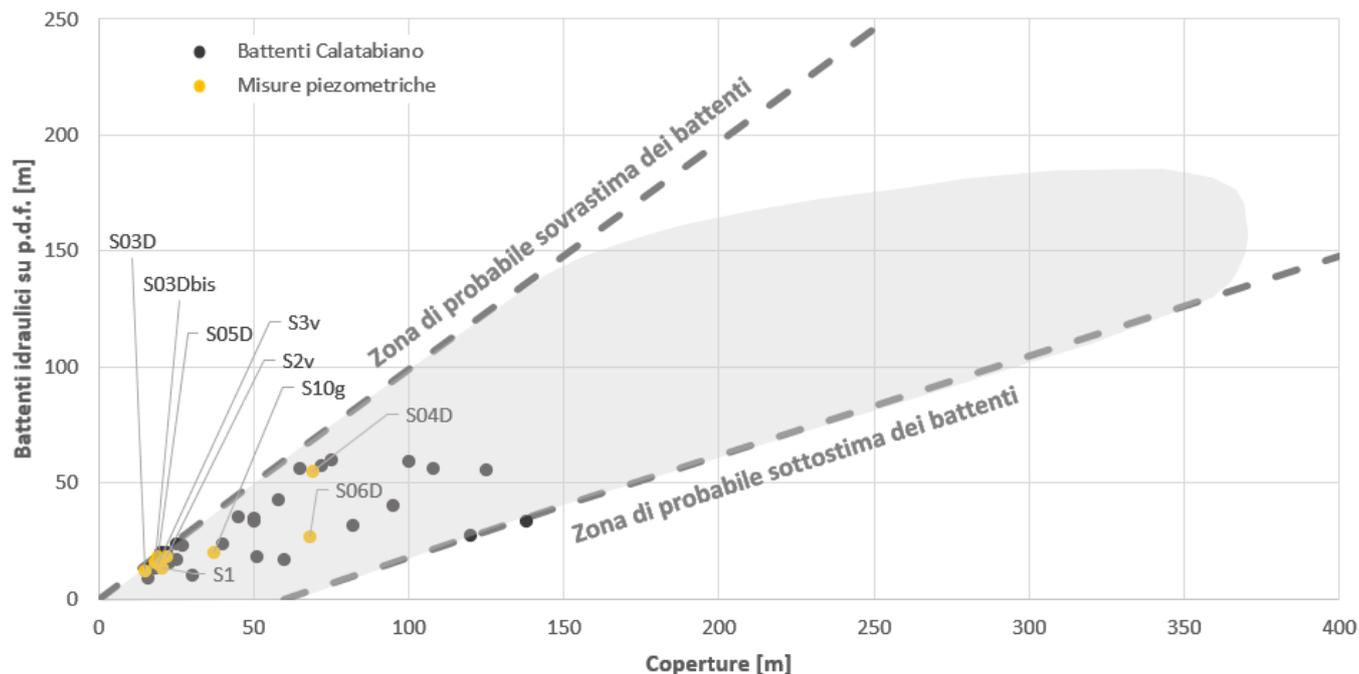


Figura 10. Ricostruzione dei battenti idraulici vs coperture sulla G. Calatabiano.

<p>Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandatario: Mandante</p> <p>webuild Italia</p> <p>Progettazione:</p> <p>ROCKSOIL S.p.A. PROGER PINI ITALIA</p>	<p>LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA</p> <p>RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</p> <p>Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>80/115</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	80/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	80/115								

7.3.2 Assetto idrogeologico della G. Taormina

Dalla pk 7+800 alla 9+300 il tracciato attraversa le formazioni del Flysch di Capo d'Orlando e in particolare le arenarie arcose da fini a grossolane intercalate a sabbie (CODd), le argille limoso-sabbiose (CODc) e i conglomerati poligenici da mediamente a ben cementati (CODa).

La formazione del CODc costituisce un acquicludo con delle permeabilità basse, variabili da ca. 1×10^{-8} m/s (es. sondaggio S4) a 3×10^{-7} m/s (es. S22g e S23g). Le formazioni CODa, CODb e CODd rappresentano invece acquiferi discontinui, ove porzioni di ammasso a media permeabilità si intervallano con porzioni a bassa permeabilità. Il tratto iniziale di attraversamento della galleria avviene nelle arenarie arcose CODd, in un contesto ove è assente la falda o al massimo la galleria interferisce per un tratto breve. Probabilmente, il basso livello di falda in questo tratto è dovuto anche alla presenza di materiali di permeabilità media. Le prove di permeabilità effettuate nel sondaggio S3 (pk. 8+000) hanno restituito valori medi di ca. 1×10^{-6} m/s. Nel tratto di attraversamento entro il CODc, compreso tra le pk 8+000-8+800 ca., per effetto della riduzione delle permeabilità la piezometrica risale sensibilmente e aumenta anche il gradiente idraulico. I conglomerati CODa, attraversati dalla galleria tra le pk 8+800 e 9+300, sono caratterizzabili con permeabilità medio o medio-elevate. In particolare, attorno alla pk 8+800 e 8+920 è prevista l'intercettazione di strutture tettoniche aventi permeabilità medio-alte.



Figura 11. Tratto fortemente fratturato del sondaggio di PE S5 attorno alla pk 8+900, relativo alla quota di passaggio in galleria.

<p>Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria Mandante</p> <p>webuild Italia</p> <p>Progettazione:</p> <p>ROCKSOIL S.p.A. PROGER PINI ITALIA</p>	<p>LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA</p> <p>RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</p> <p>Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>81/115</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	81/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	81/115								

Ad esempio, il sondaggio S5 è impostato in corrispondenza di una zona di faglia ad alto angolo, con direzione sub-parallela all'asse vallivo del T. S. Venera. Lo stato di intensa fratturazione associata a tale struttura è ben caratterizzabile con il sondaggio di PE S5, che alla profondità di attraversamento della galleria mostra una completa disgregazione dei conglomerati (Figura 11). Le permeabilità dei materiali attraversati da tale sondaggio sono mediamente di ca. 6×10^{-6} m/s. Tale valore pare essere quindi rappresentativo delle zone di faglia e fratture nei CODa. In corrispondenza di S5 il livello piezometrico si colloca ad una quota inferiore rispetto al limite tra substrato e coperture alluvionali.

Tra la pk 9+300 e la 12+100 ca. la galleria attraversa le filladi di Mandanici (FDN). Tali materiali hanno delle permeabilità medio-basse con valori di riferimento che possono variare tra i 1×10^{-7} m/s nelle zone meno deformate (o nelle zone in cui la deformazione è prevalentemente di carattere duttile; cfr. valori dei test idraulici in S7), a 3×10^{-7} m/s nelle zone maggiormente fratturate o con presenza di faglie.

Tra la pk 11+020 e la 12+090 ca. la galleria attraversa diverse formazioni appartenenti alle coperture mesozoiche dell'Unità tettonica di Longi-Taormina. Si tratta di formazioni prevalentemente calcaree o calcareo-marnose, le cui permeabilità variano in relazione sia allo stato di fratturazione sia al rapporto tra componente calcarea e componente pelitica. Come si può osservare dal profilo idrogeologico di linea, le permeabilità variano da basse, come nel caso della Maiolica (cfr. test idraulici in S8 che restituiscono valori medi di 8×10^{-8} m/s) a valori medio-bassi nel Medolo (cfr. test idraulici in S16g che restituiscono valori medi di 3×10^{-7} m/s). Tra la pk 11+540 ca. e 11+580 ca., in corrispondenza del fondovalle del T. Sirina, la galleria interferirà con buona probabilità con i depositi di fondovalle, attestandosi quindi in un fronte di scavo misto, con correlate problematiche di stabilità del fronte di scavo e di afflusso d'acqua, con possibili portate d'acqua di entità considerevole. In questa tratta è opportuno che lo scavo venga anticipato da indagini in avanzamento, per poter prevedere eventuali interferenze del fronte di scavo con i depositi permeabili, ed eventualmente procedere con consolidamenti necessari a garantire un avanzamento in sicurezza. L'attraversamento nei calcari del DOA (attorno alle pk 11+970 e 12+100 ca.) è previsto avvenire entro materiali a permeabilità da media a medio-elevata (da 5×10^{-7} m/s a 1×10^{-6} m/s in funzione del grado di fratturazione).

Tra la pk 12+090 e la 13+200 ca. la galleria attraversa gli argilloscisti (TAM) di Longi-Taormina dell'Unità tettonica di Longi-Taormina e gli argilloscisti (GLD) del Vallone di Letojanni appartenenti all' Unità tettonica di Gallodoro. Nell'ultimo tratto, la galleria si imposta entro la struttura della zona a scaglie le cui caratteristiche sono dettagliate nella Relazione Geologica Generale. Gli argilloscisti TAM e GLD sono caratterizzati da permeabilità tendenzialmente basse (1×10^{-7} m/s), con valori più elevati in corrispondenza delle faglie ad alto angolo (7×10^{-7} m/s). Il settore sottostante l'abitato di Taormina costituisce un dominio a bassa deformazione, ad eccezione del tratto compreso tra la pk 12+520 e 12+550 ove si prevede l'attraversamento di una faglia verticale a cui è presumibilmente associato un aumento delle permeabilità dell'ammasso.

La ricostruzione dei battenti idraulici lungo lo sviluppo del tracciato è riportata in Figura 12. L'andamento dei battenti varia sensibilmente lungo il tracciato in funzione delle caratteristiche topografiche e delle proprietà idrauliche dei materiali attraversati. I battenti più alti ricostruiti lungo la tratta sono stati rilevati dai seguenti piezometri:

<p>Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandatario: Mandante</p> <p>webuild Italia</p> <p>Progettazione:</p> <p>ROCKSOIL S.p.A. PROGER PINI ITALIA</p>	<p>LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA</p> <p>RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</p> <p>Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>82/115</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	82/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	82/115								

- Piezometro S7 (pk 10+840 ca.) realizzato in fase di PE. La quota piezometrica massima rilevata è di 136.78 m.s.l.m. (Figura 13), il p.f. è a quota 30 m.s.l.m., il battente idraulico corrispondente è pari a ca. 107 m (ca. 10.5 bar).;
- Piezometro S8 (pk 11+150 ca.) realizzato in fase di PE. La quota piezometrica massima rilevata è di 128.27 m.s.l.m. (Figura 13), il p.f. è a quota 26 m.s.l.m., il battente idraulico corrispondente è pari a ca. 102 m (ca. 10 bar);
- Piezometro S14D (pk 13+140) realizzato in fase di PD. È da rimarcare come nel corso del monitoraggio questo piezometro abbia evidenziato problematiche legate all'ostruzione dei tubi di misura della cella di Casagrande (ubicata a quota galleria). In seguito ad un confronto con Italferr, avuto in fase di istruttoria, si è concordato sul fatto che le misure derivanti dalla campagna di monitoraggio del piezometro S14D non siano da ritenersi affidabili. Pertanto, la misura di livello massimo 130.35 m.s.l.m, riportata nel profilo idrogeologico di PD, a cui corrisponderebbe un battente idraulico in galleria di 111 m (ca. 11 bar), non è stata considerata nella ricostruzione effettuata nel profilo idrogeologico di PE. Considerato il contesto idrogeologico e le coperture in gioco, un valore ragionevole di soggiacenza si colloca tra -51 e -57 metri da p.c (quota assoluta di 102-108 m.s.l.m), corrispondente ad un battente di ca. 9 bar sulla galleria.

G. Taormina - Distribuzione dei battenti idraulici indisturbati

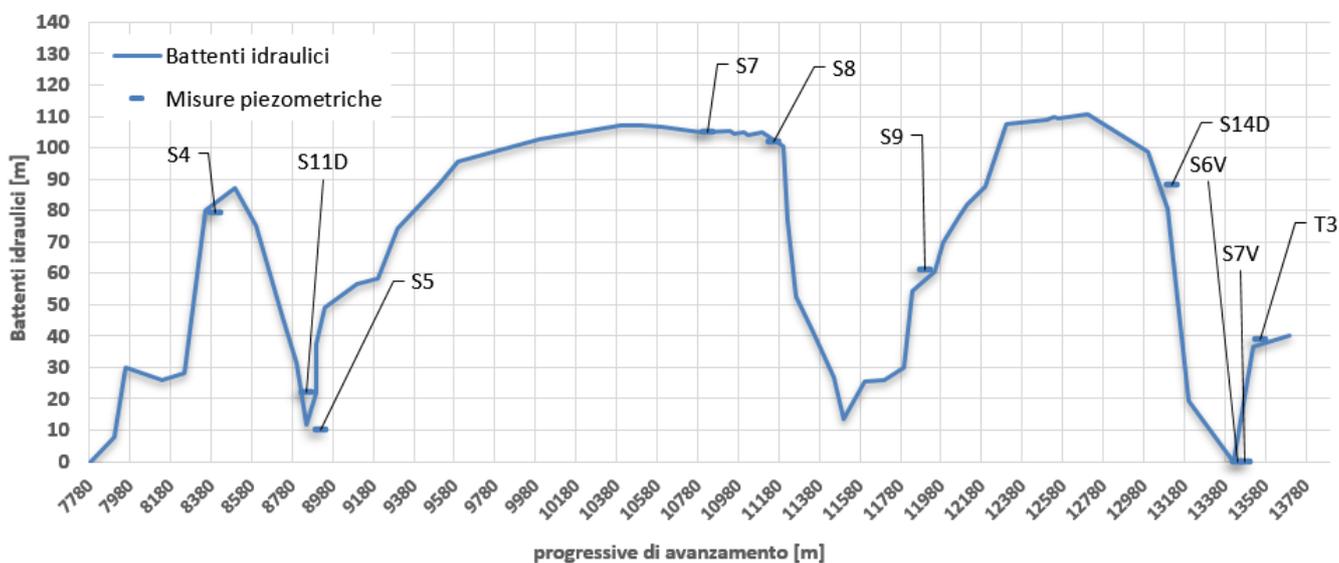


Figura 12. Battenti idraulici indisturbati riferiti al piano del ferro e valori massimi di misura piezometrica.

Dalla combinazione dei dati di misura e dalle considerazioni sul contesto idrogeologico locale si valuta che dalla pk 9+500 alla 11+200 ca. e dalla pk 12+200 alla 13+000 ca. i battenti idraulici possono superare i 10 bar, con valori che localmente potrebbero raggiungere anche i 12 bar. Infatti, anche per quanto riguarda la seconda tratta, si ritiene che nonostante nella zona del piezometro S14D si siano ricostruiti valori di battente di 9 bar, date le incertezze sull'assetto idrogeologico legate all'assenza di ulteriori dati di profondità (ci si trova in corrispondenza dell'abitato di Taormina), uno scenario di rischio che preveda anche la presenza di battenti superiori, indicativamente tra i 10-12 bar, non possa essere

<p>Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria Mandante</p> <p>webuild Italia</p> <p>Progettazione:</p> <p>ROCKSOIL S.p.A. PROGER PINI ITALIA</p>	<p>LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA</p> <p>RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</p> <p>Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>83/115</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	83/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	83/115								

escluso a priori. Questo aspetto assume una valenza anche in relazione alla presenza di zone ricadenti in questa tratta con coperture relativamente maggiori rispetto alla copertura risultante sul piezometro S14D. Infatti, come già descritto per altri contesti del Lotto1 e 2 per cui si è evinta una correlazione statistica positiva tra battenti idraulici e coperture, la presenza di battenti fino a 10-12 bar risulta tanto più plausibile se rapportata ad un contesto di fratturazione eterogenea come quello che caratterizza gli argilloscisti TAM e GLD.

Il quadro completo dei battenti idraulici rispetto alle coperture, ricavato dalla pk 8+900 alla pk 13+200 della G. Taormina, è mostrato in Figura 14. Si può osservare come tutte le ricostruzioni effettuate rimangano all'interno della fascia di attendibilità statistica dei valori descritta nel paragrafo 7.2. in Figura 7. Data l'elevata complessità geologico-strutturale di alcune tratte del settore sopra descritto, come ad esempio nelle tratte comprese tra le pk 10+900 e 12+100, è possibile assumere che a livello idrogeologico locale si possano verificare delle variazioni anche repentine di battente idraulico da un tratto all'altro di tracciato, con discostamenti che possono essere anche localmente significativi rispetto alle previsioni di battente riportate nel grafico di Figura 12. Tale scenario di rischio dovrà essere gestito adeguatamente attraverso l'applicazione di un sistema di monitoraggio delle pressioni idrauliche dell'ammasso (celle di pressione da installare sui rivestimenti), che consenta di individuare correttamente eventuali anomalie, permettendo quindi di apportare le azioni correttive ove necessario (drenaggio per abbassamento delle pressioni).

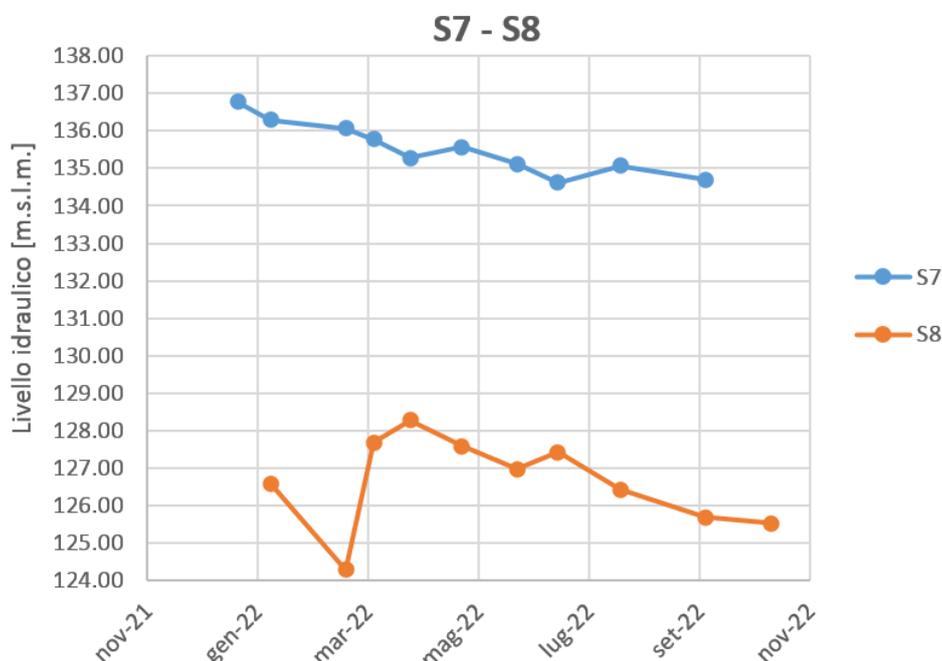


Figura 13. Misure di livello dei piezometri S7 e S8.

<p>Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria: Mandante</p> <p>webuild Italia</p> <p>Progettazione:</p> <p>ROKSOIL S.p.A. PROGER PINI ITALIA</p>	<p>LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA</p> <p>RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</p> <p>Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>84/115</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	84/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	84/115								

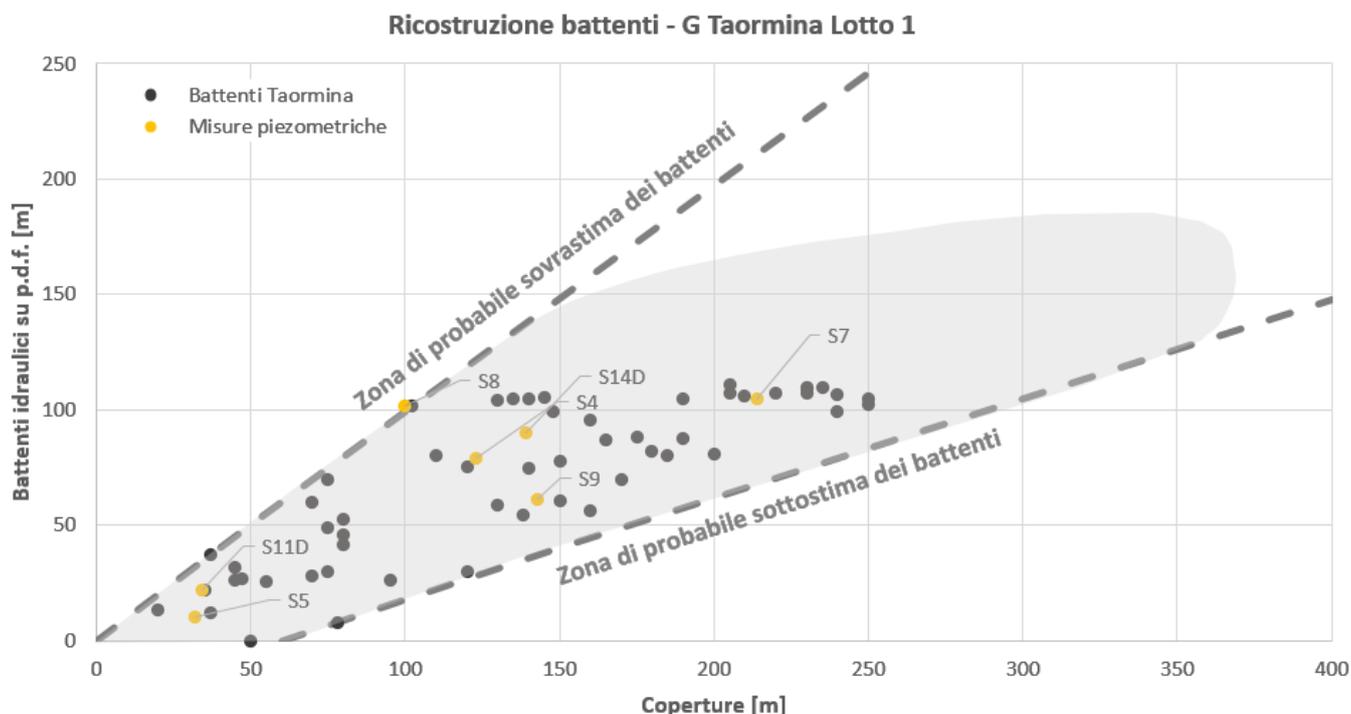


Figura 14. Ricostruzione dei battenti idraulici vs coperture sulla G. Taormina dalla pk 8+900 alla pk 13+200.

7.3.3 Assetto idrogeologico del settore della Stazione di Taormina

Il settore della Stazione di Taormina si colloca in un contesto che dal punto di vista geologico-strutturale risulta molto articolato. Le indagini integrative effettuate in fase di PE in questo settore hanno consentito di evidenziare un'eterogeneità geologica molto più marcata rispetto a quella riportata nella ricostruzione proposta negli elaborati di PD, che erano basati su un numero decisamente inferiore di dati disponibili. Per i dettagli sul modello geologico si rimanda alla Relazione Geologica e Geomorfologica Generale (RS5M01EZZRHGE0001001C).

Come illustrato nel profilo geologico e nelle sezioni trasversali di PE, il settore compreso tra la pk 13+100 e 13+700 è costituito da una zona a scaglie, composto da una sovrapposizione più o meno caotica di diversi corpi geologici, separati da sovrascorrimenti multipli a basso angolo. Sono presenti lembi di calcari di Mazzarò (GCM) interposti ad argilloscisti di Gallodoro (GLD) e marne calcaree appartenenti alla Scaglia (SCA2).

I calcari GCM mostrano delle cavità di dissoluzione che tendono a concentrarsi lungo i principali sistemi di frattura, che in questo settore sono mediamente orientati verso NE-SW e verso E-W. Le cavità carsiche sono allungate nel senso della fratturazione e hanno una larghezza da metrica a plurimetrica. Le cavità di dissoluzione principali si sviluppano all'intersezione dei sistemi di frattura. Il carsismo ha condizionato significativamente la conformazione morfologica di questo settore, con l'elemento più cospicuo che è rappresentato dalla profonda incisione (ca.7-10 m da pc) della "Madonnina", antistante all'omonimo piazzale. In questa incisione sono osservabili acque di corrivazione la cui presenza può

<p>Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandatario: Mandante</p> <p>webuild Italia</p> <p>Progettazione:</p> <p>ROKSOIL S.p.A. PROGER PINI ITALIA</p>	<p>LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA</p> <p>RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</p> <p>Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>85/115</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	85/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	85/115								

significare che in questa zona il carsismo ha uno sviluppo prevalentemente superficiale e non è molto diffuso in profondità.

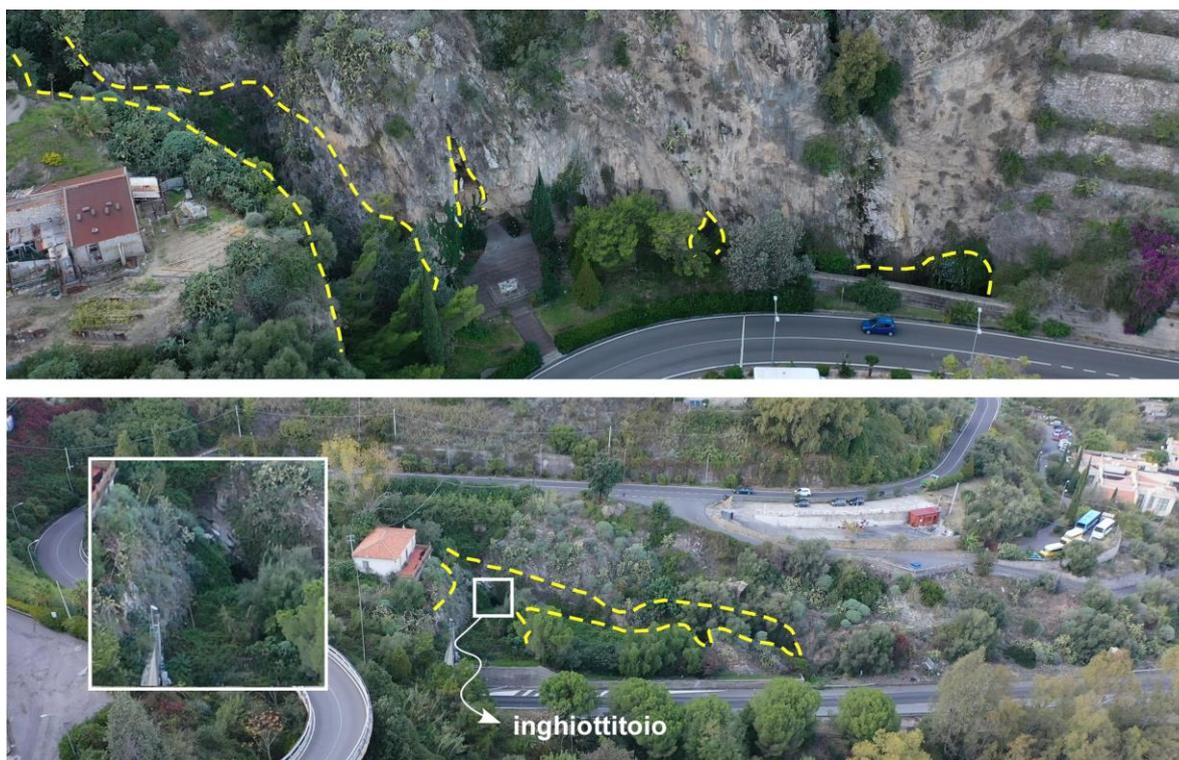


Figura 15. Cavità di dissoluzione osservate nel settore della stazione di Taormina nei calcari GCM.

Anche i sondaggi che attraversano i calcari di Mazzarò (es. sondaggio di PE direzionato S2D) non evidenziano uno sviluppo pervasivo di strutture di dissoluzione, mentre sono evidenti numerosi piani di fratturazione (Figura 16). Un sondaggio che evidenzia la presenza di strutture di dissoluzione dei carbonati è il sondaggio inclinato di PE S1D, che alla profondità di 92 m mostra il passaggio da argilloscisti GLD a calcari GCM. In corrispondenza di tale passaggio sono presenti tasche di dissoluzione di spessore centimetrico. Lungo i piani più pervasivi di frattura le permeabilità sono presumibilmente elevate o molto elevate; sebbene al momento non siano disponibili per questi tratti valori di conducibilità idraulica derivati da prove in foro, si possono ipotizzare permeabilità medie di $1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-5}$ m/s. Localmente, in corrispondenza delle cavità di dissoluzione, si possono ipotizzare permeabilità anche superiori.

Dalla distribuzione dei corpi geologici ricostruiti in carta, i calcari GCM non parrebbero avere un'estensione particolarmente significativa in superficie, tanto da far presupporre che l'alimentazione di acque dall'alto possa essere consistente. Tuttavia, data l'elevata articolazione geologico-strutturale di questo settore, è possibile ipotizzare che i calcari non ricevano solo un'alimentazione dall'alto, bensì potrebbero essere presenti sistemi di circolazione canalizzati entro i sistemi di faglie principali che interagiscono con i calcari GCM e che potrebbero contribuire considerevolmente ad una ricarica idraulica. La presenza di sistemi di circolazione profondi canalizzati entro i calcari è testimoniata indirettamente dalle manifestazioni sorgentizie sottomarine tra Capo Taormina e Isola Bella.

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria webuild Italia PIZZAROTTI SINCE 1910 Progettazione: ROCKSOIL S.p.A. PROGER PINI ITALIA	LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e) PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>86/115</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	86/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	86/115								

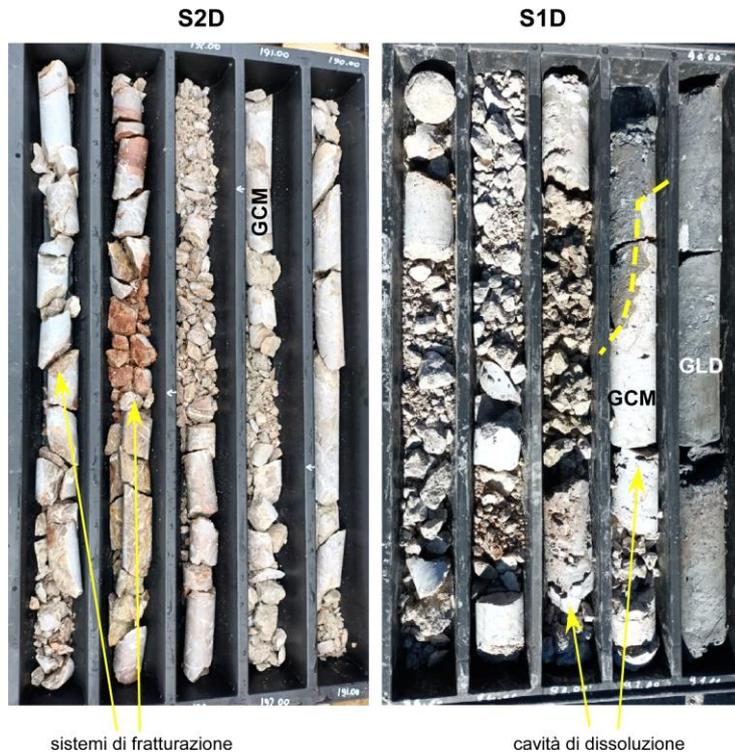


Figura 16. Sistemi di fratturazione e cavità di dissoluzione osservate nelle stratigrafie S2D e S1D nei calcari GCM.

A livello idraulico è significativo osservare come nei sondaggi in cui si osserva un passaggio tra calcari e argilloscisti nella porzione sottostante (ad es S3V, S5V, T2), il livello piezometrico si collochi all'incirca alla quota dell'interfaccia, confermando quindi il fatto che all'interno dei calcari il battente è molto ridotto, probabilmente per l'effetto combinato di una ridotta alimentazione e di un'elevata permeabilità.

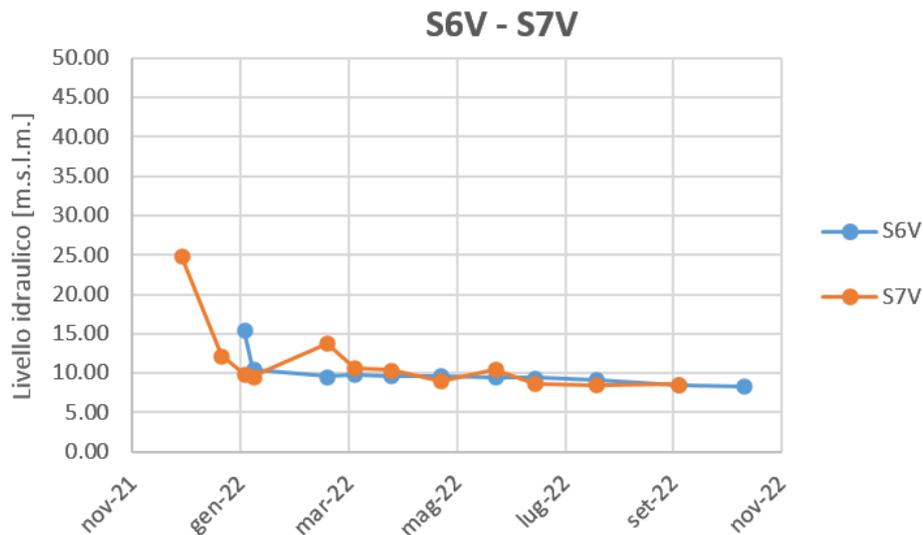


Figura 17. Misure di livello dei piezometri S6V e S7V.

<p>Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria Mandante</p> <p>webuild Italia</p> <p>Progettazione:</p> <p>ROCKSOIL S.p.A. PROGER PINI ITALIA</p>	<p>LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA</p> <p>RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</p> <p>Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>87/115</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	87/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	87/115								

Attorno alla pk 13+200, al passaggio tra argilloscisti GLD e calcari GCM, è possibile assumere che il battente idraulico vari in maniera molto sostanziale passando da valori di 9 bar a valori compresi tra 0-2 bar. Valori molto bassi di battente idraulico sono confermati dai piezometri S6V e S7V, dalle cui misure piezometriche (Figura 17) si ricava un battente nullo sulla galleria (la quota piezometrica si colloca al di sotto della quota del p.f.). I battenti idraulici tornano ad essere positivi superata la pk 13+500.

Sulla base di quanto sopra descritto, emergono due aspetti di criticità relativi all'intercettazione di falde acquifere all'interno dei calcari:

- in fase di scavo delle opere della stazione (linea principale, piani mezzanini, pozzi strutturali, etc.), il passaggio da unità di bassa permeabilità, come ad esempio gli argilloscisti TAM o GLD, ad unità localmente molto permeabili, come i calcari GCM, può causare l'innescò di venute improvvise di acqua, con portate che negli istanti iniziali possono essere significativamente elevate. Dato il contesto strutturale molto eterogeneo, all'interno degli stessi calcari non si può escludere che possano essere intercettate delle sacche d'acqua che possono determinare venute inizialmente elevate in successivo esaurimento;
- sono possibili interferenze con sistemi di flusso sotterranei. Dai dati attualmente a disposizione, le uniche fonti utilizzate per l'approvvigionamento di acqua potabile di Taormina sarebbero quelle dalla galleria drenante Sifone, collocata sul versante ovest dei Monti di Taormina, a valle di Castelmola. Tuttavia, come descritto nel paragrafo 9.2, il rischio di impatto su tale risorsa è basso.

7.3.4 Assetto idrogeologico della G. di Interconnessione Letojanni

La galleria di interconnessione attraversa principalmente gli argilloscisti appartenenti sia alle Epimetamorfiti del Vallone Letojanni (GLD) sia all'unità tettonica di Longi-Taormina (TAM) e i Calcari di Mazzarò (GCM). Le analisi geologico-strutturali effettuate in questo settore sulla base dei dati di superficie e di profondità consentono di ricostruire un assetto tettonico molto articolato, schematizzabile dal punto di vista tettonico in una zona a scaglie. Si osservano numerosi piani di sovrascorrimento a basso angolo che tagliano a diversi livelli le rocce di questo settore. Un'evidenza è data dal sondaggio di PE S10 (pk 0+800) che, nonostante non raggiunga la quota della galleria, mostra chiaramente un'alternanza tra livelli di arenarie riferibili al Verrucano (VEP2). Tra la pk 1+000 e la 1+100 è atteso l'attraversamento di un cuneo di calcari GCM interposti agli argilloscisti.

Gli argilloscisti GLD e TAM, che rappresentano le unità geologica prevalenti, hanno permeabilità generalmente basse, di 2×10^{-7} m/s, o più elevate in corrispondenza di zone di faglia e fratture, con valori indicativamente pari a 7×10^{-7} m/s. Con tali permeabilità, questo settore costituisce principalmente un acquicludo o un acquitardo di permeabilità bassa, o localmente media in corrispondenza delle faglie/fratture, ove si concentrano i deflussi principali. In corrispondenza delle faglie sono possibili locali compartimentazioni idrauliche determinate dalla presenza di alternanze di rocce di faglia caratterizzati da forti contrasti di permeabilità. In corrispondenza ai calcari GCM la permeabilità aumenta a valori di ca. 1×10^{-6} m/s, o persino maggiori in condizioni di fratturazione particolarmente intensa.

La distribuzione complessiva dei battenti idraulici indisturbati riferiti al piano del ferro è riportata in Figura 18. Benché le uniche misure disponibili per questa galleria siano quelle relative al piezometro S10, che

<p>Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandatario: Mandante</p> <p>webuild Italia</p> <p>Progettazione:</p> <p>ROKSOIL S.p.A. PROGER PINI ITALIA</p>	<p>LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>88/115</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	88/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	88/115								

restituiscono un battente teorico massimo di 60 m (6 bar), queste non possono essere direttamente utilizzate in quanto il sondaggio è collocato fuori asse tracciato, verso monte ad una quota maggiore (+20 m). Questo implica che nella ricostruzione dei battenti in galleria, il valore riportato per la progressiva corrispondente alla posizione di S10 è stato considerato pari a 4 bar. Il quadro completo dei battenti idraulici rispetto alle coperture della G. di Interconnessione Letojanni è mostrato in Figura 9. Si può osservare come tutte le ricostruzioni effettuate rimangano all'interno della fascia di attendibilità statistica dei valori descritta nel paragrafo 7.2. in Figura 7.

Interconnessione Letojanni - Distribuzione dei battenti idraulici indisturbati

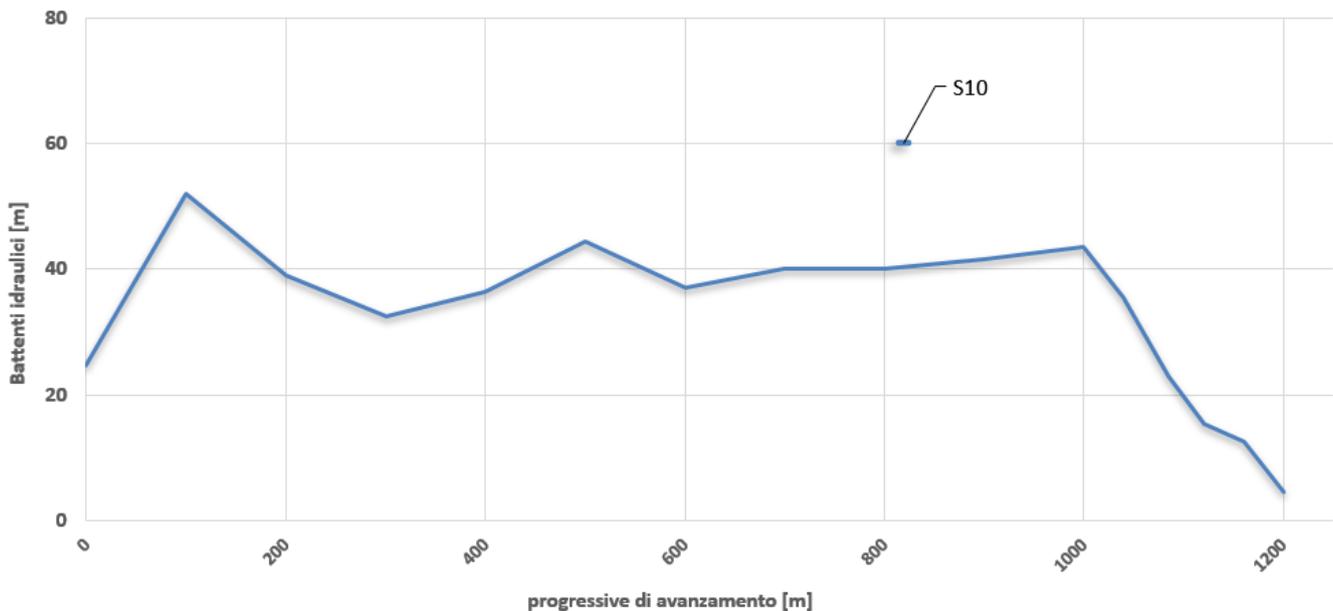


Figura 18. Battenti idraulici indisturbati riferiti al piano del ferro.

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud
Mandataria Mandante



Progettazione:



LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA

RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO

Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	89/115

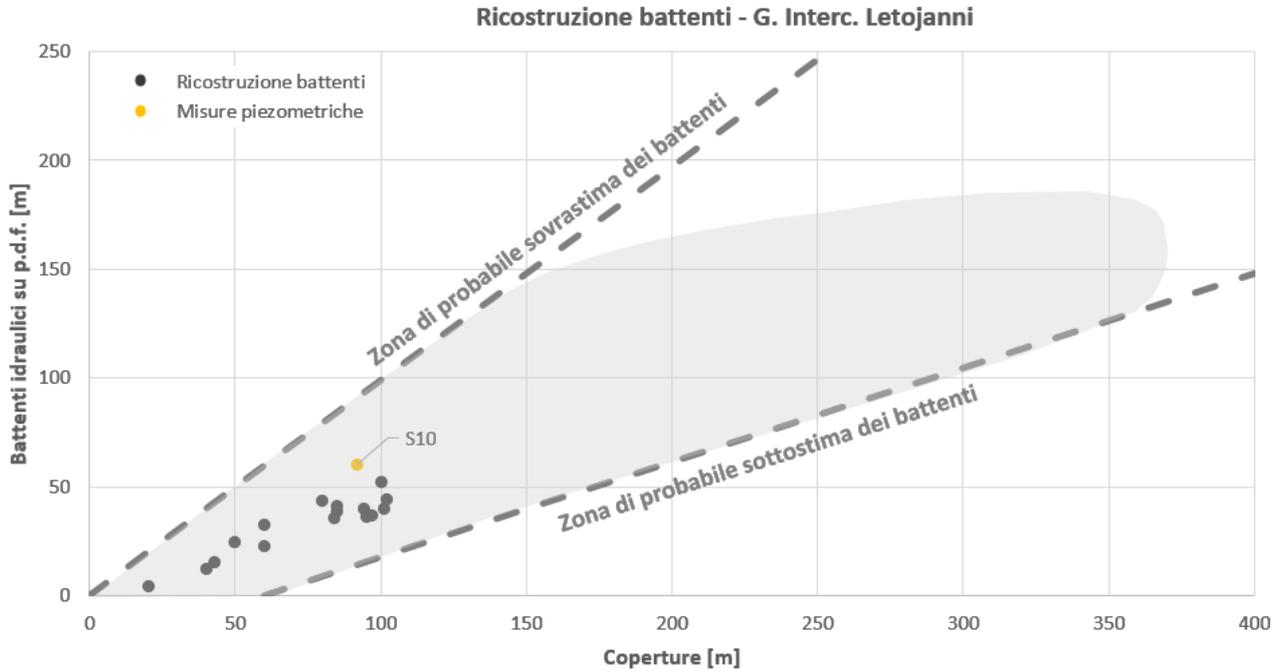


Figura 19. Ricostruzione dei battenti idraulici vs coperture sulla G. di Interconnessione Letojanni.

<p>Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria Mandante</p>   <p>Progettazione:</p>   	<p>LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>90/115</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	90/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	90/115								

8 STIMA DELLE PORTATE D'ACQUA DRENATE DALLE GALLERIE

8.1 INTRODUZIONE

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 sulle risorse idriche circostanti. Nel presente rapporto vengono presentate delle stime di portata che sono state effettuate a prescindere da quelle che saranno le effettive modalità di scavo che verranno, tratta per tratta, applicate per le varie gallerie. Infatti, se per le gallerie che verranno scavate con metodologia tradizionale è noto fin da subito che in fase di avanzamento le acque dell'ammasso verranno drenate liberamente all'interno dell'opera, per le gallerie che verranno scavate con metodologia meccanizzata con TBM-EPB sussistono una moltitudine di fattori che, in fase operativa, possono far propendere per un avanzamento della fresa in modalità aperta (i.e. senza contenimento delle pressioni idrauliche sul fronte), o in modalità chiusa (i.e. con contenimento delle pressioni idrauliche sul fronte). Poiché allo stato attuale non è possibile stabilire quali saranno le tratte che verranno gestite in modalità chiusa o aperta, **nei paragrafi successivi si forniscono delle stime di venute d'acqua che, in maniera cautelativa, considerano la possibilità che tutte le tratte vengano scavate in modalità aperta, quindi con drenaggio libero delle acque in galleria.**

Per la fase di esercizio delle gallerie per le tratte scavate in tradizionale si considera il drenaggio libero delle acque in galleria continuativamente nel tempo. Per le tratte scavate in meccanizzato, le stime di portata sono state condotte assumendo il seguente principio di cautela: **a prescindere da quanto definito nella progettazione dei rivestimenti delle varie tratte delle gallerie in termini di sezioni impermeabilizzate o drenanti, la stima delle portate considera un battente idraulico soglia sopra il quale si assume di realizzare degli interventi di drenaggio. La soglia utilizzata per tali stime è pari a 8 bar, valore al di sopra del quale si è considerato di drenare, mentre al di sotto non sono state calcolate le portate. Si precisa che tale valore non corrisponde ad una soglia progettuale di tenuta dei rivestimenti, bensì costituisce un valore concordato con i progettisti delle gallerie che considera la possibilità che lungo tracciato si possano verificare condizioni idrogeologiche particolari che richiedano l'esecuzione di drenaggi dell'ammasso. Per questo motivo, le tratte ove sono state inserite sezioni drenanti negli elaborati progettuali delle gallerie non corrispondono alle tratte drenanti previste nelle stime idrogeologiche condotte nell'ambito della presente relazione.** Questa assunzione consente, nell'ottica di una gestione ottimale dei possibili scenari di rischio, di calcolare le portate d'acqua che in situazioni inattese potrebbe essere necessario smaltire a seguito di drenaggi, prevedendo quindi gli opportuni sistemi di allontanamento e recapito.

Le portate drenate in fase scavo e in fase di esercizio sono state stimate quantitativamente tramite l'utilizzo di formulazioni analitiche idonee per i singoli casi di applicazione.

8.2 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

<p>Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria Mandante</p> <p>webuild Italia</p> <p>Progettazione:</p> <p>ROCKSOIL S.p.A. PROGER PINI ITALIA</p>	<p>LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA</p> <p>RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</p> <p>Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>91/115</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	91/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	91/115								

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 20).

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.

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 aggettamento 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.

<p>Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria: Mandante</p> <p>webuild Italia</p> <p>Progettazione:</p> <p>ROCKSOIL S.p.A. PROGER PINI ITALIA</p> <p>PIZZAROTTI SINCE 1910</p>	<p>LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA</p> <p>RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</p> <p>Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>92/115</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	92/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	92/115								

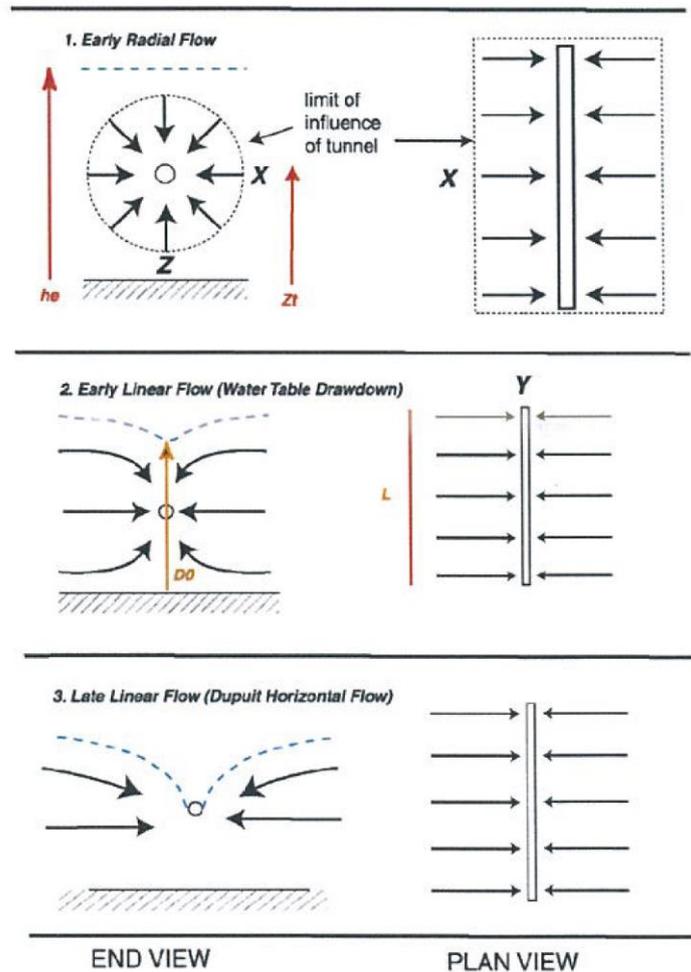


Figura 20. Schema concettuale per il flusso nell'intorno di un tunnel e la sua evoluzione nel tempo (da Loew, 2002).

8.2.1 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 esprime la portata come:

$$q_t = \frac{4\pi k L h_0}{2,3 \ln(2,25 k L t / S r^2)} \quad (5.1)$$

<p>Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria Mandante</p>   <p>Progettazione:</p>   	<p>LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>93/115</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	93/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	93/115								

dove q_t è la portata drenata (m^3/s) in funzione del tempo, k è la conducibilità idraulica (m/s), L_0 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^* 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 0.5 giorni, che è rappresentativo delle condizioni medie di drenaggio in fase di avanzamento. 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.

Le stime di portata sono state effettuate considerando due condizioni differenti:

- Carichi idraulici e flussi massimi – questa condizione considera che in fase di avanzamento non avviene un drenaggio progressivo della falda tale da ridurre consistentemente i carichi idraulici iniziali (indisturbati) nelle tratte successive da scavare. Quindi, questa situazione può essere considerata come idonea per quei tratti di galleria scavati in meccanizzato in cui si passa dalla modalità chiusa ad aperto (quindi da assenza a innesco di drenaggio), oppure per quei particolari casi in cui si potrebbe verificare una compartimentazione idraulica con passaggio da tratte in cui è possibile contenere il flusso in contropressione al fronte dello scavo a tratte in cui, per motivi legati all'idraulica del sistema di flusso, non fosse più possibile mantenere il flusso in contropressione e quindi avviene un drenaggio libero in galleria. Quindi, questa condizione si configura come quella più cautelativa da assumere in fase di avanzamento.
- Carichi idraulici ridotti e flussi minimi – questa condizione considera che in fase di avanzamento avviene un drenaggio progressivo della falda tale che riduce i carichi idraulici iniziali (indisturbati) nelle tratte successive da scavare. Il coefficiente di riduzione del carico è stato applicato in

<p>Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandatario: Mandante</p> <p>webuild Italia</p> <p>Progettazione:</p> <p>ROCKSOIL S.p.A. PROGER PINI ITALIA</p>	<p>LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA</p> <p>RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</p> <p>Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>94/115</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	94/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	94/115								

funzione delle permeabilità delle diverse unità geologiche. Questa condizione si configura come relativamente meno cautelativa ed è da assumere come rappresentativa delle tratte di scavo in tradizionale, in assenza di compartimentazioni idrauliche. Laddove sono possibili compartimentazioni idrauliche va assunta la previsione dei carichi idraulici e dei flussi massimi.

8.2.2 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:

$$Q = 2\pi K \frac{h}{\ln\left(\frac{2h}{r}\right)} \quad (2)$$

dove h il carico della falda alla quota del tunnel, k è la conducibilità idraulica e r è il raggio della galleria. Come noto nella letteratura scientifica, la formulazione di Goodman fornisce valori che in molti casi, specie negli ammassi rocciosi ove la permeabilità è disomogenea e anisotropa, risultano sovrastimati rispetto alla realtà. Per questo motivo è stata utilizzata la formulazione di Lombardi che risulta più corretta come applicazione specie nei casi in cui il rapporto r/h sia elevato (i.e. tunnel relativamente prossimi alla superficie piezometrica; cfr. Hadi e Homayoon, 2017).

$$Q = 2\pi K \frac{h}{\ln\left(\frac{2h}{r}\right) \left(1 + 0.4 \frac{r^2}{h}\right)} \quad (3)$$

Per fornire delle stime realistiche, nei calcoli relativi alle varie gallerie è stato considerato un carico idraulico ridotto in fase di drenaggio stabilizzato. Il coefficiente di riduzione del carico è stato applicato in funzione delle permeabilità delle diverse unità geologiche. Le portate che cumulativamente possono essere drenate dalle singole gallerie sono state verificate in termini di ragionevolezza rispetto a quanto stimato come potenziale di drenaggio delle singole gallerie.

8.3 STIMA DELLE PORTATE DRENATE IN FASE DI SCAVO

La stima delle portate in fase di scavo è stata effettuata secondo l'approccio discusso nel paragrafo 8.2.1, tramite la formulazione di Jacob & Lohman (1952). La stima è stata effettuata considerando, per ogni tratta, il valore di portata misurato dopo 0.5 giorni dall'inizio del drenaggio. Vengono fornite le stime relative sia ai flussi massimi (carichi idraulici indisturbati), sia ai flussi minimi (carichi idraulici ridotti)

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria Mandante  		LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)					
Progettazione:   		PROGETTO ESECUTIVO					
RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE		COMMESSA RS5M	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ	DOCUMENTO RG GE 00 02 001	REV. C	PAG. 95/115

dovuti al drenaggio progressivo in fase di avanzamento. Il coefficiente di immagazzinamento è stato considerato ovunque pari a 1×10^{-5} 1/m.

8.3.1 Galleria Calatabiano

Le portate massime e minime (l/s x 10 m) stimate per la fase di scavo della Galleria Calatabiano sono indicate in Tabella 27.

Unità GEO	Tratta				Quote piezo	Quote prog	Carico idraulico	Cond. Idr.	PORTATE MASSIME (battenti iniziali)	PORTATE MINIME (battenti ridotti)
	Unità IDRO	Da	A	Lungh.						
		(m)	(m)	(m)	m.l.m.	m.l.m.	(m)	(m/s)	(l/s*10m)	(l/s*10m)
FAG	CAM	3065	3200	135	85.0	68.0	17.0	1.0E-08	0.01	0.01
FAG	CAM	3200	3270	70	84.0	68.0	16.0	1.0E-08	0.01	0.01
UTFa	CVL	3270	3500	230	81.5	67.5	14.0	8.0E-06	1.71	0.85
FAG	CAM	3500	3600	100	80.0	67.0	13.0	1.0E-08	0.01	0.01
FAG	CAM	3600	3800	200	80.0	67.0	13.0	1.0E-08	0.01	0.01
ASF	CAM	3800	3945	145	90.0	66.5	23.5	5.0E-08	0.05	0.04
BB/ASF	CAM/CMF	3945	4180	235	86.0	66.0	20.0	2.0E-05	5.49	1.10
ASF	CAM	4180	4300	120	89.0	66.0	23.0	5.0E-08	0.05	0.04
ASF	CAM	4300	4480	180	101.0	65.5	35.5	5.0E-08	0.07	0.06
PDTa	CRM	4480	4490	10	100.0	65.5	34.5	1.0E-06	0.70	0.35
PDTa	CRM	4490	4600	110	122.0	65.5	56.5	1.0E-07	0.18	0.15
PDTa	CRM	4600	4700	100	125.0	65.0	60.0	1.0E-07	0.19	0.16
PDTa	CRM	4700	4800	100	124.5	65.0	59.5	1.0E-07	0.19	0.15
PDTa	CRM	4800	4900	100	122.0	64.5	57.5	1.0E-07	0.19	0.15
PDTa	CRM	4900	4970	70	107.0	64.5	42.5	1.0E-06	0.87	0.43
PDTa	CRM	4970	5100	130	98.0	64.5	33.5	1.0E-07	0.11	0.09
PDTa	CRM	5100	5300	200	96.0	64.0	32.0	1.0E-07	0.10	0.08
PDTa	CRM	5300	5480	180	87.5	63.5	24.0	1.0E-07	0.08	0.06
PDTa	CRM	5480	5500	20	87.5	63.5	24.0	1.0E-06	0.49	0.24
PDTa	CRM	5500	5700	200	81.5	63.2	18.3	1.0E-07	0.06	0.05
PDTa	CRM	5700	5800	100	103.0	62.5	40.5	1.0E-07	0.13	0.11
PDTa	CRM	5800	5900	100	118.5	62.5	56.0	1.0E-07	0.18	0.15
PDTa	CRM	5900	5965	65	118.0	62.5	55.5	1.0E-07	0.18	0.14
PDTa/ PDTb	CRM/CSA	5965	6005	40	96.0	62.5	33.5	1.0E-06	0.68	0.34

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria Mandante  		LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)					
Progettazione:   		PROGETTO ESECUTIVO					
RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE		COMMESSA RS5M	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ	DOCUMENTO RG GE 00 02 001	REV. C	PAG. 96/115

PDTb	CSA	6005	6100	95	86.0	62.5	23.5	7.0E-07	0.36	0.28
PDTb	CSA	6100	6225	125	79.0	62.0	17.0	7.0E-07	0.26	0.21
PDTb	CSA	6225	6245	20	72.5	62.0	10.5	1.0E-06	0.21	0.11
PDTb	CSA	6245	6295	50	71.0	62.0	9.0	7.0E-07	0.14	0.11

Tabella 27 – Calcolo delle portate massime e minime drenate in fase di scavo nella Galleria Calatabiano. Nella casella in grigio è riportato il valore di portata massima stimata (su un tratto di 10 m).

8.3.2 Galleria Taormina

Le portate massime e minime (l/s x 10 m) stimate per la fase di scavo della Galleria Taormina sono indicate in Tabella 28. Nel tratto tra la pk 11+540 e 11+580 è possibile un attraversamento in fronte misto roccia/deposito, con una possibile alimentazione diretta da parte del T. Sirina; in assenza di interventi di impermeabilizzazione, sono da prevedersi portate anche molto elevate (> 10 l/s). Per l'attraversamento dei calcari GCM nel tratto tra le pk 13+200 e 13+420 il valore di portata non è stimabile a causa delle proprietà idrauliche estremamente variabili influenzate dal carsismo che si manifesta in maniera molto eterogenea. Pertanto, sono state ipotizzate arbitrariamente portate massime di 10 l/s*10 m.

Unità GEO	Tratta				Quote piezo m.l.m.	Quote prog m.l.m.	Carico idraulico iniziale (m)	Cond. Idr. k (m/s)	PORTATE MASSIME (battenti iniziali) (l/s*10m)	PORTATE MINIME (battenti ridotti) (l/s*10m)
	Unità IDRO	Da	A	Lungh.						
		(m)	(m)	(m)						
CODd	CSA	7785	7900	115	65.0	65.0	0.0	1.0E-06	0.00	0.00
CODd	CSA	7900	7955	55	72.0	64.0	8.0	1.0E-06	0.16	0.06
CODc	CRM	7955	8140	185	93.0	63.0	30.0	1.0E-08	0.02	0.01
CODc	CRM	8140	8250	110	87.0	61.0	26.0	1.0E-08	0.02	0.01
CODc	CRM	8250	8355	105	88.0	60.0	28.0	1.0E-08	0.02	0.01
CODc	CRM	8355	8500	145	138.0	58.0	80.0	1.0E-08	0.06	0.04
CODc	CRM	8500	8600	100	144.0	57.0	87.0	1.0E-08	0.07	0.04
CODc	CRM	8600	8735	135	130.0	55.0	75.0	1.0E-08	0.06	0.04
CODc/CO Da-fa	CRM/CCO-fa	8735	8800	65	100.0	54.0	46.0	6.0E-06	4.36	1.53
CODa	CCO	8800	8850	50	85.0	53.5	31.5	2.0E-06	1.15	0.40
CODa	CCO	8850	8900	50	65.0	53.2	11.8	2.0E-06	0.43	0.15
CODa-fa	CCO-fa	8900	8930	30	75.0	53.0	22.0	6.0E-06	2.08	0.73
CODa	CCO	8900	8940	40	90.0	52.5	37.5	2.0E-06	1.37	0.48
CODa	CCO	8940	9100	160	100.0	51.0	49.0	2.0E-06	1.80	0.63
CODa	CCO	9100	9200	100	109.0	48.5	60.5	2.0E-06	2.22	0.78

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud
Mandataria Mandante



Progettazione:



LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA

RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO

Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	97/115

CODa	CCO	9200	9300	100	116.0	57.5	58.5	2.0E-06	2.14	0.75
FDN	CMT	9300	9400	100	121.0	46.5	74.5	1.0E-07	0.24	0.15
FDN	CMT	9400	9500	100	126.0	45.0	81.0	1.0E-07	0.26	0.16
FDN	CMT	9500	9600	100	132.0	44.0	88.0	1.0E-07	0.29	0.17
FDN	CMT	9600	9800	200	138.0	42.5	95.5	1.0E-07	0.31	0.19
FDN	CMT	9800	10000	200	139.0	40.0	99.0	1.0E-07	0.32	0.19
FDN	CMT	10000	10200	200	140.0	37.5	102.5	1.0E-07	0.33	0.20
FDN	CMT	10200	10400	200	140.0	35.0	105.0	1.0E-07	0.34	0.20
FDN-cat	CMT	10400	10500	100	140.0	33.0	107.0	1.0E-07	0.35	0.21
FDN-cat	CMT	10500	10600	100	139.0	32.0	107.0	1.0E-07	0.35	0.21
FDN-cat	CMT	10600	10700	100	137.0	30.5	106.5	1.0E-07	0.35	0.21
FDN-cat	CMT	10700	10800	100	135.0	29.0	106.0	1.0E-07	0.34	0.21
FDN-cat	CMT	10800	10940	140	133.0	28.0	105.0	1.0E-07	0.34	0.20
FDN-fa	CMT	10940	10960	20	132.0	26.5	105.5	3.0E-07	0.80	0.48
FDN-cat	CMT	10960	11010	50	131.0	26.5	104.5	1.0E-07	0.34	0.20
MAI-fa	CCM	11010	11030	20	130.0	25.0	105.0	3.0E-07	0.80	0.48
MAI	CCM	11030	11100	70	129.0	25.0	104.0	8.0E-08	0.29	0.17
MAI	CCM	11100	11200	100	129.0	24.0	105.0	8.0E-08	0.29	0.17
MAI	CCM	11200	11225	25	124.0	23.5	100.5	8.0E-08	0.28	0.17
MAI/MED	CCM	11225	11265	40	100.0	23.0	77.0	1.0E-06	1.57	0.55
MED-fr	CCM	11265	11350	85	75.0	22.5	52.5	3.0E-07	0.40	0.24
MED-fr	CCM	11350	11450	100	63.0	21.5	41.5	3.0E-07	0.32	0.19
MED-fr	CCM	11450	11500	50	47.0	20.0	27.0	3.0E-07	0.21	0.12
MED-fr	CCM	11500	11600	100	32.5	19.0	13.5	3.0E-07	da 0.10 a >10 (1)	0.06
MED-fr	CCM	11600	11700	100	43.5	18.0	25.5	3.0E-07	0.19	0.12
MED-fr	CCM	11700	11800	100	43.0	17.0	26.0	3.0E-07	0.20	0.12
MED-fr	CCM	11800	11840	40	47.0	17.0	30.0	3.0E-07	0.23	0.14
MED	CCM	11840	11950	110	71.5	17.0	54.5	1.0E-07	0.18	0.11
MED-fa	CCM	11950	11990	40	77.5	17.0	60.5	1.0E-06	1.23	0.43
DOA	CDO	11990	12070	80	87.0	17.0	70.0	5.0E-07	0.80	0.48
DOA-fa	CDO	12070	12110	40	95.0	17.0	78.0	5.0E-07	0.90	0.54
TAM	CMT	12110	12200	90	100.0	18.0	82.0	5.0E-07	0.94	0.56
TAM	CMT	12200	12300	100	105.0	17.5	87.5	1.0E-07	0.28	0.17
TAM	CMT	12300	12500	200	125.5	18.0	107.5	1.0E-07	0.35	0.21
TAM	CMT	12500	12540	40	127.0	18.0	109.0	1.0E-07	0.35	0.21
TAM-fa	CMT	12540	12560	20	128.0	18.3	109.7	7.0E-07	1.66	1.00

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria Mandante  		LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)					
Progettazione:   		PROGETTO ESECUTIVO					
RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE		COMMESSA RS5M	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ	DOCUMENTO RG GE 00 02 001	REV. C	PAG. 98/115

TAM	CMT	12560	12700	140	128.0	18.5	109.5	2.0E-07	0.60	0.36
TAM	CMT	12700	13000	300	130.0	19.1	110.9	2.0E-07	0.61	0.37
TAM	CMT	13000	13100	100	118.0	19.3	98.7	2.0E-07	0.61	0.37
TAM	CDO	13100	13200	100	100.0	19.5	80.5	2.0E-07	0.61	0.36
GCM	CMT	13200	13420	220	39.0	19.8	19.2	1.0E-05	10.00 ⁽²⁾	0.60
TAM	CMT	13420	13520	100	19.0	19.0	0.0	2.0E-07	0.00	0.00
TAM	CMT	13520	13700	180	57.0	20.4	36.6	2.0E-07	0.20	0.12
TAM	CMT	13700	13900	200	60.0	20.0	40.0	2.0E-07	0.22	0.13

Tabella 28 – Calcolo delle portate massime e minime drenate in fase di scavo nella Galleria Taormina. Nelle caselle in grigio sono riportati i valori di portata massima stimata (su un tratto di 10 m); ⁽¹⁾ portate elevate in assenza di impermeabilizzazione nel caso di attraversamento dei depositi di fondovalle, ⁽²⁾ stima arbitraria.

8.3.3 Galleria di Interconnessione Letojanni

Le portate massime e minime (l/s x 10 m) stimate per la fase di scavo della Galleria di Interconnessione Letojanni sono indicate in Tabella 28.

Unità GEO	Unità IDRO	Tratta			Quote piezo m.l.m.	Quote prog m.l.m.	Carico idraulico iniziale (m)	Cond. Idr. k (m/s)	PORTATE MASSIME (battenti iniziali) (l/s*10m)	PORTATE MINIME (battenti ridotti) (l/s*10m)
		Da (m)	A (m)	Lungh. (m)						
GLD	CMT	0	100	100	45.5	20.8	24.8	1.0E-05	3.7	0.7
GLD	CMT	100	200	100	73.5	21.5	52.0	2.0E-07	0.3	0.2
GLD	CMT	200	300	100	60.0	21.0	39.0	2.0E-07	0.2	0.2
GLD	CMT	300	400	100	53.0	20.5	32.5	2.0E-07	0.2	0.1
GLD	CMT	400	500	100	56.0	19.5	36.5	2.0E-07	0.2	0.2
GLD	CMT	500	600	100	63.0	18.5	44.5	2.0E-07	0.2	0.2
GLD	CMT	600	700	100	54.5	17.5	37.0	2.0E-07	0.2	0.2
GLD	CMT	700	800	100	56.0	16.0	40.0	2.0E-07	0.2	0.2
GLD	CMT	800	900	100	55.0	15.0	40.0	2.0E-07	0.2	0.2
GLD	CMT	900	1000	100	55.5	14.0	41.5	2.0E-07	0.2	0.2
GCM	CDC	1000	1040	40	57.0	13.5	43.5	7.0E-06	4.7	2.4
GCM	CDC	1040	1085	45	48.5	13.0	35.5	7.0E-06	3.9	1.9
GLD	CMT	1085	1120	35	35.5	12.5	23.0	2.0E-07	0.1	0.1
GLD	CMT	1120	1160	40	27.5	12.0	15.5	2.0E-07	0.1	0.1
GLD	CMT	1160	1200	40	24.0	11.5	12.5	2.0E-07	0.1	0.1

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria Mandante  		LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)					
Progettazione:   		PROGETTO ESECUTIVO					
RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE		COMMESSA RS5M	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ	DOCUMENTO RG GE 00 02 001	REV. C	PAG. 99/115

GLD	CMT	1200	1240	40	16.0	11.5	4.5	2.0E-07	0.0	0.0
-----	-----	------	------	----	------	------	-----	---------	-----	-----

Tabella 29 – Calcolo delle portate massime e minime drenate in fase di scavo nella Galleria di Interconnessione Letojanni. Nella casella in grigio è riportato il valore di portata massima stimata (su un tratto di 10 m).

8.4 STIMA DELLE PORTATE DRENATE IN FASE DI ESERCIZIO

La stima delle portate d'acqua drenate in fase di esercizio delle gallerie è stata effettuata applicando le assunzioni descritte nel paragrafo introduttivo 8.2.2.

8.4.1 Galleria Calatabiano

Per la Galleria Calatabiano, scavata con metodo meccanizzato, i battenti idraulici indisturbati previsti sul piano del ferro sono inferiori a 8 bar. In questo contesto non sono quindi previsti interventi di drenaggio per l'abbassamento delle pressioni idrauliche sui conci.

8.4.2 Galleria Taormina

Le portate per tratta e quelle cumulate, stimate per la fase di esercizio della Galleria Taormina sono indicate in Tabella 30. Le portate cumulate attese, considerando unicamente il drenaggio delle tratte con battenti maggiori a 8 bar, sono di ca. 17 l/s.

Unità GEO	Unità IDROGEO	Tratta			Carico idraulico iniziale	Cond. Idraulica k	Portate stabilizzate		
		Da	A	Lunghezza			Q	Q	Qcum
		(m)	(m)	(m)			(l/s*m)	(l/s su tratta)	l/s cumul
CODd	CSA	7785	7900	115	0.0	1.0E-06	0.00	0.00	0.00
CODd	CSA	7900	7955	55	8.0	1.0E-06	0.00	0.00	0.00
CODc	CRM	7955	8140	185	30.0	1.0E-08	0.00	0.00	0.00
CODc	CRM	8140	8250	110	26.0	1.0E-08	0.00	0.00	0.00
CODc	CRM	8250	8355	105	28.0	1.0E-08	0.00	0.00	0.00
CODc	CRM	8355	8500	145	80.0	1.0E-08	0.00	0.05	0.05
CODc	CRM	8500	8600	100	87.0	1.0E-08	0.00	0.04	0.09
CODc	CRM	8600	8735	135	75.0	1.0E-08	0.00	0.00	0.09
CODc/CODa-fa	CRM/CCO-fa	8735	8800	65	46.0	6.0E-06	0.00	0.00	0.09
CODa	CCO	8800	8850	50	31.5	2.0E-06	0.00	0.00	0.09
CODa	CCO	8850	8900	50	11.8	2.0E-06	0.00	0.00	0.09
CODa-fa	CCO-fa	8900	8930	30	22.0	6.0E-06	0.00	0.00	0.09
CODa	CCO	8900	8940	40	37.5	2.0E-06	0.00	0.00	0.09
CODa	CCO	8940	9100	160	49.0	2.0E-06	0.00	0.00	0.09
CODa	CCO	9100	9200	100	56.5	2.0E-06	0.00	0.00	0.09
CODa	CCO	9200	9300	100	58.5	2.0E-06	0.00	0.00	0.09
FDN	CMT	9300	9400	100	74.5	1.0E-07	0.00	0.00	0.09

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria Mandante	LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)					
 	PROGETTO ESECUTIVO					
Progettazione:   	COMMESSA RS5M	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ	DOCUMENTO RG GE 00 02 001	REV. C	PAG. 100/115
RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE						

FDN	CMT	9400	9500	100	81.0	1.0E-07	0.00	0.34	0.43
FDN	CMT	9500	9600	100	88.0	1.0E-07	0.00	0.37	0.80
FDN	CMT	9600	9800	200	95.5	1.0E-07	0.00	0.79	1.58
FDN	CMT	9800	10000	200	99.0	1.0E-07	0.00	0.81	2.40
FDN	CMT	10000	10200	200	102.5	1.0E-07	0.00	0.84	3.23
FDN	CMT	10200	10400	200	105.0	1.0E-07	0.00	0.85	4.08
FDN-cat	CMT	10400	10500	100	107.0	1.0E-07	0.00	0.43	4.52
FDN-cat	CMT	10500	10600	100	107.0	1.0E-07	0.00	0.43	4.95
FDN-cat	CMT	10600	10700	100	106.5	1.0E-07	0.00	0.43	5.38
FDN-cat	CMT	10700	10800	100	106.0	1.0E-07	0.00	0.43	5.81
FDN-cat	CMT	10800	10940	140	105.0	1.0E-07	0.00	0.60	6.41
FDN-fa	CMT	10940	10960	20	105.5	3.0E-07	0.01	0.26	6.66
FDN-cat	CMT	10960	11010	50	104.5	1.0E-07	0.00	0.21	6.88
MAI-fa	CCM	11010	11030	20	105.0	3.0E-07	0.01	0.26	7.13
MAI	CCM	11030	11100	70	104.0	8.0E-08	0.00	0.24	7.37
MAI	CCM	11100	11200	100	105.0	8.0E-08	0.00	0.34	7.71
MAI	CCM	11200	11225	25	100.5	8.0E-08	0.00	0.08	7.79
MAI/MED	CCM	11225	11265	40	77.0	1.0E-06	0.00	0.00	7.79
MED-fr	CCM	11265	11350	85	52.5	3.0E-07	0.00	0.00	7.79
MED-fr	CCM	11350	11450	100	41.5	3.0E-07	0.00	0.00	7.79
MED-fr	CCM	11450	11500	50	27.0	3.0E-07	0.00	0.00	7.79
MED-fr	CCM	11500	11600	100	13.5	3.0E-07	0.00	0.00	7.79
MED-fr	CCM	11600	11700	100	25.5	3.0E-07	0.00	0.00	7.79
MED-fr	CCM	11700	11800	100	26.0	3.0E-07	0.00	0.00	7.79
MED-fr	CCM	11800	11840	40	30.0	3.0E-07	0.00	0.00	7.79
MED	CCM	11840	11950	110	54.5	1.0E-07	0.00	0.00	7.79
MED-fa	CCM	11950	11990	40	60.5	1.0E-06	0.00	0.00	7.79
DOA	CDO	11990	12070	80	70.0	5.0E-07	0.00	0.00	7.79
DOA-fa	CDO	12070	12110	40	78.0	5.0E-07	0.00	0.00	7.79
TAM	CMT	12110	12200	90	82.0	5.0E-07	0.02	1.56	9.35
TAM	CMT	12200	12300	100	87.5	1.0E-07	0.00	0.37	9.72
TAM	CMT	12300	12500	200	107.5	1.0E-07	0.00	0.87	10.59
TAM	CMT	12500	12540	40	109.0	1.0E-07	0.00	0.18	10.76
TAM-fa	CMT	12540	12560	20	109.7	7.0E-07	0.03	0.62	11.38
TAM	CMT	12560	12700	140	109.5	2.0E-07	0.01	1.24	12.62
TAM	CMT	12700	13000	300	110.9	2.0E-07	0.01	2.68	15.29
TAM	CMT	13000	13100	100	98.7	2.0E-07	0.01	0.89	16.18
TAM	CDO	13100	13200	100	80.5	2.0E-07	0.01	0.89	17.07
GCM	CMT	13200	13420	220	19.2	1.0E-05	0.00	0.00	17.07

<p>Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandatario: Mandante</p> <p>webuild Italia</p> <p>Progettazione:</p> <p>ROCKSOIL S.p.A. PROGER PINI ITALIA</p>	<p>LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA</p> <p>RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</p> <p>Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>101/115</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	101/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	101/115								

TAM	CMT	13420	13520	100	0.0	2.0E-07	0.00	0.00	17.07
TAM	CMT	13520	13700	180	36.6	2.0E-07	0.00	0.00	17.07
TAM	CMT	13700	13900	200	40.0	2.0E-07	0.00	0.00	17.07

Tabella 30 – Calcolo delle portate attese in fase di esercizio della Galleria Taormina.

<p>Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandatario</p> <p>webuild Italia</p> <p>Progettazione:</p> <p>ROKSOIL S.p.A. PROGER PINI ITALIA</p>	<p>LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA</p> <p>RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</p> <p>Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>102/115</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	102/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	102/115								

8.4.3 Galleria di Interconnessione Letojanni

Le portate cumulate, stimate per la fase di esercizio della Galleria di Interconnessione Letojanni sono dell'ordine di 5 l/s.

<p>Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria Mandante</p> <p> </p> <p>Progettazione:</p> <p>  </p>	<p>LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA</p> <p>RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</p> <p>Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>103/115</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	103/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	103/115								

9 VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI PREVISTI SULLE RISORSE IDRICHE

9.1 INTRODUZIONE

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 decine di metri. Non è stato invece possibile determinare con precisione la presenza di sorgenti nella zona, verosimilmente poiché queste non fanno parte delle risorse idriche censite da parte dei comuni. Le uniche informazioni relative a due sorgenti sono state reperite per la Sorgente Torre, ubicata nel comune di Taormina, la quale non risulta essere sfruttata in quanto caratterizzata da una portata saltuaria, e la Sorgente Sifone, nel comune di Giardini Naxos.

L'utilizzo della risorsa prelevata mediante queste captazioni comprende esclusivamente l'uso potabile. Si rimanda all'elaborato specifico per l'elenco completo dei punti d'acqua censiti e delle informazioni disponibili relative ad essi.

9.2 VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI ISTERILIMENTO DI POZZI E SORGENTI CON IL METODO DHI

9.2.1 Metodologia

Generalmente per la valutazione del potenziale impatto generato da scavi di gallerie sui pozzi e sorgenti presenti nelle aree limitrofe viene utilizzato il metodo del calcolo dell'indice DHI - *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 utilizzati per i diversi parametri. Per una più completa descrizione del metodo generale si rimanda alle pubblicazioni sopracitate.

Il metodo DHI 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. Varia da 0.1 (fratture assenti) a 1 (molte fratture).

<p>Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandatario: Mandante</p>   <p>Progettazione:</p>   	<p>LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>104/115</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	104/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	104/115								

- **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: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria Mandante   Progettazione:   	LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e) PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>105/115</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	105/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	105/115								

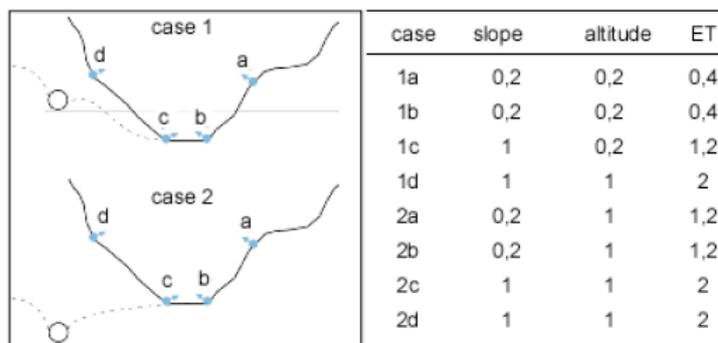


Figura 21. Effetto Topografico ET (da Torri et al, 2007).

- **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 vulcanico CVL	0.5	Complesso conglomeratico-ghiaioso CCO	0.5	Complesso calcareo mamoso CCM	0.5						
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	Punto acqua e galleria su stesso versante	1	Punto acqua e galleria su versanti diversi	0.5								
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				

<p>Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandatario</p> <p>webuild Italia</p> <p>Progettazione:</p> <p>ROCKSOIL S.p.A. PROGER PINI ITALIA</p>	<p>LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA</p> <p>RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</p> <p>Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAG.</td> </tr> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>106/115</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	106/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	106/115								

Tabella 31. 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:

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

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 isterilimento del punto d'acqua, secondo la seguente tabella:

Indice DHI	Classe	Probabilità di isterilimento
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 32. Classi del DHI

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.

9.2.2 Risultati dell'analisi

Come verrà illustrato nella tabella seguente, per la tratta in oggetto non è stato possibile effettuare un'analisi specifica sul rischio di disseccamento della risorsa idrica per effetto dello scavo mediante la determinazione dell'indice DHI per tutti i punti d'acqua censiti. Nello specifico:

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria Mandante  		LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)					
Progettazione:   		PROGETTO ESECUTIVO					
RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE		COMMESSA RS5M	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ	DOCUMENTO RG GE 00 02 001	REV. C	PAG. 107/115

- Il metodo DHI non è stato applicato ai punti d'acqua localizzati a distanze maggiori di 2000 m dal tracciato in progetto (Pozzo Assinos, Pozzo Porticato, Pozzi Pigno 1 e 2, Pozzo Marino e Pozzo Autostrada) in quanto queste distanze risultano essere troppo elevate affinché il raggio di influenza degli scavi delle gallerie possano influenzare i circuiti idrici presenti, e di conseguenza non si verificano i presupposti per applicare in modo realistico il metodo descritto;
- per i serbatoi del Comune di Fiumefreddo di Sicilia (1 e 2) e del punto di smistamento delle acque Bufardo il metodo non è stato applicato in quanto non si tratta di vere e proprie risorse idriche; per completezza di informazioni, questi punti sono stati comunque inseriti all'interno del censimento realizzato;
- per il Pozzo Calatabiano non è stato applicato il metodo in quanto, ubicato nel fondovalle del Fiume Alcantara, ricade in corrispondenza del settore posto a valle delle pile del viadotto Alcantara VI02, quindi non interessato da un possibile drenaggio da parte della Galleria Calatabiano;
- per la Sorgente Torre non è stato applicato il metodo DHI in quanto caratterizzata da portate saltuarie che ne impediscono lo sfruttamento, come riscontrato anche in numerosi altri pozzi della zona, e di conseguenza anche in questo caso non si verificano i presupposti per applicare in modo realistico il metodo descritto;

Punto acqua		DT	IF	TS	ET			FF	MK	OV	PZ	PI	DHI calcolato	DHI normalizzato	Classe DHI	Ubicazione	Note
Codice	Tipo				Quota	Versante	ET										
Serbatoi Fiumefreddo 2	Serbatoi															Galleria artificiale GA01	Non rappresenta risorsa idrica influenzabile dalla galleria
Smistamento acque Bufardo	Impianto															Galleria artificiale GA01	Non rappresenta risorsa idrica influenzabile dalla galleria
Serbatoi Fiumefreddo 1	Serbatoi															Galleria artificiale GA01	Non rappresenta risorsa idrica influenzabile dalla galleria
Bufardo	Pozzo	1.2	1	2	1	0.5	1.5	0.2	0.5	0.9	1	0.55	196.20	0.13	2	Galleria artificiale GA01	

Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria Mandante  		LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)					
Progettazione:   		PROGETTO ESECUTIVO					
RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE		COMMESSA RS5M	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ	DOCUMENTO RG GE 00 02 001	REV. C	PAG. 108/115

Punto acqua		DT	IF	TS	ET			FF	MK	OV	PZ	PI	DHI calcolato	DHI normalizzato	Classe DHI	Ubicazione	Note
Codice	Tipo				Quota	Versante	ET										
Calatabiano	Pozzo														1	Fiume Alcantara	Fuori dal raggio di influenza delle gallerie (fiumara)
Assinos	Pozzo														1	Fiume Alcantara	Fuori dal raggio di influenza delle gallerie (fiumara)
Porticato	Pozzo														1	Fiume Alcantara	Fuori dal raggio di influenza delle gallerie (fiumara)
Pigno 1	Pozzo														1	Fiume Alcantara	Fuori dal raggio di influenza delle gallerie (fiumara)
Pigno 2	Pozzo														1	Fiume Alcantara	Fuori dal raggio di influenza delle gallerie (fiumara)
Marino	Pozzo														1	Fiume Alcantara	Fuori dal raggio di influenza delle gallerie (fiumara)
Autostrada	Pozzo														1	Fiumara	Fuori dal raggio di influenza delle gallerie (fiumara)
Sifone	Sorgente	1.2	1.4	1.1	1	1	2	0.8	0.5	0.5	1	0.72	267.22	0.18	2	Galleria Taormina	
Torre	Sorgente														1	Galleria Taormina	Portate saltuarie (impossibilità di stabilire influenza delle gallerie)
Sifone	Galleria drenante	1.1	1.5	1.1	1	1	2	0.8	0.5	0.5	1	0.72	262.45	0.18	2	Galleria Taormina	

In particolare, la galleria drenante “Sifone” si trova all’interno dell’acquifero denominato “Peloritani Sud Orientale”, dove gli affioramenti carbonatici costituiscono le aree di alimentazione verso un acquifero che ha collegamenti sotterranei con più zone di ricarica.

La galleria drenante Sifone, utilizzata per l’approvvigionamento idropotabile di Taormina, si colloca ad una distanza minima di ca. 900 m. a monte dalla Galleria Taormina (attorno alla pk 11+200) e di ca. 1’600 m a monte dalle opere sotterranee della Stazione Taormina. L’acquifero di alimentazione delle acque della galleria drenante è costituito dai calcari mesozoici. Il settore che si frappone tra la galleria drenante e la galleria di linea e la stazione Taormina è attraversato da numerose faglie che

<p>Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria Mandante</p> <p>webuild Italia</p> <p>Progettazione:</p> <p>ROCKSOIL S.p.A. PROGER PINI ITALIA</p>	<p>LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA</p> <p>RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</p> <p>Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>109/115</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	109/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	109/115								

interrompono la continuità delle unità geologiche (tra cui anche quella dei calcari mesozoici), mettendo in contatto rocce con permeabilità molto differenti (da elevate a basse). In questo contesto, in cui sussiste un'elevata distanza tra le opere in progetto e la galleria drenante e in cui i sistemi di circolazione non parrebbero essere attivi su lunghi tratti, in ragione della forte disarticolazione delle unità permeabili, la probabilità che si verifichi un impatto sul sistema di alimentazione della galleria drenante è valutata essere bassa.

Per quel che riguarda invece il pozzo Calatabiano non sussiste un problema di impatto quantitativo; infatti, esso si colloca al di fuori del raggio di influenza di potenziali drenaggi della Galleria Calatabiano. Tuttavia, si sottolinea come essendo tale pozzo ubicato poco più a valle a valle delle opere previste per la realizzazione delle pile del viadotto Alcantara VI02, sarà necessario prevedere una gestione oculata durante le fasi del cantiere, al fine di evitare interferenze con le acque captate. Per tali ragioni dovrà essere realizzato, tra le opere in progetto e il suddetto pozzo, un piezometro di monitoraggio, atto al controllo dell'integrità qualitativa dell'acquifero potabile.

Il calcolo dell'indice DHI è stato realizzato su 3 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	8
0.1 < DHI < 0.2	2	Bassa	3
0.2 < DHI < 0.3	3	Media	0
DHI > 0.3	4	Alta	0

Tabella 33. Sintesi dei risultati del DHI.

Sulla base dei risultati del calcolo si possono fare le seguenti considerazioni:

- il 70% del totale ricade in classi caratterizzate da rischio molto basso o nullo (classe 1);
- il 30% del totale ricade in classi caratterizzate da rischio basso (classe 2);
- lo 0% del totale ricade in classi caratterizzate da rischio medio (classe 3);
- lo 0% del totale ricade nella classe a rischio più elevato (classe 4).

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.). Evidentemente, il rischio di isterilimento si riduce considerevolmente nelle tratte in cui in fase di scavo e in fase di esercizio delle gallerie saranno adottati gli accorgimenti necessari ad evitare il drenaggio delle gallerie. Questo, avverrà ad esempio nelle gallerie scavate in meccanizzato, e in particolare nelle tratte in cui lo scavo sarà effettuato con TBM in modalità EPB. Questa modalità, che prevede che in camera di scavo il materiale sarà condizionato e le pressioni di stabilizzazione, con il limite massimo di 6 bar, consentiranno di evitare il drenaggio delle acque in galleria. Quindi, laddove saranno praticate senza interruzioni tali modalità di scavo e ove i battenti idraulici indisturbati dell'ammasso sono inferiori al valore di soglia di 6 bar, si può assumere che non si verificheranno impatti sui punti d'acqua. Nelle tratte di scavo meccanizzato, ove il drenaggio è

<p>Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandatario: Mandante</p> <p>webuild Italia</p> <p>Progettazione:</p> <p>ROKSOIL S.p.A. PROGER PINI ITALIA</p>	<p>LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA</p> <p>RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</p> <p>Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>110/115</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	110/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	110/115								

limitato alla sola fase di scavo (ad es. in concomitanza delle operazioni di manutenzione della testa di scavo, tratte in cui le pressioni idrauliche sono maggiori di 6 bar, etc.), e in seguito si procede alla posa dei rivestimenti in anelli prefabbricati completi di guarnizioni idrauliche, connettori e riempimento del vuoto anulare tra rivestimento e sagoma di scavo con miscela bicomponente, si può assumere che gli impatti sui punti d'acqua definiti con il DHI abbiano carattere transitorio e decadano dopo qualche tempo. Nel caso in cui il rivestimento in anelli prefabbricati necessiterà dell'inserimento di sistemi di drenaggio delle acque dall'ammasso, ad esempio in quei particolari contesti di elevata pressione in cui occorre ridurre i battenti idraulici in modo da scongiurare lesioni strutturali dei conci, per la previsione degli impatti potenziali si dovrà fare riferimento ai risultati ottenuti con il metodo DHI.

9.3 VALUTAZIONE DEL RISCHIO POTENZIALE DI IMPATTO SULL'ACQUA DRENATA DALLA GALLERIA SIFONE

L'approvvigionamento idrico potabile di Taormina è fornito principalmente dalle acque drenate dalla Galleria Sifone, collocata sul versante ovest dei Monti di Taormina, a valle di Castelmola (Figura 22). La galleria drena acque della sorgente Sifone, così denominata poiché è ubicata ai piedi dell'omonimo torrente. Dai dati raccolti la galleria ha una lunghezza di ca. 180 m e capta le acque da un tratto di ammasso particolarmente fratturato.

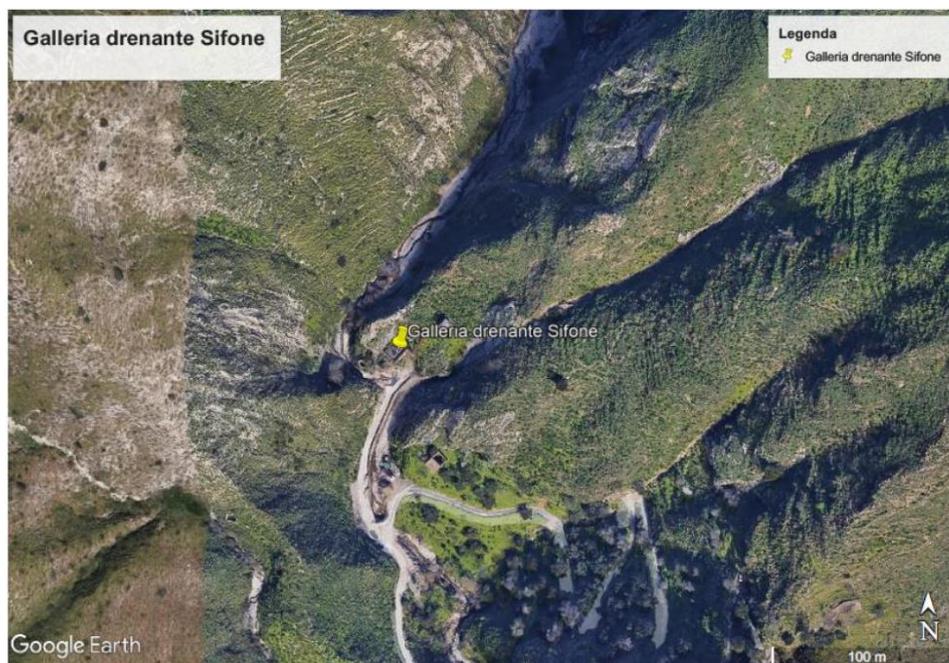


Figura 22. Ubicazione dell'imbocco della Galleria drenante Sifone.

Tenuto conto della rilevanza strategica della sorgente Sifone, è stato realizzato un rilievo geologico finalizzato a definire il contesto geologico-idrogeologico della sorgente di captazione, in modo da valutare le potenzialità di impatto da parte delle opere in progetto sull'acquifero drenato dalla galleria Sifone. L'acquifero entro cui circolano le acque captate dalla galleria è costituito da calcari massivi appartenenti ai Calcari e Dolomie di Taormina (DOA), con stratificazione ben definita (cfr. schema di

<p>Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandatario: Mandante</p> <p>webuild Italia</p> <p>Progettazione:</p> <p>ROCKSOUL S.p.A. PROGER PINI ITALIA</p>	<p>LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA</p> <p>RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</p> <p>Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>111/115</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	111/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	111/115								

circolazione di Figura 24). Lungo la stratificazione si sviluppa un sistema principale di giunti che determina il canale preferenziale di circolazione dell'acqua. Da quanto è possibile osservare dall'esterno dell'opera, la galleria intercetta un altro canale di permeabilità determinato da un sistema di giunti sub-verticali a direzione ca. NE-SW. A monte e a valle dell'acquifero, i calcari sono bordati da calcari con marnosi appartenenti alla formazione del Medolo (MED). Tali rocce costituiscono un acquiclude, ovvero un limite tamponante per la circolazione idrica impostata entro i calcari DOA. A quanto si è avuto modo di osservare, l'acquifero pare non proseguire a valle in direzione delle opere in progetto (direzione Sud nello schema di Figura 24). Pertanto, a valle di tali osservazioni non si ravvisano particolari criticità legate a potenziali interferenze dell'opera con l'acquifero che alimenta la galleria Sifone.



Figura 23. Immagini del settore della galleria drenante Sifone: (a) vista frontale del bottino di presa della galleria Sifone, (b) vista dall'alto del bottino di presa, (c) stratificazione dei calcari DOA costituenti l'acquifero, (d) calcari marnosi MED costituenti l'aquiclude che circonda l'acquifero potabile.

<p>Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandatario: Mandante</p> <p>webuild Italia</p> <p>Progettazione:</p> <p>ROKSOIL S.p.A. PROGER PINI ITALIA</p>	<p>LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>112/115</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	112/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	112/115								

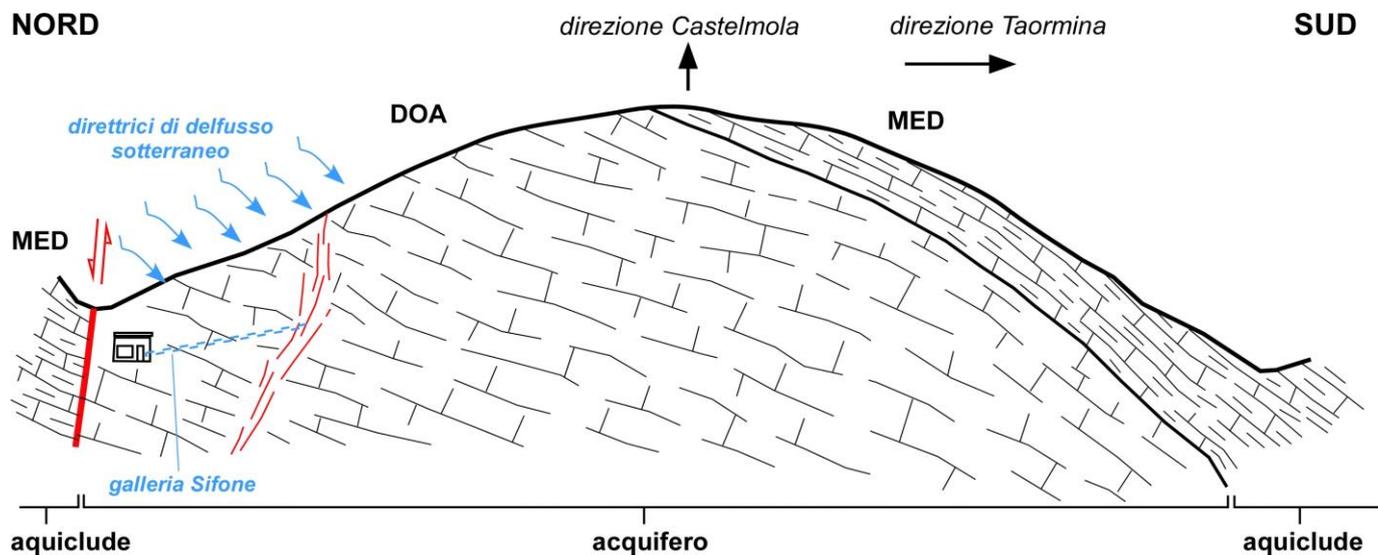


Figura 24. Schema di circolazione idrica sotterranea del settore prossimo alla galleria drenante Sifone.

<p>Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria Mandante</p> <p> </p> <p>Progettazione:</p> <p>  </p>	<p>LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA</p> <p>RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</p> <p>Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>113/115</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	113/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	113/115								

10 SINTESI DELLE PRINCIPALI CRITICITÀ IDROGEOLOGICHE

Lo studio idrogeologico realizzato nell'ambito della Progettazione Esecutiva consente di delineare una serie di criticità da considerare opportunamente in fase di progettazione delle opere e in fase di scavo delle gallerie. In sintesi, le principali criticità sono le seguenti:

- **Battenti idraulici in galleria.** Le misure piezometriche effettuate nei piezometri realizzati nell'ambito della Progettazione Esecutiva consentono di definire dei valori di battenti idraulici generalmente più elevati di quelli stimati nell'ambito della Progettazione Definitiva (PD). La ricostruzione dei battenti idraulici riportati rispetto al piano del ferro e i riferimenti ai dati di monitoraggio utilizzati sono riportati nei sottoparagrafi del § 7.3. I valori massimi di battente idraulico ricostruiti per le varie gallerie sono:
 - G. Calatabiano: 5-6 bar
 - G. Taormina: 10-11 bar
 - G. Interconnessione Letojanni: 4-5 bar

La distribuzione dei battenti idraulici riportati nei profili idrogeologici dovrà essere tenuta in debita considerazione in relazione alla previsione delle tratte che, necessariamente, dovranno essere scavate in condizioni in cui la pressione idraulica dell'ammasso eccede la soglia massima di pressione che la TBM-EPB può contrapporre sul fronte di scavo. Per tali tratte si può quindi prevedere che si verificherà un afflusso di acqua in galleria, la cui entità si collocherà entro gli intervalli di valori minimi-massimi riportati nelle stime del paragrafo 8.3. Nei settori in cui i carichi idraulici previsti sono elevati e in cui è previsto l'attraversamento di zone permeabili, si ravvisa l'opportunità di effettuare delle indagini in avanzamento in modo da poter ricorrere con adeguato anticipo ad eventuali interventi di mitigazione del rischio di venute d'acqua improvvise (es. consolidamenti radiali, drenaggi, etc.). Per le tratte scavate in meccanizzato, le stime di portata discusse nel paragrafo 8.4 sono state condotte assumendo che il drenaggio venga effettuato per valori di battente idraulico in galleria eccedenti 8 bar. Questo valore non corrisponde ad una soglia progettuale di tenuta dei rivestimenti, bensì costituisce un valore di riferimento assunto nell'ipotesi cautelativa che si possano verificare condizioni idrogeologiche particolari che richiedono l'esecuzione di drenaggi dell'ammasso. Per questo motivo, le tratte ove sono state inserite sezioni drenanti negli elaborati progettuali delle gallerie non corrispondono necessariamente alle tratte drenanti previste nelle stime idrogeologiche condotte nell'ambito della presente relazione. L'assunzione qui adottata consente, nell'ottica di una gestione ottimale dei possibili scenari di rischio, di calcolare le portate d'acqua che in situazioni inattese potrebbe essere necessario smaltire a seguito di un drenaggio, prevedendo quindi gli opportuni sistemi di allontanamento e recapito. In ogni caso, si consideri che, dato il contesto geologico-strutturale generalmente molto articolato nel quale sono presenti numerosi sistemi di faglie e fratture che veicolano in maniera disomogenea i vari sistemi di flusso, le previsioni di battenti idraulici riportati per le varie gallerie vanno considerate come riferimento di massima. Quindi, è possibile che lungo le gallerie si possano verificare variazioni localmente anche consistenti di battente rispetto alle previsioni effettuate. Tale scenario di rischio dovrà essere gestito adeguatamente attraverso l'applicazione di un sistema di monitoraggio delle pressioni idrauliche dell'ammasso (celle di

<p>Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandatario: Mandante</p> <p> </p> <p>Progettazione:</p> <p>  </p>	<p>LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA</p> <p>RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</p> <p>Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>114/115</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	114/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	114/115								

pressione da installare sui rivestimenti), che consenta di individuare correttamente eventuali anomalie, permettendo quindi di apportare le azioni correttive ove necessario (drenaggio per abbassamento delle pressioni).

- **Valutazione impatti risorse idriche.** Dalla valutazione di impatto sulle risorse (Capitolo 9) risulta che la maggior parte delle sorgenti è caratterizzata da un rischio molto basso e solo 3 da rischio basso. Tra queste ultime, la sorgente più significativa è la galleria drenante “Sifone” che costituirebbe il principale approvvigionamento idrico dell’abitato di Taormina. Per questa sorgente, la probabilità che si verifichi un impatto sul sistema di alimentazione è stata valutata bassa in virtù del fatto che l’acquifero intercettato dalla galleria pare non essere idraulicamente connesso con le porzioni di ammasso attraversate dalle opere in progetto (cfr. paragrafo 9.3).
- **Compartimentazioni idrauliche con variazioni repentine di pressione sul fronte di scavo.** In alcune tratte in galleria si configura un particolare assetto strutturale e idrogeologico costituito dall’alternanza di domini a permeabilità molto bassa e domini a permeabilità elevata o molto elevata. In particolare, questa condizione si osserva in corrispondenza di questi settori ove le strutture tettoniche molto mature determinano l’alternanza tra cataclasiti o gouge di faglia a granulometria fine-molto fine (argille), di bassa permeabilità, e zone di breccie di faglia molto fratturate e poco cementate, di elevata permeabilità; ad esempio, un modello di questo tipo è descritto in dettaglio da Caine et al., 1996. Tali caratteristiche sono attese principalmente in corrispondenza di alcune tratte della Galleria Taormina, della Galleria di Interconnessione Letojanni e nella Stazione Taormina.
- **Criticità associate ad attraversamento di fronti misti.** Nei sottoparagrafi del § 7.3 sono state discusse una serie di locali criticità associate a condizioni di attraversamento di fronti misti in presenza di possibili alimentazioni consistenti dalla superficie. Si riportano due situazioni di criticità:
 - nella G. Caltabiano, tra la pk 3+900 e 4+200 la galleria interferisce con i depositi alluvionali del T. S. Giorgio. In questo settore, i fronti di scavo attesi sono in materiale misto. In corrispondenza delle zone in connessione idraulica con il torrente, qualora questo non fosse in secca, sono possibili afflussi d’acqua di entità considerevole.
 - nella G. Taormina, tra la pk 11+540 ca. e 11+580 ca, in corrispondenza del fondovalle del T. Sirina, la galleria interferirà con buona probabilità con i depositi di fondovalle, attestandosi quindi in un fronte di scavo misto, con correlate problematiche di stabilità del fronte di scavo e di afflusso d’acqua, con possibili afflussi d’acqua di entità considerevole.

Queste due situazioni sono ad elevata criticità e vanno considerate attentamente in fase di avanzamento dello scavo delle gallerie. In queste tratte è opportuno che lo scavo venga anticipato da indagini in avanzamento, per poter prevedere eventuali interferenze del fronte di scavo con i depositi permeabili. Inoltre, vanno previsti opportuni consolidamenti preventivi ed interventi di impermeabilizzazione necessari a garantire un avanzamento in condizioni di sicurezza.

<p>Appaltatore: Consorzio Messina Catania Lotto Sud Mandataria Mandante</p> <p> </p> <p>Progettazione:</p> <p>  </p>	<p>LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA</p> <p>RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</p> <p>Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>RELAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS5M</td> <td>01</td> <td>E ZZ</td> <td>RG GE 00 02 001</td> <td>C</td> <td>115/115</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	115/115
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
RS5M	01	E ZZ	RG GE 00 02 001	C	115/115								

11 MONITORAGGIO

Vista la vicinanza del pozzo Calatabiano al Viadotto Alcantara in progetto, è opportuno predisporre un monitoraggio durante la realizzazione delle pile del viadotto, allo scopo di monitorare il mantenimento dell'integrità dello stato qualitativo dell'acquifero utilizzato per gli scopi potabili. Per il monitoraggio dovrà essere realizzato un piezometro a tubo aperto di profondità 30 m, ubicato circa 50 m a valle delle pile del viadotto in direzione del pozzo.