

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:	PROGETTISTA:	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE
RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO PROGETTISTI 	Ing. Geol. MASSIMO PIETRANTONI Responsabile Geologia e Geotecnica	Ing. PIETRO MAZZOLI Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche

PROGETTO ESECUTIVO

ITINERARIO NAPOLI-BARI

RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO

1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI

GEOLOGIA – GEOMORFOLOGIA - IDROGEOLOGIA

STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROGEOLOGICA

APPALTATORE		SCALA:
Consorzio CFT IL DIRETTORE TECNICO Geom. C. Bianchi 11/07/2018		-

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

I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	R	G	G	E	0	0	0	1	0	0	3	A
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione	M. Remigio	11/07/2018	M. Pietrantonì	11/07/2018	P. Mazzoli	11/07/2018	M. Pietrantonì
								11/07/2018

File: IF1N.0.1.E.ZZ.RG.GE.00.0.1.003.A.docx

n. Elab:

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 003</td> <td>A</td> <td>2 di 63</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	2 di 63
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	2 di 63								

Indice

1	PREMESSA.....	4
2	DOCUMENTI PROGETTUALI	6
3	LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA	7
4	IL PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO	9
4.1	LA PERIMETRAZIONE.....	9
4.2	LE NORME TECNICHE DI ATTUAZIONE.....	13
5	LO STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDROGEOLOGICA.....	15
6	INDAGINI GEOGNOSTICHE	16
7	INQUADRAMENTO GEOLOGICA GENERALE.....	17
7.1.1	UNITÀ DEI MONTI LATTARI-PICENTINI-ALBURNI.....	19
7.1.2	UNITÀ DEL SANNIO	19
7.1.3	DEPOSITI VULCANOCLASTICI	20
7.1.4	DEPOSITI CONTINENTALI.....	21
8	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO GENERALE	22
8.1	GENERALITÀ	22
8.2	MORFOLOGIA DEI SISTEMI FLUVIALI.....	22
8.3	PROCESSI DI VERSANTE E DEPOSITI DI COPERTURA.....	22
8.4	MORFOLOGIA CARSICA.....	22
9	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO GENERALE	23
9.1	ACQUIFERI E UNITÀ IDROGEOLOGICHE	24
9.2	STRUTTURE IDROGEOLOGICHE E IDRODINAMICA DEGLI ACQUIFERI	25
10	ANALISI GEOMORFOLOGICA DELLE AREE PERIMETRATE.....	27
10.1	IMBOCCO DELLA GALLERIA MONTE AGLIO LATO MADDALONI	27
10.1.1	CONDIZIONI DI TRACCIATO	27
10.1.2	CONDIZIONI GEOLOGICHE.....	27

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 003</td> <td>A</td> <td>3 di 63</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	3 di 63
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	3 di 63								

10.1.3	CONDIZIONI GEOMORFOLOGICHE	27
10.1.4	CONDIZIONI IDROGEOLOGICHE	28
10.1.5	CRITICITA' PROGETTUALI.....	28
10.2	IMBOCCO DELLA FINESTRA SUD ALLA GALLERIA MONTE AGLIO.....	28
10.2.1	CONDIZIONI DI TRACCIATO	28
10.2.2	CONDIZIONI GEOLOGICHE.....	28
10.2.3	CONDIZIONI GEOMORFOLOGICHE E GEOSTRUTTURALI.....	28
10.2.4	CONDIZIONI IDROGEOLOGICHE	36
10.2.5	CRITICITA' PROGETTUALI E SOLUZIONI ADOTTATE.....	36
10.2.6	VERIFICHE DEGLI INTERVENTI	38
10.3	IMBOCCO DELLA GALLERIA MONTE AGLIO LATO BENEVENTO.....	57
10.3.1	CONDIZIONI DI TRACCIATO	57
10.3.2	CONDIZIONI GEOLOGICHE.....	57
10.3.3	CONDIZIONI GEOMORFOLOGICHE	57
10.3.4	CONDIZIONI IDROGEOLOGICHE	57
10.3.5	CRITICITA' PROGETTUALI.....	57
10.4	IMBOCCO DELLA FINESTRA NORD ALLA GALLERIA MONTE AGLIO	58
10.4.1	CONDIZIONI DI TRACCIATO	58
10.4.2	CONDIZIONI GEOLOGICHE.....	58
10.4.3	CONDIZIONI GEOMORFOLOGICHE	58
10.4.4	CONDIZIONI IDROGEOLOGICHE	59
10.4.5	CRITICITA' PROGETTUALI.....	60
10.5	TRATTI DI LINEA IN PIANURA.....	62
10.5.1	CONDIZIONI DI TRACCIATO	62
10.5.2	CONDIZIONI GEOLOGICHE.....	62
10.5.3	CONDIZIONI GEOMORFOLOGICHE	62
10.5.4	CONDIZIONI IDROGEOLOGICHE	63
10.5.5	CRITICITA' PROGETTUALI.....	63

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 003</td> <td>A</td> <td>4 di 63</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	4 di 63
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	4 di 63								

1 PREMESSA

Il nuovo tracciato della linea ferroviaria Napoli - Bari, tratta Canello - Frasso Telesino, tra le Pk 0+000 e 16+500 si sviluppa al confine tra le Province di Caserta e Benevento, tra la Piana di Maddaloni e la Valle dell'Isclero (vedi fig. 1 seguente).

Il tracciato attraversa i territori appartenenti a due diverse Autorità di Bacino (AdB): l'Autorità di Bacino Regionale della Campania Centrale nel settore meridionale (dall'inizio del tracciato alla prima metà della galleria Monte Aglio); l'Autorità di Bacino dei Fiumi Liri, Garigliano e Volturno dalla seconda metà della galleria Monte Aglio alla fine del tracciato nel Comune di Dugenta.

A seguito della direttiva 2000/60/CE e del D.L.vo 152/2006, le due suddette AdB (insieme ad altre cinque) sono state unificate nel Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale.

Nelle more di una omogeneizzazione dei piani, delle perimetrazioni e delle relative norme, è stato chiarito che per le verifiche di compatibilità rimangono valide le Norme Tecniche di Attuazione (NTA) delle rispettive Autorità di Bacino.

Poiché il tracciato attraversa alcune aree perimetrare dalle due citate AdB con vario livello di pericolosità e rischio di frana, è necessario lo Studio di Compatibilità Idrogeologica (SCI) richiesto dalle rispettive NTA.

In tale contesto, la presente Relazione riassume i risultati di questi studi, cercando di unificare, in maniera estensiva, le tematiche e le documentazioni richieste dalle NTA delle due AdB in modo da fornire un documento omogeneo ed unico.

Il tracciato ferroviario del lotto Canello-Frasso Telesino ha una lunghezza di 16.5 km ed è caratterizzato da una elevata frequenza di opere d'arte di vario tipo e importanza.

Il Progetto Esecutivo elaborato per questo tracciato è stato redatto sulla base di specifici studi geologici, geomorfologici, idrogeologici e sismici, in accordo con la normativa tecnica vigente.

In particolare, sono stati condotti rilievi geologici, geomorfologici e idrogeologici di dettaglio (su base cartografica in scala 1:2.000) con il supporto di analisi di foto aeree e satellitari. Per l'area di cava in cui è ubicato l'imbocco della finestra sud della galleria Monte Aglio è stato eseguito un rilievo con drone con tecnica fotogrammetrica e analisi tridimensionale geomeccanica dei fronti rocciosi.

Lo studio di superficie è stato associato all'analisi dei dati di sottosuolo ricavati dalle precedenti campagne di indagini (progetto definitivo e fasi precedenti), integrati dai risultati di una specifica campagna di indagini geognostica e geotecnica (sondaggi, prove in sito e in laboratorio, indagini geofisiche) eseguita per la progettazione esecutiva.

L'insieme dei dati acquisiti hanno consentito di formulare un **modello geologico** (ai sensi delle NTC 2008, § 6.2.1) che descrive i caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici dei siti. Il modello geologico è stato quindi associato ad un **modello sismico** dei singoli siti, come richiesto dalle normative.

La descrizione di dettaglio delle condizioni geologiche è contenuta nella Relazione Geologica che accompagna il progetto. La suddetta Relazione è suddivisa in due sezioni; la prima descrive le condizioni di "area vasta" intendendo con tale termine un'area adeguatamente ampia all'intorno dei siti di progetto, ma significativa per poter studiare e comprendere le dinamiche geologiche alla scala di sito. Per questa analisi di area vasta sono stati utilizzati i dati di letteratura disponibili e i precedenti studi che interessano aree poste anche a notevole distanza dai siti di progetto, ma interpretate e verificate sul posto considerando le finalità del progetto.

Nella seconda sezione sono esaminati gli aspetti di dettaglio che riguardano l'interazione del territorio con l'infrastruttura di progetto, inquadrata nell'ambito dell'area vasta e studiata nello specifico sulla base degli accertamenti condotti nei siti e in particolare dell'analisi e interpretazione dei dati di indagine di sottosuolo.

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 003</td> <td>A</td> <td>5 di 63</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	5 di 63
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	5 di 63								

Il **modello geotecnico** e la caratterizzazione geotecnica delle singole formazioni sono contenuti nella Relazione Geotecnica generale.

Insieme a queste Relazioni sono stati redatti tutti gli elaborati grafici richiesti per la progettazione di opere infrastrutturali lineari (cartografia tematica, profili e sezioni).

Complessivamente lo Studio Geologico e Geotecnico consta di alcune decine di elaborati (vedi cap. 2) e nell'ambito di questi sono contenuti anche gli elaborati specifici espressamente richiesti dalle NTA per la redazione dello SCI. Tra gli elaborati richiesti dalle NTA vanno considerati anche alcuni elaborati tipicamente progettuali che constano di ulteriori decine di elaborati. L'insieme degli elaborati che potrebbero far parte del richiesto SCI (qualora si voglia interpretare in maniera estensiva le richieste delle NTA) sono pertanto molto numerosi e non consentirebbero una agevola e rapida lettura.

Tuttavia, per facilitare la trattazione degli argomenti specifici richiesti, si è ritenuto di impostare la presente Relazione in analogia ad una "sintesi non tecnica" (intendendo con tale termine un documento di sintesi delle principali tematiche affrontate e che riguardano in particolare la stabilità dei versanti). Ovviamente tutti gli aspetti di dettaglio sono contenuti nei singoli elaborati cui si farà riferimento nel testo, i quali potranno essere consultati per approfondire eventuali argomenti specifici.

Sempre per facilitare la comprensione dello studio, in questa Relazione vengono allegati alcuni stralci in formato A3 delle principali cartografie tematiche richieste espressamente dalle NTA. Tutte le cartografie tematiche e gli elaborati progettuali sono contenuti nel progetto e sono disponibili per la loro consultazione.

La documentazione di sintesi allegata (in forma di stralci) verrà riassunta nel successivo Capitolo 5.

ITINERARIO NAPOLI – BARI

RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO

**1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E
 VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL
 COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO**
**RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E
 IDROGEOLOGICA**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	6 di 63

2 DOCUMENTI PROGETTUALI

Gli elaborati che costituiscono lo studio geologico e geotecnico del progetto esecutivo sono contenuti nel seguente elenco. A questi si devono poi sommare i documenti sulle indagini eseguite nelle precedenti fasi progettuali che non sono stati allegati al Progetto Esecutivo (gli stralci di interesse per le aree in esame sono tuttavia riportate in appendice).

A questi elaborati si aggiungono poi ovviamente tutti gli elaborati progettuali (per un totale complessivo di oltre 1000 elaborati).

GEOLOGIA - GEOMORFOLOGIA - IDROGEOLOGIA																				
1	Relazione Geologica, geomorfologica ed idrogeologica	--	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	R	G	GE	00	0	1	001	A	
2	Relazione sismica	--	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	R	G	GE	00	0	1	002	A	
3	Studio di compatibilità idro-geologica	--	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	R	G	GE	00	0	1	003	A	
4	Censimento dei Punti d'acqua	FS	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	R	H	GE	00	0	2	001	A	
5	Carta geologica - Tav. 1 di 3	1:5.000	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	N	5	GE	00	0	1	001	A	
6	Carta geologica - Tav. 2 di 3	1:5.000	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	N	5	GE	00	0	1	002	A	
7	Carta geologica - Tav. 3 di 3	1:5.000	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	N	5	GE	00	0	1	003	A	
8	Carta idrogeologica - Tav. 1 di 3	1:5.000	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	N	5	GE	00	0	2	001	A	
9	Carta idrogeologica - Tav. 2 di 3	1:5.000	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	N	5	GE	00	0	2	002	A	
10	Carta idrogeologica - Tav. 3 di 3	1:5.000	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	N	5	GE	00	0	2	003	A	
11	Carta geomorfologica - Tav. 1 di 3	1:5.000	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	N	5	GE	00	0	3	001	A	
12	Carta geomorfologica - Tav. 2 di 3	1:5.000	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	N	5	GE	00	0	3	002	A	
13	Carta geomorfologica - Tav. 3 di 3	1:5.000	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	N	5	GE	00	0	3	003	A	
14	Profilo geologico e idrogeologico Asse principale - Tav. 1 di 5	1:2.000/200	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	F	Z	GE	00	0	1	001	A	
15	Profilo geologico e idrogeologico Asse principale - Tav. 2 di 5	1:2.000/200	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	F	Z	GE	00	0	1	002	A	
16	Profilo geologico e idrogeologico Asse principale - Tav. 3 di 5	1:2.000/200	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	F	Z	GE	00	0	1	003	A	
17	Profilo geologico e idrogeologico Asse principale - Tav. 4 di 5	1:2.000/200	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	F	Z	GE	00	0	1	004	A	
18	Profilo geologico e idrogeologico Asse principale - Tav. 5 di 5	1:2.000/200	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	F	Z	GE	00	0	1	005	A	
19	Profilo geologico e idrogeologico Variante nel Comune di Maddaloni	1:2.000/200	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	F	Z	GE	00	0	1	006	A	
20	Profilo geologico e idrogeologico Collegamento per Marciianise	1:2.000/200	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	F	Z	GE	00	0	1	007	A	
21	Profilo geologico e idrogeologico Interconnessioni	1:2.000/200	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	F	Z	GE	00	0	1	008	A	
22	Profilo geologico e idrogeologico Finestre uscite di emergenza	1:2.000/200	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	F	Z	GE	00	0	1	009	A	
23	Dossier indagini	--	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	S	G	GE	00	0	5	001	A	
24	Documentazione sui sondaggi e prove in foro	--	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	S	G	GE	00	0	5	002	A	
25	Documentazione sulle prove in sito	--	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	S	G	GE	00	0	5	003	A	
26	Documentazione sulle indagini geofisiche	--	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	P	6	GE	00	0	5	001	A	
27	Documentazione sulle prove geotecniche di laboratorio	--	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	P	R	GE	00	0	5	001	A	
28	Programma temporale di esecuzione dei sondaggi	--	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	P	L	GE	00	0	5	001	A	
29	Planimetria con ubicazione delle indagini - Tav. 1/5	1:2.000	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	P	6	GE	00	0	5	001	A	
30	Planimetria con ubicazione delle indagini - Tav. 2/5	1:2.000	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	P	6	GE	00	0	5	002	A	
31	Planimetria con ubicazione delle indagini - Tav. 3/5	1:2.000	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	P	6	GE	00	0	5	003	A	
32	Planimetria con ubicazione delle indagini - Tav. 4/5	1:2.000	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	P	6	GE	00	0	5	004	A	
33	Planimetria con ubicazione delle indagini - Tav. 5/5	1:2.000	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	P	6	GE	00	0	5	005	A	
GEOTECNICA																				
34	Relazione geotecnica generale di linea delle opere all'aperto	--	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	R	B	GE	00	0	5	001	A	
35	Relazione Geomeccanica. Opere in sotterraneo e nel sottosuolo	--	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	R	B	GE	00	0	5	002	A	
36	Relazione tecnico-descrittiva - Criteri di dimensionamento e verifica fondazioni superficiali e	--	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	R	O	GE	00	0	5	001	A	
37	Relazione tecnico-descrittiva - Criteri di dimensionamento e verifica opere di sostegno	--	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	R	O	GE	00	0	5	002	A	
38	Relazione tecnico-descrittiva. Criteri di dimensionamento e verifica di rilevati e trincee	--	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	R	O	GE	00	0	5	003	A	
39	Profilo geotecnico Asse principale - Tav. 1 di 5	1:2000/1:200	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	F	Z	GE	00	0	5	001	A	
40	Profilo geotecnico Asse principale - Tav. 2 di 5	1:2000/1:200	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	F	Z	GE	00	0	5	002	A	
41	Profilo geotecnico Asse principale - Tav. 3 di 5	1:2000/1:200	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	F	Z	GE	00	0	5	003	A	
42	Profilo geotecnico Asse principale - Tav. 4 di 5	1:2000/1:200	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	F	Z	GE	00	0	5	004	A	
43	Profilo geotecnico Asse principale - Tav. 5 di 5	1:2000/1:200	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	F	Z	GE	00	0	5	005	A	
44	Profilo geotecnico Variante nel Comune di Maddaloni	1:2000/1:200	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	F	Z	GE	00	0	5	006	A	
45	Profilo geotecnico Collegamento per Marciianise	1:2000/1:200	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	F	Z	GE	00	0	5	007	A	
46	Profilo geotecnico Interconnessioni	1:2000/1:200	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	F	Z	GE	00	0	5	008	A	
47	Profilo geotecnico Finestre uscite di emergenza	1:2000/1:200	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	F	Z	GE	00	0	5	009	A	
48	Profilo geotecnico variante nel Comune di Maddaloni e planimetria con ubicazione delle indagini	1:2000/1:200	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	F	Z	GE	00	0	5	010	A	
49	Profilo geotecnico variante nel Comune di Maddaloni e planimetria con ubicazione delle indagini	1:2000/1:200	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	F	Z	GE	00	0	5	011	A	
50	Profilo geotecnico variante collegamento per Marciianise e planimetria con ubicazione delle	1:2000/1:200	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	F	Z	GE	00	0	5	012	A	
51	Profilo geotecnico Interconnessione Nord e planimetria con ubicazione delle indagini Tav. 1 di 2	1:2000/1:200	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	F	Z	GE	00	0	5	013	A	
52	Profilo geotecnico Interconnessione Nord e planimetria con ubicazione delle indagini Tav. 2 di 2	1:2000/1:200	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	F	Z	GE	00	0	5	014	A	
Viabilità stradale																				
53	Cavalcaferrovia al km 2+113,592 - Profilo geotecnico	1:2000/1:200	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	F	6	GE	00	0	5	017	A	
54	Cavalcaferrovia al km 2+220,334 - Profilo geotecnico	1:2000/1:200	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	F	6	GE	00	0	5	018	A	
55	Cavalcaferrovia al km 13+276,520 - Profilo geotecnico	1:2000/1:200	I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	F	6	GE	00	0	5	019	A	

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 003</td> <td>A</td> <td>7 di 63</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	7 di 63
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	7 di 63								

3 LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA

L'area di studio si colloca nella porzione centro-occidentale della Regione Campania, in corrispondenza del tracciato ferroviario esistente di collegamento tra Napoli e Bari. In particolare, la tratta Cancellò - Frasso Telesino si sviluppa per circa 16.5 km in direzione SSW-NNE sulla linea Caserta - Foggia, mentre la variante alla linea si estende per circa 2,9 Km e ricade quasi completamente nel comune di Maddaloni. Il tracciato di progetto interessa, pertanto, il territorio dei comuni di Caserta, Cervino, Maddaloni e Valle di Maddaloni, in provincia di Caserta (CE), e quello dei comuni di Dugenta e Sant'Agata de Goti, in provincia di Benevento (BN).

Con riferimento alla Carta Topografica d'Italia edita dall'Istituto Geografico Militare Italiano (I.G.M.I.), l'area oggetto di studi è individuabile all'interno dei Fogli 172 *Caserta* e 173 *Benevento* in scala 1:100000, nelle Tavole 172 II NE *Castel Morrone*, 172 II SE *Caserta* e 173 III NW *S. Agata de Goti* in scala 1:25000 e, con riferimento alla Carta Tecnica Regionale della Regione Campania, negli elementi 431061, 431063, 431064, 431092, 431093, 431103, 431104, 431131, 431132, 431133, 431134 e 431143 in scala 1:5000.

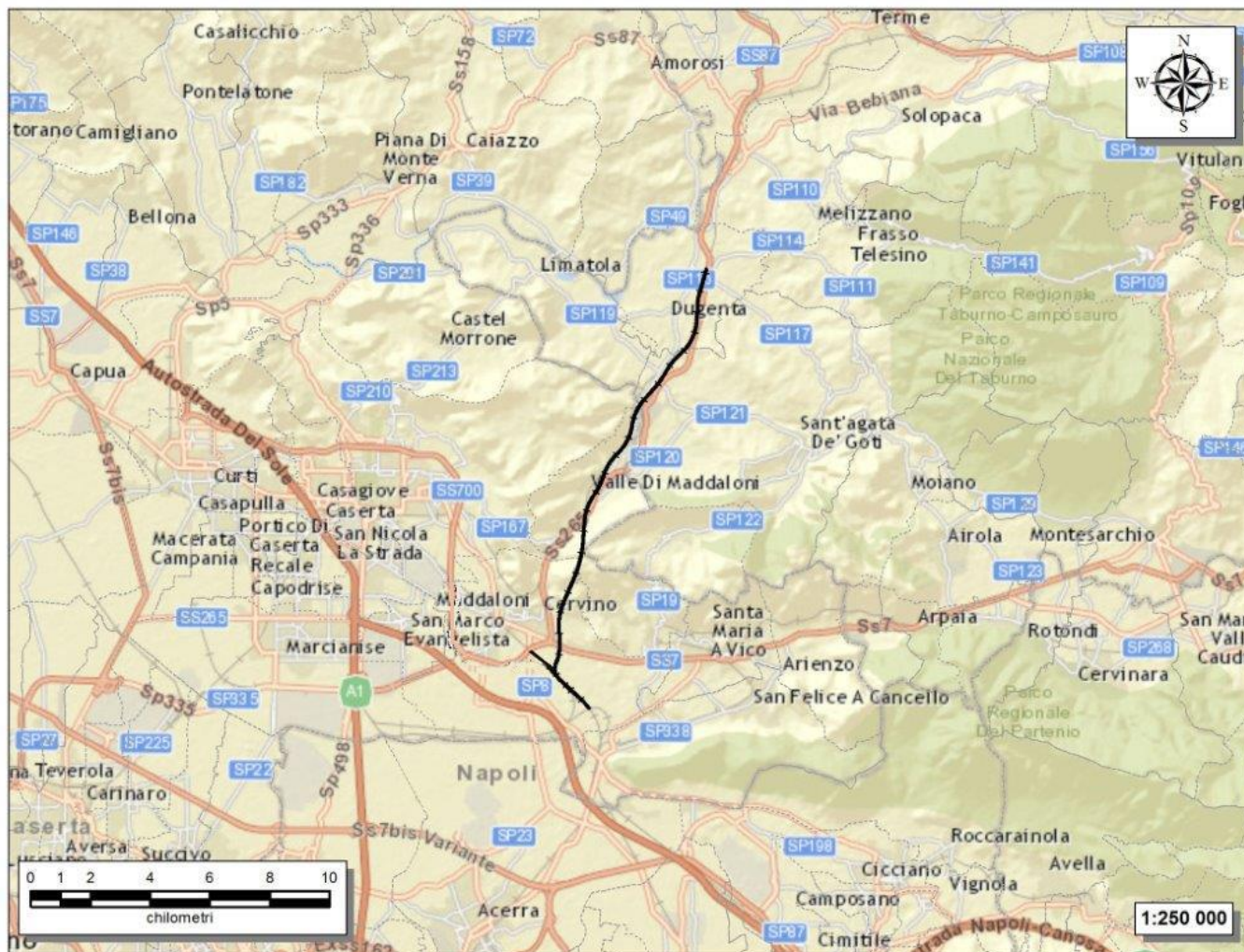


Figura 1 – Corografia in scala 1:250000 dell'area di studio, con individuazione del tracciato di progetto (in nero).

Il tracciato progettuale impegna settori di territorio posti a quote comprese tra 40 m s.l.m. e 400 m s.l.m. circa, mentre le quote progetto variano da 43 m s.l.m. a 120 m s.l.m.. Dal punto di vista morfologico, l'area di studio è caratterizzata dalla presenza di ampi settori pianeggianti o sub-pianeggianti, localmente separati dai rilievi carbonatici del gruppo dei Monti Tifantini-Monti di Durazzano. I principali corsi d'acqua dell'area sono

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 003</td> <td>A</td> <td>8 di 63</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	8 di 63
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	8 di 63								

rappresentati, da Nord a Sud, il Vallone del Ferro, il Torrente San Giorgio, il Torrente Isclero, il Vallone Riosecco, il Vallone Grottole, il Vallone Calvarino e il Canale di Carmignano.

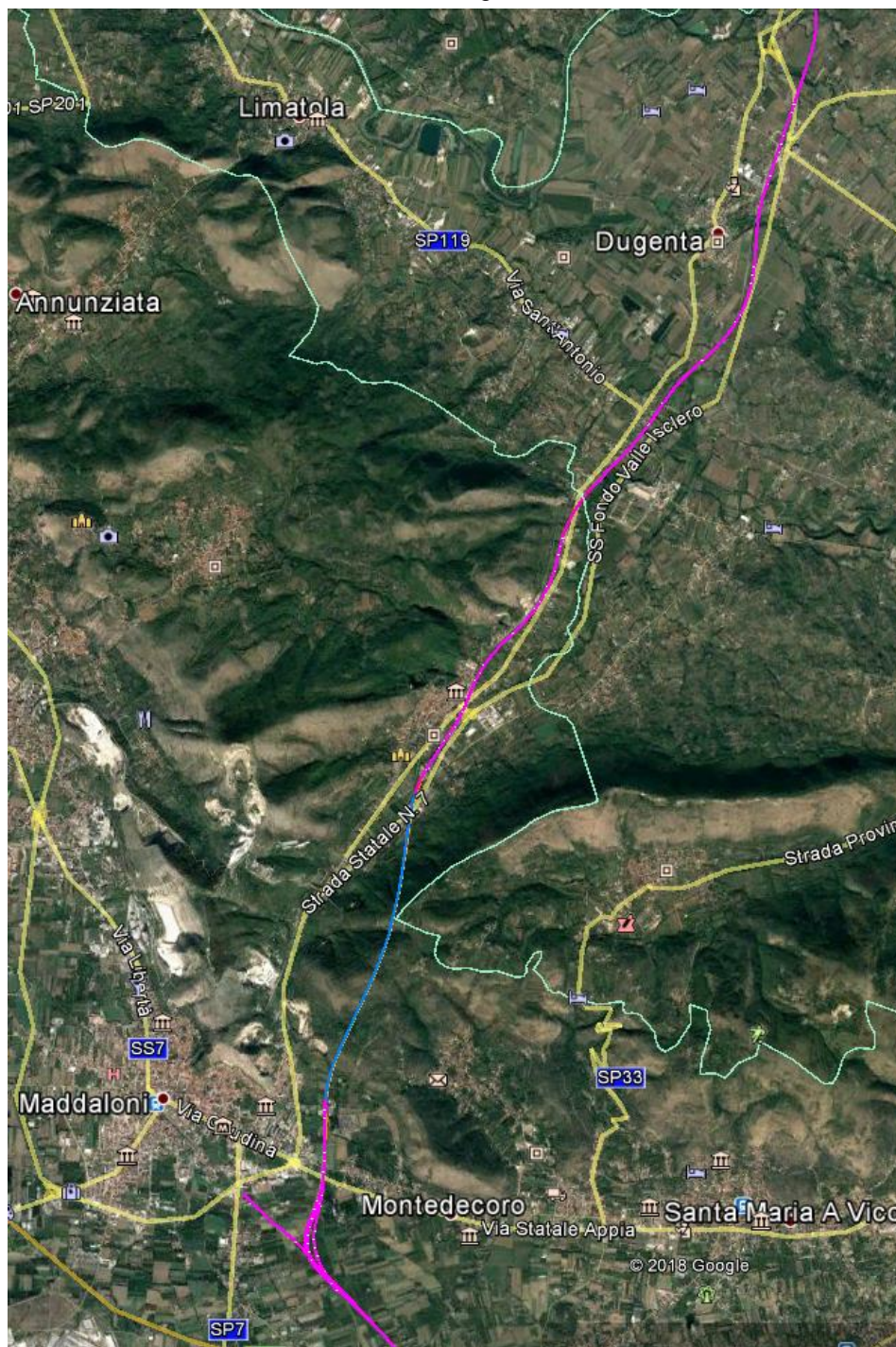


Figura 2 – Tracciato su foto satellitare (tracciato all'aperto in magenta, in galleria blu)

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 003</td> <td>A</td> <td>9 di 63</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	9 di 63
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	9 di 63								

4 IL PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO

4.1 LA PERIMETRAZIONE

Le due Autorità di Bacino (ora confluite nel Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale) hanno pubblicato i piani stralcio di assetto idrogeologico con le relative cartografie tematiche e di perimetrazione. Per l'AdB Campania Centrale il Piano è stato adottato dal Comitato Istituzionale con Delibera n.1 del 23/02/2015 (B.U.R.C. n.20 del 23/03/2015); per l'AdB Liri Garigliano l'adozione del Piano è avvenuta da parte del Comitato Istituzionale con Delibera n.1 del 05/04/06 (G.U. n.164 del 17/07/2003) e approvato dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri con D.P.C.M. del 12/12/06. Le cartografie dei Piani sono disponibili nei siti web istituzionali.

Confrontando il tracciato di progetto con le cartografie delle suddette Autorità di Bacino emerge quanto segue.

L'AdB Campania Centrale segnala Aree a pericolosità P4 nella zona dell'imbocco sud della galleria Monte Aglio e ulteriori aree a pericolosità P3, P2 e P1 per l'intera dorsale del Monte Aglio.

La perimetrazione è illustrata nella figura seguente, in cui è riportato anche il tracciato in maniera sintetica.

Per una più corretta analisi sono stati sovrapposti gli "shapefiles" della perimetrazione alla cartografia di progetto georeferenziata. I risultati di questa sovrapposizione sono illustrati nell'Allegato 2.

Come prima analisi si può evidenziare che le aree P4 sono individuate nella fascia di versante a maggiore pendenza alla base del rilievo montuoso (e tra queste le varie aree di cava) e le aree a pericolosità via via inferiore (P3, P2, P1) nella parte più alta dei versanti, dove le pendenze diventano progressivamente inferiori salendo in quota verso la cima della dorsale calcarea, con forme che diventano più arrotondate. Verosimilmente i criteri applicati per la perimetrazione della pericolosità sono stati quelli più vicini alla mappatura della "susceptibilità" di frana, con la pendenza a rappresentare il principale degli indicatori. È evidente che se non associato ad altri indicatori (primo fra tutti la litologia) questo tipo di approccio conduce ad una mappatura del pericolo che associa le maggiori pendenze al maggiore pericolo e questo in effetti è quanto emerge dalla mappatura utilizzata dalla AdB.

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	10 di 63

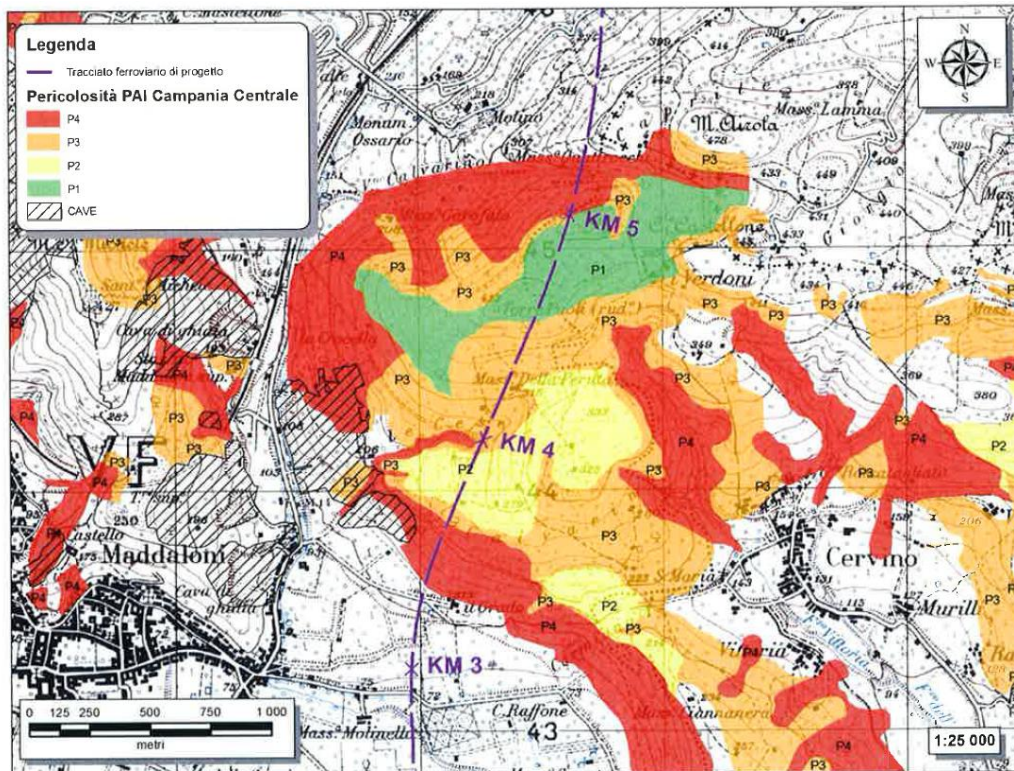


Figura 3 – Mappa della pericolosità del PAI Campania Centrale

Esaminando nel dettaglio la mappatura attraverso gli shapefiles (Allegato 2) si evidenziano in particolare due diverse interferenze con aree perimetrate P4.

- 1) La zona iniziale della galleria Monte Aglio, a partire dalla progressiva 3+350.
- 2) L'imbocco della prima finestra di accesso alla galleria Monte Aglio.

Per la prima zona si evidenzia che l'inizio dell'interferenza con la zona P4 avviene quando la galleria ha una copertura (distanza dal p.c.) rispetto alla calotta di circa 40m (che poi aumenta progressivamente procedendo verso l'interno della montagna). Questo è evidente dallo stralcio del profilo geologico (Allegato 6) riferendosi alla progr. 3+350. I sondaggi eseguiti in fase di progetto definitivo e poi quelli del progetto esecutivo, hanno confermato che la galleria si sviluppa in questa zona in calcari, quindi non vi sono presupposti per un rischio di instabilità di massa indotta dallo scavo della galleria.

La seconda zona ricade invece in corrispondenza del fronte di una cava non più in attività (Cava Tixon). Gli accertamenti eseguiti nella cava hanno in effetti evidenziato la presenza di dissesti tipici dei fronti di scavo molto acclivi e lasciati in stato di incuria. Per questo sito sono stati eseguiti specifici rilievi e indagini geomeccaniche anche tramite drone con tecnologia fotogrammetrica.

In tale quadro generale le analisi relative alle effettive condizioni di stabilità di queste aree e le implicazioni con l'inserimento del tracciato sono riportate nel Capitolo 10.

La mappatura dell'**AdB Liri-Garigliano** indica Aree a rischio molto elevato R4 e di alta attenzione A4 nella zona finale della Galleria Monte Aglio (tratto nord); anche in questo caso l'inizio della zona R4 (all'intorno della progr. 6+350) corrisponde ad un tratto della galleria in naturale con una copertura in calotta di circa 30m, mentre nelle zone a copertura inferiore e nella zona di imbocco il territorio non è perimetrato. Una interferenza con una zona di alta attenzione A4 è invece rilevabile in corrispondenza dell'imbocco della seconda finestra alla galleria Monte Aglio (vedi shapefile Allegato 2).

**RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E
IDROGEOLOGICA**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	11 di 63

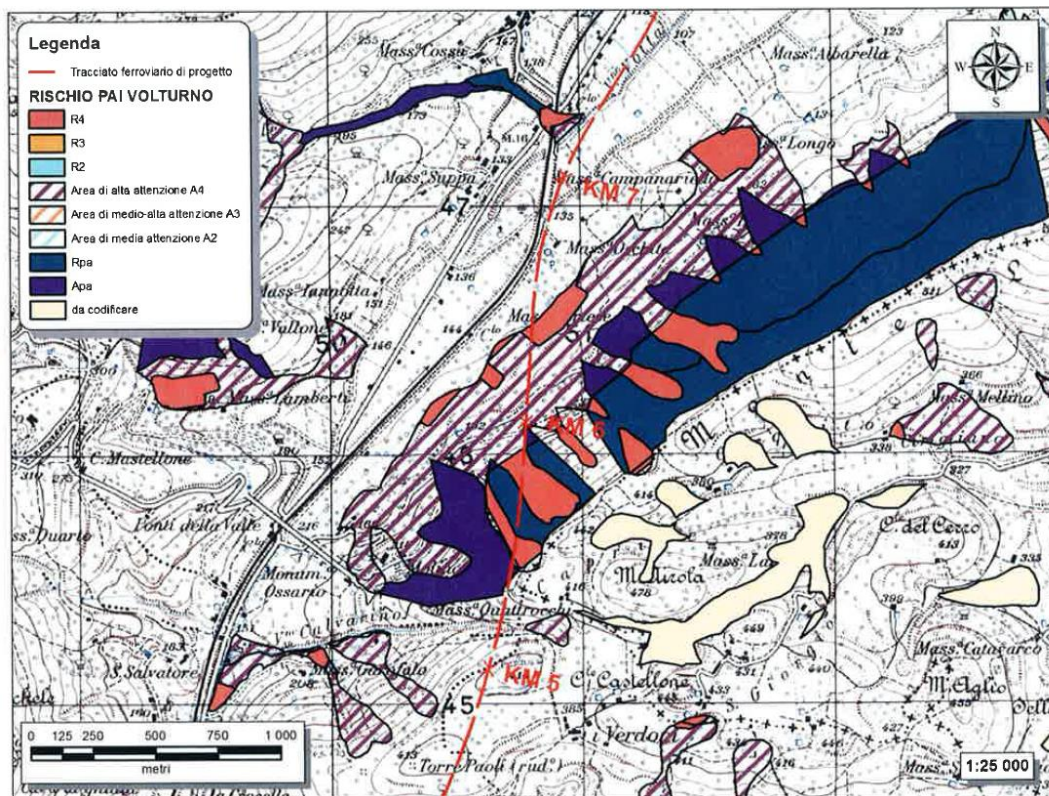


Figura 4 – Mappa del Rischio del PAI Liri-Garigliano, tratto km 4+500÷7+500 circa

Per queste due zone sono state eseguite specifiche indagini e rilievi geomorfologici di dettaglio che hanno escluso la presenza di dissesti o indizi che possano indicare particolari criticità legate all'esecuzione dell'opera in progetto.

Nel tratto seguente e fino a Dugenta non vi sono interferenze dirette con aree a rischio o di attenzione. Tra le progr. 9+000 e 10+000 il tracciato si avvicina al versante perimetrato di alta attenzione A4, ma il tracciato si sviluppa in effetti in zona di pianura e tra il tracciato stesso e il piede del versante perimetrato c'è una fascia di territorio pianeggiante già occupata dall'attuale linea ferroviaria e da una strada.

Due aree di attenzione potenzialmente elevata (Apa) vengono intersecate dal tracciato in corrispondenza di due incisioni torrentizie (scavalcate con altrettanti viadotti).

Anche per queste aree si descrivono nel Capitolo 10 le effettive condizioni di stabilità e le implicazioni con l'inserimento del tracciato.

**RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E
IDROGEOLOGICA**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	12 di 63

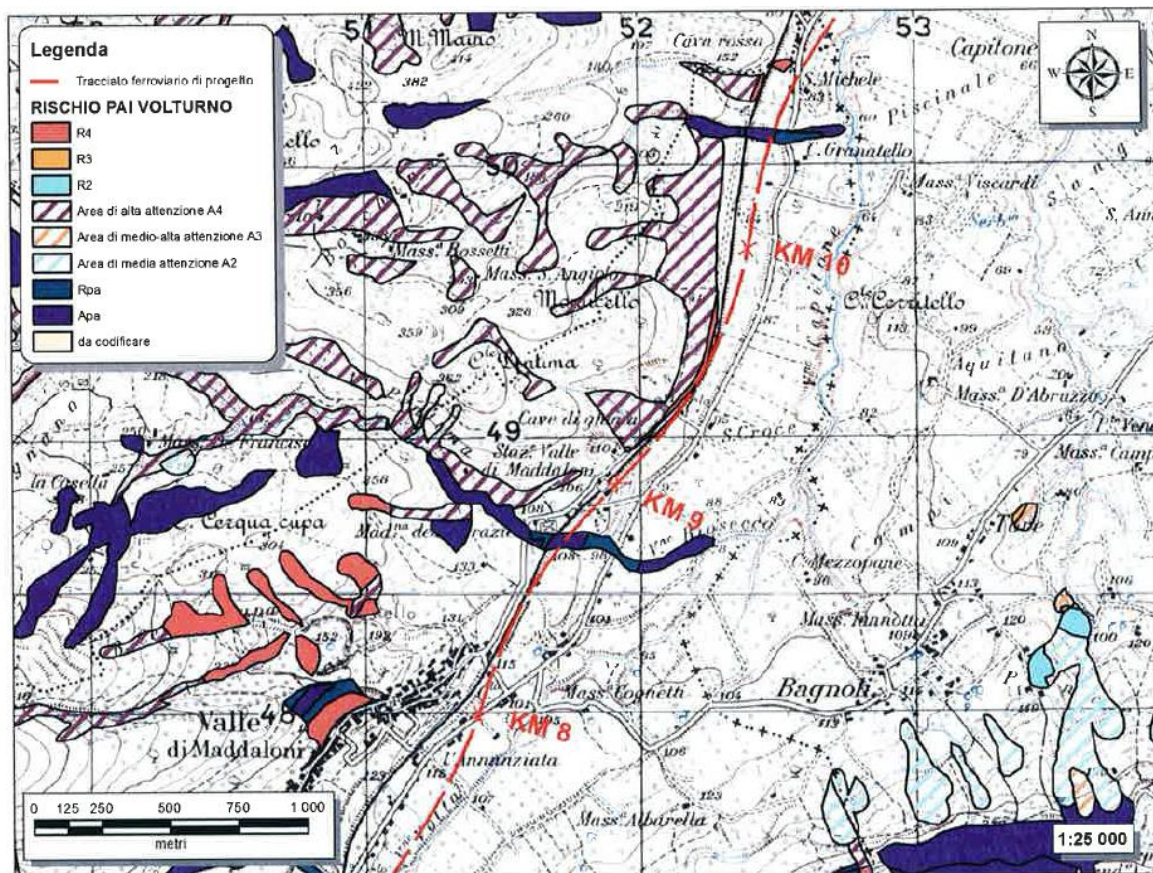


Figura 5 – Mappa del Rischio del PAI Liri-Garigliano, tratto km 7+500÷10+500 circa

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 003</td> <td>A</td> <td>13 di 63</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	13 di 63
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	13 di 63								

4.2 LE NORME TECNICHE DI ATTUAZIONE

Ai sensi delle NTA dell'AdB Campania (Art. 16 comma 7):

Tutte le nuove attività, opere e sistemazioni e tutti i nuovi interventi consentiti nelle aree a rischio da frana, rispetto alla pericolosità da frana dell'area, devono essere tali da:

- a) *migliorare o comunque non peggiorare le condizioni di sicurezza del territorio e di difesa del suolo;*
- b) *non costituire in nessun caso un fattore di aumento della pericolosità da dissesti di versante, attraverso significative e non compatibili trasformazioni del territorio nelle aree interessate;*
- c) *non compromettere la stabilità dei versanti;*
- d) *non costituire elemento pregiudizievole all'attenuazione o all'eliminazione definitiva delle specifiche cause di rischio esistenti;*
- e) *non pregiudicare le sistemazioni definitive delle aree a rischio né la realizzazione degli interventi previsti dalla pianificazione di bacino o dagli strumenti di programmazione provvisoria e urgente;*
- f) *garantire condizioni adeguate di sicurezza durante la permanenza di cantieri mobili, in modo che i lavori si svolgano senza creare, neppure temporaneamente, un significativo aumento del livello di rischio o del grado di esposizione al rischio esistente;*
- g) *limitare l'impermeabilizzazione superficiale del suolo impiegando tipologie costruttive e materiali tali da controllare la ritenzione temporanea delle acque anche attraverso adeguate reti di regimazione e di drenaggio;*
- h) *rispondere a criteri di basso impatto ambientale; è pertanto necessario, ogni qualvolta possibile, prevedere l'utilizzo di tecniche di ingegneria naturalistica di cui al D.P.G.R.C. n. 574 del 22 luglio 2002.*

L'Articolo 37 indica che:

"I progetti per la realizzazione di opere in sotterraneo, nelle aree classificate a rischio da frana, ove consentite dalle presenti norme, devono essere corredati dallo studio di compatibilità di cui all'Allegato B del presente Piano".

L'Allegato B indica:

Per opere in sotterraneo:

Nelle aree classificate a pericolosità/rischio da frana, la realizzazione di opere in sotterraneo, così come definite dall'art. 2, comma 1) lett. n) delle Norme di Attuazione deve soddisfare le seguenti condizioni:

- *deve essere assente qualsiasi tipo di interferenza dell'opera con eventuali superfici di scorrimento di frane e con il reticolo idrografico, nonché con l'eventuale presenza di cavità sotterranee;*
- *deve essere verificata l'interferenza dell'opera con l'eventuale presenza di falde acquifere, in relazione alle modifiche del regime di deflusso idrico sotterraneo ed alle implicazioni sulle condizioni di pericolosità /rischio idrogeologico;*
- *deve essere verificata l'interferenza tra gli imbocchi e le altre luci presenti nei locali interrati o sotterranei con le eventuali situazioni, dirette ed indirette, di pericolosità/rischio dei versanti;*
- *gli elaborati del progetto definitivo, oltre tutto quanto già previsto dalle normative tecniche vigenti in materia, dovranno contenere:*
 - a) *descrizione dettagliata dei metodi di scavo e degli opportuni accorgimenti tecnico-costruttivi finalizzati a garantire, anche in fase realizzativa, la stabilità dei versanti e dei manufatti al contorno;*
 - b) *caratterizzazione geotecnica dei terreni e/o rocce impegnate dagli scavi, valutazione della vulnerabilità dell'intera opera, comprese le opere di superficie (ingressi carrabili e pedonali, aperture di ventilazione, ecc.), con la previsione di tutti gli accorgimenti tecnico-costruttivi e gestionali volti alla mitigazione della pericolosità/rischio idrogeologico;*
 - c) *indagini finalizzate ad individuare la presenza di falde acquifere che potrebbero essere intercettate dall'opera di progetto;*
 - d) *indagini finalizzate ad individuare la presenza di eventuali cavità sotterranee che possono interferire con l'opera in progetto;*
 - e) *valutazione della fattibilità dell'intervento in condizioni di sicurezza sia in fase di realizzazione che di fruizione dell'opera;*
 - f) *eventuali piani di monitoraggio strumentale dell'opera nonché dei manufatti preesistenti prossimi allo scavo;*
 - g) *relazione di compatibilità.*

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 003</td> <td>A</td> <td>14 di 63</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	14 di 63
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	14 di 63								

Nelle NTA dell'AdB Liri Garigliano si chiarisce che per le aree a rischio molto elevato (R4) e di alta attenzione (A4) è consentita la “realizzazione di nuove infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico riferite a servizi essenziali non delocalizzabili, purché l'opera sia progettata ed eseguita in misura adeguata al rischio dell'area e la sua realizzazione non concorra ad incrementare il carico insediativo e non precluda la possibilità di attenuare e/o eliminare le cause che determinano le condizioni di rischio”

L'Art. 17 comma 1 indica che:

“Tutti i progetti relativi agli interventi consentiti di cui agli articoli da 3 a 12 del Titolo II, devono essere corredati da uno Studio di Compatibilità Idrogeologica, in seguito denominato SCI, commisurato alla importanza e dimensione degli stessi interventi ed alla tipologia di rischio e di fenomeno.”

Per le aree R4 e A4 si applica in particolare l'Art. 23 - SCI/06: Studio di compatibilità idrogeologica – Tipo VI

1. La documentazione tecnico-amministrativa relativa a:
- realizzazione di nuove infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico riferite a servizi essenziali non delocalizzabili, purché l'opera sia progettata ed eseguita in misura adeguata al rischio dell'area e la sua realizzazione non concorra ad incrementare il carico insediativo e non precluda la possibilità di attenuare e/o eliminare le cause che determinano le condizioni di rischio,
 - interventi di riparazione, di adeguamento antisismico e ricostruzione in sito di edifici danneggiati da eventi sismici, qualora gli eventi stessi non abbiano innescato asseverate riattivazioni del fenomeno di dissesto idrogeologico, deve essere corredata da uno studio di compatibilità idrogeologica (SCI/06) che contenga:
 - a) cartografia topografica in scala adeguata;
 - b) vincoli;
 - c) cartografia ⁽¹⁾ tematica in scala adeguata relativa a:
 - 1) geolitologia ⁽²⁾ e copertura;
 - 2) morfologia;
 - 3) idrografia;
 - 4) idrologia (laddove necessario)
 - 5) idrogeologia;
 - 6) fenomeni franosi;
 - 7) danno esistente e pregresso;
 - 8) insediamento ed uso del suolo;
 - d) indagini dirette ed indirette per una corretta caratterizzazione litostratigrafica, geomeccanica, idrogeologica, del sottosuolo;
 - e) monitoraggio strumentale;
 - f) sezioni stratigrafiche di progetto dalle quali risulti con chiarezza la costituzione del sottosuolo, le proprietà fisico-meccaniche dei terreni, il regime delle acque sotterranee e le superfici di scorrimento evidenziate dal monitoraggio strumentale e da altre metodologie di osservazione, con riferimento all'opera ed al più ampio contesto nel quale l'opera stessa si inserisce;
 - g) i metodi di calcolo adottati per il dimensionamento dell'opera e per le valutazioni sugli effetti da essa indotti nel contesto fisico di riferimento;
 - h) una valutazione analitica, basata sui risultati conseguiti con i metodi di calcolo di cui al punto precedente, degli effetti indotti dall'opera nel contesto fisico di riferimento;
 - i) le tipologie degli interventi strutturali e non strutturali necessari alla salvaguardia delle opere da realizzare e al contesto fisico nel quale l'opera viene realizzata;
 - j) i metodi di calcolo ed i risultati delle analisi che oggettivano gli effetti degli interventi a salvaguardia delle opere da realizzare;
 - k) il piano di monitoraggio per il controllo della efficacia degli interventi a salvaguardia delle opere da realizzare ed il programma delle misure sperimentali;
 - l) una valutazione analitica del costo complessivo dell'intervento e di ogni singola fase che concorre alla realizzazione ed al suo controllo, con indicazione sulle procedure da porre in essere per contenere eventuali variazioni nel limite massimo del 20%;
 - m) relazione tecnica contenente, tra l'altro, specifiche valutazioni sulla indispensabilità delle opere e sulla loro convenienza in base all'analisi costi-benefici.
- (1) La cartografia si intende estesa al tratto di territorio utile per la comprensione del fenomeno franoso incluse le aree di alimentazione e di possibile invasione.
- (2) La carta geolitologica di cui sopra deve essere integrata da sezioni geologiche illustrative in numero significativo e, dove necessario, queste ultime integrate e coerenti con i risultati e le indagini di cui al punto 9).

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 003</td> <td>A</td> <td>15 di 63</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	15 di 63
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	15 di 63								

5 LO STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDROGEOLOGICA

Sulla base di quanto descritto nel precedente capitolo, il presente SCI è stato impostato cercando di unificare in maniera estensiva le prescrizioni di entrambe le NTA rendendolo adatto al tipo di intervento proposto, il quale si inserisce in un ben più ampio intervento infrastrutturale strategico di carattere nazionale.

Con tale impostazione lo SCI è accompagnato dai seguenti documenti (allegati in appendice):

- 1) La presente Relazione costituisce la *relazione di compatibilità* (punto g delle NTA dell'AdB Campania) e la *relazione tecnica* (punto m delle NTA dell'AdB Liri); in allegato alla presente Relazione sono riportati alcuni stralci di elaborati progettuali e che costituiscono in particolare:
- 2) Allegato 1: Planimetria di progetto (*cartografia topografica* del punto a) delle NTA dell'AdB Liri).
- 3) Allegato 2: Stralci delle mappe di pericolosità/rischio di frana ricavate per sovrapposizione degli shapefiles dei due PAI sulla cartografia di progetto (carta dei *vincoli* del punto b delle NTA dell'AdB Liri).
- 4) Allegato 3: Carta Geologica, che contiene la *geolitologia e copertura* del punto c-1 delle NTA dell'AdB Liri.
- 5) Allegato 4: Carta Geomorfológica, che contiene la *morfologia, idrografia e fenomeni franosi* dei punti c-2, c-3 e c-6 delle NTA dell'AdB Liri.
- 6) Allegato 5: Carta Idrogeologica, che contiene la *idrogeologia* del punto c-5 delle NTA dell'AdB Liri.
- 7) Allegato 6: Profili geologici (*sezioni stratigrafiche di progetto* del punto f) delle NTA dell'AdB Liri).
- 8) Allegato 7: Raccolta dei risultati delle indagini eseguite nei siti di più diretto interesse, in ottemperanza ai punti c) e d) delle NTA dell'AdB Campania e del punto d) delle NTA dell'AdB Liri.
- 9) Allegato 8: Stralcio delle planimetrie di monitoraggio previste nei siti di interesse, in ottemperanza al punto f) delle NTA dell'AdB Campania e del punto k) delle NTA dell'AdB Liri.

Sono inoltre stati prodotti ulteriori allegati specifici che integrano quelli prima descritti, specifici per le due aree più direttamente interessate dalla perimetrazione e in particolare.

- 10) Allegato 9: Rilievo geomeccanico con drone dell'area di cava dove è previsto l'imbocco della finestra di accesso alla galleria Monte Aglio alla pk. 3+772.
- 11) Allegato 10. Carta geomorfologica di dettaglio dell'area di imbocco della finestra di accesso alla galleria Monte Aglio alla pk. 5+652.

Le altre tematiche richieste dalle NTA sono affrontate nel testo della Relazione e in particolare:

- 12) Gli interventi e le opere strutturali previsti in progetto nell'ambito delle aree perimetrate sono descritti in specifici paragrafi per ognuna delle aree esaminate (con alcuni stralci progettuali); la descrizione di queste opere è mirata alla valutazione della loro efficacia nei riguardi della stabilità dei versanti e alla salvaguardia delle opere da realizzare e con riferimento alla mitigazione della pericolosità/rischio idrogeologico; tali tematiche rispondono ai punti a) e b) delle NTA dell'AdB Campania e al punto i) delle NTA dell'AdB Liri.
- 13) Negli stessi paragrafi vengono sintetizzati i metodi di calcolo utilizzati con una sintesi dei loro risultati (punti g) e j) delle NTA dell'AdB Liri).
- 14) Nei paragrafi finali per ognuna delle aree esaminate saranno riassunte le considerazioni finali e in particolare l'esito dello studio e quindi la rispondenza alle prescrizioni del PAI. In particolare saranno valutate *la vulnerabilità dell'intera opera e della fattibilità dell'intervento* (punti b) ed e) delle NTA dell'AdB Campania.

Alcune delle tematiche indicate nelle NTA non vengono affrontate perché non pertinenti o non applicabili al caso in esame. In particolare, le valutazioni analitiche del costo complessivo dell'intervento (punto l) delle NTA dell'AdB Liri) non vengono trattate poiché si tratta di un'opera strategica di rilievo nazionale, la quale peraltro rappresenta solo una parte di un'opera ben più estesa che completerà il tracciato ferroviario tra Napoli e Bari.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 003</td> <td>A</td> <td>16 di 63</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	16 di 63
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	16 di 63								

Anche la produzione della cartografia del danno esistente e potenziale (punto c-7 delle NTA dell'AdB Liri) non è da ritenere applicabile al caso in esame poiché gli studi non hanno individuato danni esistenti né la potenzialità di danni a seguito della realizzazione dell'intervento. E' stata omessa infine la carta dell'uso del suolo, perché non significativa in questo caso.

6 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Per l'esame delle condizioni geologiche specifiche del tracciato (che saranno descritte nei successivi capitoli) sono stati esaminati i risultati delle indagini eseguite in varie fasi, da quelle preliminari del progetto (anni '80), alle indagini per il progetto definitivo (anni 2000) e quindi le indagini eseguite per il progetto esecutivo.

Per il Progetto Definitivo era stato preso a riferimento un set di indagini che ricadeva nell'ambito di una fascia di terreno molto ampia, che comprendeva anche settori molto al di fuori dell'asse di progetto. Questa impostazione ha portato a considerare la disponibilità di 75 sondaggi oltre a varie altre indagini in sito.

La revisione critica delle indagini disponibili ha portato a scartare alcuni sondaggi eseguiti in precedenza (soprattutto quelli più antichi) perché non utili per la ricostruzione del modello geologico locale in quanto molto distanti dall'asse e in condizioni geologiche non assimilabili. Il set di indagini eseguiti nelle precedenti fasi e utilizzabili è quindi il seguente:

- n. 51 sondaggi geognostici a rotazione e carotaggio continuo, di cui n. 26 strumentati con piezometro e n. 8 attrezzati per sismica in foro;
- n. 2 prove penetrometriche statiche CPT;
- n. 17 stendimenti sismici a rifrazione;
- n. 1 stendimento sismico a riflessione;
- n. 5 prospezioni sismiche MASW;
- n. 3 prospezioni sismiche RE.MI.

A questi si sommano le indagini eseguite nella campagna per il Progetto Esecutivo che è consistita in:

- n. 41 sondaggi geognostici a rotazione e carotaggio continuo con prove in foro (SPT, prove pressiometriche, prove dilatometriche in roccia e in terreni), di cui n. 25 strumentati con piezometro e n. 12 attrezzati per sismica in foro (down-hole);
- n. 39 prove penetrometriche statiche CPT e dinamiche continue DPSH;
- n. 3 prove dilatometriche tipo DMT (Marchetti) continue
- n. 12 pozzetti geognostici
- 3900 ml di stendimenti sismici a rifrazione;
- 5800 ml di tomografia elettrica.

Sono poi state eseguite prove di laboratorio geotecnico (su terre e rocce) sui campioni prelevati dai sondaggi.

I risultati delle indagini eseguite per il progetto esecutivo sono allegati in specifici elaborati suddivisi per indagini in sito (sondaggi, prove in foro e prove in sito), indagini geofisiche e prove di laboratorio. L'elenco di questi elaborati è già stato riportato nel capitolo sugli allegati.

Per semplificare la lettura del presente SCI, nell'allegato 7 è riportata una selezione delle stratigrafie dei sondaggi di maggiore interesse per le zone in esame. In questo stesso allegato sono riportati (per semplificazione di lettura) anche gli stralci delle indagini precedenti relative alle zone di diretto interesse per lo SCI.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF1N	LOTTO 01 E ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE0001 003	REV. A

7 INQUADRAMENTO GEOLOGICA GENERALE

Vengono richiamati brevemente alcuni elementi di geologia generale, più dettagliatamente descritti nella Relazione Geologica allegata al progetto esecutivo.

La zona in esame ricade nell'ambito di un tratto di catena appenninica caratterizzata da una struttura tettonica cosiddetta "thrust and fold belt" con vergenza orientale che ha interessato il substrato geologico costituito da rocce carbonatiche (di età mesozoica) di ambiente marino.

Le principali fasi deformative che hanno strutturato il settore più meridionale della Catena Appenninica sono avvenute tra il Miocene ed il Quaternario. A partire dal Tortoniano si sono verificati vari sovrascorrimenti, dapprima delle varie unità di piattaforma carbonatica e infine di queste ultime sui terreni dei vari bacini esteri (Bacino di Lagonegro e tutti i domini paleogeografici più esterni). Le fasi tettoniche tortoniane hanno quindi condizionato in maniera evidente la sedimentazione di tutte le aree bacinali, portando alla formazione dell'assetto strutturale pressoché definitivo della catena.

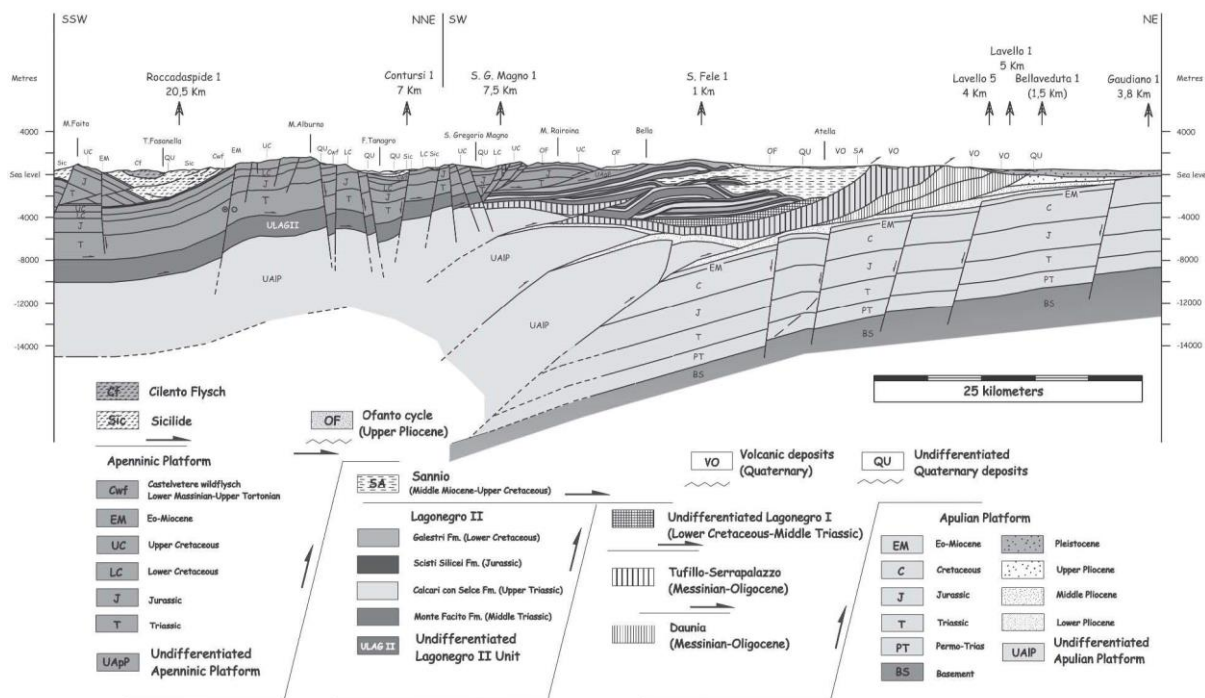


Figura 6 – Sezione geologica della Catena Appenninica meridionale, mostrante i rapporti tra le principali unità stratigrafico-strutturali a seguito della strutturazione dell'edificio a falde (da Scrocca et al. 2007).

Tra il Messiniano e la prima parte del Pliocene inferiore, sono iniziati i vari fenomeni di tettonica distensiva e tra il Pleistocene medio e l'Olocene si instaura un regime prevalentemente estensionale che ha portato alla definizione degli attuali assetti geologici della Catena Appenninica, con la formazione di ampie piane intramontane colmate da spesse successioni continentali di tipo vulcanico, alluvionale e fluvio-lacustre.

Di particolare importanza per questa area sono le attività vulcaniche del Somma-Vesuvio e dei Campi Flegrei.

Questi centri vulcanici hanno portato alla formazione di vaste e potenti coltri di terreni vulcanici che hanno parzialmente colmato le depressioni tettoniche e le conche intramontane formatesi nelle fasi precedenti, sovrapponendosi localmente direttamente sulle rocce del substrato, altre volte su depositi alluvionali e fluvio-lacustri che avevano iniziato a colmare le depressioni.

Per l'inquadramento geologico stratigrafico si può fare riferimento alla più recente interpretazione della geologia regionale rappresentata nella Carta Geologica del progetto CARG e in particolare al Foglio 431 "Caserta Est" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50000 (Carannante et al. 2012), di cui si riporta uno stralcio nella figura seguente.

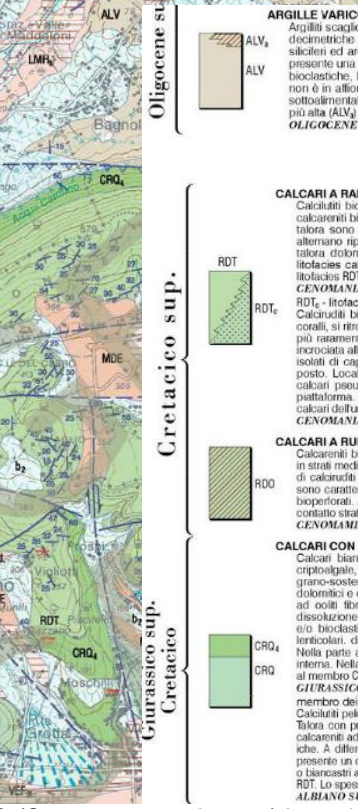
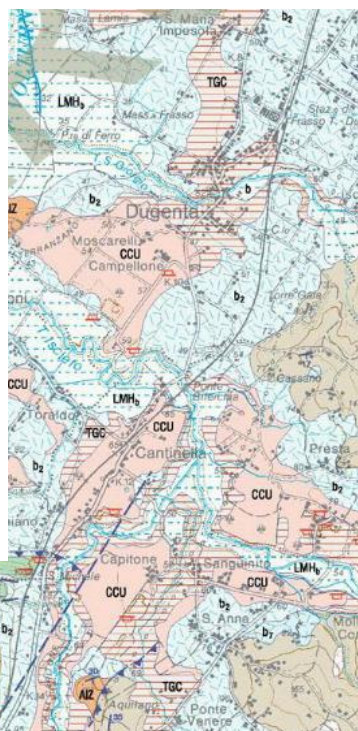
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	RG	GE001 003	A	18 di 63

UNITÀ NON UBIQUITARIE PERTINENTI
LA CONFLUENZA TRA I Fiumi CALORE - VOLTURNO

Tutta la zona rimanente appartiene al bacino intrinseco del F. Volturno e pertanto è stata considerata come un unico bacino. In quest'area sono stati individuati il sistema di Limatola Montesarchio (Pleistocene superiore - Olocene) ed il supersistema del Volturno (Pleistocene inf. - Pleistocene sup. p.p.)

- SISTEMA DI LIMATOLA**
 Questo sistema è compreso tra la discontinuità erosiva presente a tetto del TGC (39ka), ben individuabile in tutta l'area, e la superficie topografica attuale.
PLEISTOCENE SUP. - OLOCENE.
 Ecco nella costituzione da due litotipi ed una unità litostratigrafica:
 LMH₁ litotipo calcareo, limi sabbiosi e sabbie grigio-verdastre di natura prevalentemente proclastica con locali lenti ghiaiose carbonatiche o poligeniche. Spessore: > 10 m.
PLEISTOCENE SUP. - OLOCENE.
 LMH₂ litotipo lacustre: limi e argille a forte componente proclastica, pedogenizzati nella parte alta.
PLEISTOCENE SUP. - OLOCENE.
- UNITÀ CASALNUOVO - CASORIA**
 Livelli di areniti laminate bianche e grigie passanti superiormente a un livello di pomici in matrice ciottolosa giallastra, a struttura massiva, l'unità è compresa tra il paleosuolo presente al top di TGC (39 ka) ed il suolo attuale. Lo spessore varia tra 0,5 e 2,0 metri.
PLEISTOCENE SUP. TARDI - OLOCENE
- (V0) SUPERSISTEMA DEL VOLTURNO**
 Il supersistema del Volturno racchiude tutti i depositi di riempimento del fondovalle del F. Volturno e dei suoi affluenti principali (Calore ed Isclero) compresi tra la superficie erosionale presente a tetto del TGC (39 ka) e il tetto del substrato meso-cenozoico. Al suo interno sono stati distinti due sistemi.
PLEISTOCENE INF. - PLEISTOCENE SUP.
- SISTEMA DI SOLOPACA**
 Questo sistema è delimitato alla base dalla superficie erosivo - deposizionale presente a tetto del sottostante sistema di Lariano. La superficie di discontinuità superiore coincide con il tetto del TGC. Al suo interno sono stati riconosciuti una unità litostratigrafica e tre subsistemi, riconducibili ad altrettanti ordini di terrazzi fluviali.
PLEISTOCENE INF. - PLEISTOCENE SUP. p.p.
- TUFO GRIGIO CAMPANO (IGNIMBRITE CAMPANA AUCT.)**
 Depositi cenetici, sono giacimenti e disti fici, generalmente in facies saldata. Nel dettaglio si riconoscono differenti litotipi, non sempre tutti presenti, dalla più profonda: tufo grigiastro poco cementato contenente scorie e pomice; tufo cenetico lapideo grigio con frequenti scorie grigie e nere e pomice; tufo lapideo di colorazione giallastro. La composizione è da trachitica a trachiodolomitica, speralcatica. Lo spessore complessivo in affioramento varia tra 5 e 25 metri (39ka, De Vivo et al. 2001).
PLEISTOCENE SUP.
 subsistema di Amorosi (SOB₁)
 Traversata in facies florensi (SOB₂)
PLEISTOCENE SUPERIORI p.p.
 subsistema di S. Leonardo (SOB₃)
 Ghiaie fluviali poligeniche e a prevalentemente natura calcarea, in matrice sabbiosa e con intercalazioni e lenti di sabbie e limi dello spessore di alcuni decimetri (SOB₄)
PLEISTOCENE MEDIO - PLEISTOCENE SUP. p.p.
 subsistema di Bonea (SOB₅)
 Ghiaie prevalentemente calcaree in matrice sabbioso-limosa contenenti localmente blocchi di broccia cementata, alternate a livelli di calcare di natura proclastica (SOB₆)
PLEISTOCENE INF. - PLEISTOCENE MEDIO p.p.



- ARGILLE VARICOLORI SUPERIORI**
 Argille scagliose dal rosso-rossiccio al grigio-verdastro e/o blastro con sporadiche intercalazioni centimetriche e decimetriche di marne e calcari micidici chiari, calcareni bioclastici, calcari marnosi, marne, calcari marnosi silicei ed arenarie arosio-siliciche di colore grigio. In subordine argille rossastre e verdastre. Nella parte alta è presente una litofacies calcarea (ALV₁) costituita da calcari cristallini bianchi da massivi a ben stratificati, calcareni bioclastici, broccole a macrotormentelli e livelli conglomeratici in matrice marnosa verdastri. Il limite inferiore non è in affioramento, verso fatto passa per alternanze a FINE. L'ambiente deposizionale è di tipo lacustre profondo sottoalimentato, sporadicamente raggiunto da torbide di natura carbonatizzata divergono frequenti nella parte più alta (ALV₂). Lo spessore affiorante è di circa 200-300 m.
OLIGOCENE SUP. - MIOCENE INF.
- UNITÀ TETTONICA MULTI LATTARI-M.TI PICENTINI-M.TI ALBURNI**
SUCCESSIONE DEI MONTI DI AVELLA-CASERTA
- CALCARI A RADIOLITIDI**
 Calcari bioclastici a micoliti, avana o nocciola chiara, con frequenti intercalazioni lenticolari; sono presenti calcareni bio-micritici/parietali a braminoliti bentonici, gli strati presentano spessori compresi tra 10 a 50 cm, talora sono laminati. A luoghi, piccoli cozzetti a radioliti si rinvengono intralcati ai sedimenti fangosi. Si alternano ripetuti crostoni dolomitici bianchi o grigi, talora arrossati e/o pseudobroccati, calcareni e calcareni talora dolomitiche, con sottili laminazione piano-parallela ed incrociata. Comprende nella parte bassa una litofacies calcarena (RDT₁). Ambiente deposizionale di piattaforma interna. L'unità RDT₁ con localmente la sua litofacies calcarena (RDT₂). Spessori variabili compresi tra 300 m - 500 m.
GENOMIANO p.p. - SANTONIANO
 RDT₂ - litofacies calcarena
 Calcari bioclastici con frammenti e/o gusci interi di radioliti, caprinidi a cui si associano gasteropodi e coralli, si ritrovano inoltre frequenti bioclasti e intraclasti. La matrice è generalmente calcarenosa bio-intrastratigrafica, più raramente bio-intra-micritica e talora calcilutitica nerasta. In strati da medi a spessi talora a stratificazione incrociata alla mesoscala. Si ritrovano spesso bouquet e thickets di radioliti (Savignone) o individui più o meno isolati di caprine e grossi Chondrodonta. Sono inoltre presenti ossa di coralli di dimensioni metriche talora in posto. Localmente sono frequenti breccie intralformazioni con clasti polimeri di calcareni a matrice rossa e calcari pseudobroccati e/o paleocalcarei con riempimenti polimeri. Ambiente deposizionale di margine di piattaforma. Parzialmente eteropico ai litotipi tipici dell'unità RDT₁, poggiato con contatto generalmente erosivo sui calcari dell'unità CRQ. Limite superiore non è visibile. Spessore variabile tra 50 e 300 m.
GENOMIANO p.p. - CONGIACIANO.
- CALCARI A RUDISTE E ORBITOLINE**
 Calcareni bioclastici e biopelletitiche ricche in gasteropodi e requienidi alternate a laminati e crostoni algali, in strati medi con base netta. Si ritrovano spesso intercalazioni, talora lenticolari, in strati spessi fino a 100-150 cm, di calcareni grano- o fango- sostenute a radioliti, nemmei, talora con intraclasti di calcareni polimeri. Queste sono caratterizzate talora da stratificazione incrociata a media piccola scala. Localmente sono presenti hardground biopeloidi. Ambiente di piattaforma esterna e di transizione. Tali depositi sono parzialmente eteropici con CRQ₂ in contatto stratigrafico sui calcari della unità CRQ. Il limite superiore non è visibile. Spessore variabile fino a 150 m.
GENOMIANO p.p.
- CALCARI CON REQUIENIE E GASTEROPODI**
 Calcari biancastri e grigi oolitici e pseudoolitici con intercalazioni di crostoni dolomitici e lenticoli a tessitura ortogonale, si alternano a calcareni a disarcose e a micoliti, calcareni bioclastici e calcareni largo- o grano-sostenute a requienidi e gasteropodi con frequenti intraclasti polimeri, e subordinatamente calcari dolomitici e dolomie lenticolari. Nella parte bassa prevalgono calcareni e calcareni grigi in strati da sottili a medi ad onoli fibroso-raggiate e pseudooliti alternati a frequenti livelli con gasteropodi e a calcareni con cavità di dissoluzione. Nella parte media, sono comuni calcari dolomiti e lenticoli alternati a calcareni grigi chiaro peloidali e/o bioclastici con orbitoline e calcareni a grossi micoliti. In queste ultime, si intercalano corpi, a luoghi lenticolari, di calcareni a requienidi e gasteropodi e di breccie polimeri a matrice marnosa giallo-verdognola. Nella parte alta prevalgono calcari bioclastici ad alveoliti e livelli di dolomie laminati. Ambiente di piattaforma interna. Nella parte alta comprende un membro CRQ₁. Il limite inferiore è per alternanza con CCM, passa verso fatto al membro CRQ₂. Limite superiore erosivo con RDT₁. Spessore complessivo non è inferiore a 600 m.
GIURASSICO SUP. p.p. - GENOMIANO SUP.
 membro dei calcari a alveoliti e dolomie laminati
 Calcareni peloidali di colore avana in strati da medi a spessi, alternate a calcareni bioclastici nocciola ad alveoliti. Talora con presenza di clasti neri e piccoli noduli di selce. La base dell'unità è caratterizzata da calcareni laminati, e calcareni ad alveoliti primitivi. Verso fatto, sono presenti strati di dolomie grigiastre e giallastre con bande stromatolitiche. A differenti livelli stratigrafici si rinvengono ostacoli (Chondrodonta) di dimensioni crescenti verso fatto. Al top è presente un caratteristico orizzonte a membrano CRQ₁. Il limite inferiore è per alternanza con CCM, passa verso fatto a biancastri arrossati. Ambiente di piattaforma interna. Il limite inferiore stratigrafico con CRQ₂ superiore concordante con RDT₁. Lo spessore in affioramento di questo membro è molto variabile, raggiunge al massimo circa 400 m circa.
ALBANO SUP. - GENOMIANO SUP.

Figura 7 – Stralcio della Carta Geologica CARG (Carannante et al. 2012) in scala originaria 1:50.000 (fuori scala).

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 003</td> <td>A</td> <td>19 di 63</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	19 di 63
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	19 di 63								

In tale contesto geologico, si descrivono brevemente nel seguito solo le formazioni che verranno direttamente interessate dalle aree dello SCI, rimandando alla Relazione Geologica del progetto esecutivo per una trattazione più ampia ed estesa all'intero tracciato di progetto.

7.1.1 UNITÀ DEI MONTI LATTARI-PICENTINI-ALBURNI

7.1.1.1 *CALCARIA RUDISTE E ORBITOLINE (RDO)*

Affiorano diffusamente nei settori centro-meridionali della zona di studio, lungo la parte bassa del rilievo di Monte Longano, e in lembi di minor estensione nella parte centrale dell'area di intervento, in corrispondenza dei rilievi carbonatici immediatamente ad Ovest di Valle di Maddaloni. Vasti affioramenti sono presenti nelle cave che bordano il fianco meridionale della dorsale di Monte Longano.

Sotto il profilo litologico, tale successione è costituita prevalentemente da calcareniti di colore grigio chiaro e biancastro, in strati generalmente medi, con frequenti resti fossiliferi; si rinvengono diffuse intercalazioni lenticolari di calcilutiti policrome e calciruditi di colore grigio, a stratificazione generalmente incrociata; talora passano lateralmente a calcilutiti peloidali di colore avana, in strati da medi a spessi, in alternanza con calcareniti nocciola e sporadiche intercalazioni di dolomie grigie e giallastre con bande stromatolitiche; in tutta la successione sono presenti diffuse cavità carsiche; a luoghi, in prossimità dei principali elementi tettonici, si rinvengono spesse fasce tettonizzate costituite da brecce calcaree prevalentemente angolose, immerse in matrice sabbioso-limosa giallastra o parzialmente ricementate da calcite secondaria.



Foto 1 – Cava in località Calvarino (ENE di Maddaloni); parte alta della successione dei Calcari a rudiste e orbitoline.

7.1.2 UNITÀ DEL SANNIO

Nei settori di intervento l'Unità del Sannio risulta sempre ricoperta dai depositi quaternari, alluvionali, fluvio-lacustri, vulcanici e detritico-colluviali.

7.1.2.1 *ARGILLE VARICOLORI*

Nella zona cartografata per il presente studio le Argille Varicolori non sono mai affioranti. Sono invece state intercettate in profondità con i sondaggi nella zona di Monte Aglio, al di sotto dei calcari (per sovrascorrimento), e nel settore di Valle Maddaloni al di sotto della copertura quaternaria (depositi vulcanici, alluvionali e fluvio-lacustri). Una descrizione dei caratteri litologici e strutturali di questa formazione ricavabile da osservazioni dirette non è pertanto possibile. Si tratta comunque di una formazione geologica ben nota in tutto il settore appenninico meridionale, per cui i dati di sondaggio possono essere utilizzati per ricostruire i caratteri d'assieme della formazione. Questi sono legati alle particolari condizioni di messa in posto e alle vicissitudini tettoniche subite (faglie, pieghe, colamenti sinsedimentari) che hanno complicato e scompaginato l'assetto originariamente stratificato. Questa formazione è ben nota infatti per la sua struttura disordinata, fino a caotica, dovuta proprio alle

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 003</td> <td>A</td> <td>20 di 63</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	20 di 63
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	20 di 63								

particolari condizioni di messa in posto (formazioni alloctone, rimaneggiate e rielaborate per colamenti sinsedimentari, frane sottomarine, olistostromi, ecc.). In alcune parti, soprattutto in quelle coinvolte in tempi più o meno recenti da fenomeni franosi (spesso da movimenti antichi di cui non resta più alcun indizio morfologico), non è più riconoscibile quindi alcuna traccia della struttura originaria.

Le caratteristiche strutturali di questa formazione sono quindi quelle tipiche delle formazioni note in letteratura con il termine “strutturalmente complesse”.

Dal punto di vista meccanico si tratta nel complesso di terreni più o meno coesivi, litologicamente e meccanicamente disomogenei, per i quali risulta spesso difficile valutare le caratteristiche fisico-meccaniche d'assieme. Queste dipendono infatti, oltre che dalla frequenza e dallo spessore delle intercalazioni lapidee (rispetto al materiale argilloso), in misura essenziale dalle caratteristiche meccaniche della parte argillosa e dal "grado di disturbo" subito in precedenza dalla massa.

La presenza di intercalazioni lapidee è in genere subordinata, tale da non influire in misura significativa sulle caratteristiche meccaniche del complesso, che sono quindi determinate essenzialmente dai termini argillitici. Anche a proposito di questi ultimi si tratta in ogni caso di terreni non assimilabili ad un mezzo continuo e omogeneo, ma nei quali gli elementi strutturali, originari o acquisiti (stratificazione; suddivisione in scaglie appiattite, dure, lucenti; superfici di taglio, giunti e fratture), influiscono in misura essenziale sulle caratteristiche meccaniche dell'insieme (“Formazioni strutturalmente complesse”).

La struttura d'assieme che ne è derivata varia quindi spesso sensibilmente in rapporto sia alle dimensioni del volume esaminato sia alla zona di affioramento.

Alla scala del decimetro, le argilliti presentano sempre struttura a scaglie appiattite delimitate da superfici lucenti, di dimensioni variabili da qualche mm a qualche cm.

Alla scala del metro si nota spesso una più o meno ordinata disposizione delle parti costituenti, con isorientazione delle scaglie nella frazione argillitica e relativa continuità negli strati lapidei intercalati.

Gli orizzonti lapidei, di spessore compreso tra qualche cm e qualche dm, appaiono sempre attraversati da fratture ravvicinate, prevalentemente disposte in senso perpendicolare alla stratificazione, che suddividono la roccia in poliedri di dimensioni dell'ordine del decimetro. Gli strati sono spesso variamente disarticolati e si presentano in genere sotto forma di frammenti spigolosi di varie dimensioni più o meno ravvicinati, inglobati in una matrice costituita da un impasto di minute scagliette di argilliti.

Alla scala della decina di metri l'ordine strutturale spesso si riduce sensibilmente, anche tra punti a piccola distanza, per effetto di numerose pieghe a stretto raggio, fino ad assumere la struttura d'assieme disordinata, fino a caotica, precedentemente menzionata.

Nei sondaggi eseguiti prevale la componente a grana fina (argille limose e limi argillosi), nella quale è sempre evidente la tipica struttura a scaglie. Sono sempre inglobati frammenti di elementi lapidei (calcari, calcari marnosi e arenarie) inglobati in maniera disordinata nell'ammasso argilloso (anche per il disturbo provocato dalla perforazione). Le intercalazioni lapidee a volte si presentano in strati di spessore decimetrico e pluridecimetrico, ma in percentuale sempre subordinata rispetto alla componente coesiva. In alcuni casi i sondaggi hanno attraversato strati di spessore significativo (dell'ordine o superiore al metro, fino a 4-5 m) di materiale lapideo.

7.1.3 DEPOSITI VULCANOCLASTICI

I litotipi in questione sono costituiti da tre unità vulcanoclastiche quaternarie ampiamente affioranti in tutta l'area di intervento e, in particolare, in corrispondenza della Piana Campana e della Valle di Maddaloni. In generale, tali depositi poggiano in discordanza stratigrafica sulle diverse successioni marine del substrato e sono ricoperti da depositi quaternari di origine alluvionale e detritico-colluviale.

Per i siti oggetto dello SCI interessano solo le piroclastiti di ricaduta, più o meno rimaneggiate, che ricoprono le formazioni prima descritte sui versanti.

Nello specifico si tratta di depositi vulcanici di caduta, costituiti da una singola litofacies a dominante cineritica. Poggiano in contatto stratigrafico discordante sulle unità più antiche e rappresentano il riempimento delle paleo-depressioni morfologiche. A luoghi sono presenti locali paleosuoli brunastri a tessitura sabbioso-limosa.

Dal punto di vista litologico, tale unità è composta da ceneri a granulometria sabbiosa e sabbioso-limosa di colore marrone, grigio e giallastro a struttura indistinta o debolmente laminata, con diffuse pomice e scorie di dimensioni

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 003</td> <td>A</td> <td>21 di 63</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	21 di 63
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	21 di 63								

millimetriche e centimetriche; nella parte bassa della successione è localmente presente un livello di ceneri a granulometria sabbiosa di colore grigio chiaro e biancastro, sottilmente laminate, con abbondanti pomici di dimensioni centimetriche.

7.1.4 DEPOSITI CONTINENTALI

Questi terreni sono rappresentati da cinque unità continentali quaternarie, ampiamente affioranti in tutto il settore di studio alla base dei rilievi montuosi o in corrispondenza dei principali corsi d'acqua dell'area. In generale, tali depositi sono formati da sedimenti di genesi prevalentemente alluvionale, gravitativa e detritico-colluviale, e poggiano in discordanza stratigrafica su tutte le unità geologiche più antiche.

7.1.4.1 DEPOSITI DI VERSANTE

Questi depositi affiorano estesamente nei settori centrale della zona di intervento, alla base dei rilievi carbonatici di Monte Longano, Monte Castello e Monte Calvi. Nello specifico, si tratta di depositi continentali di versante e di falda detritica, costituiti da una singola litofacies a dominante ghiaioso-sabbiosa, ma con frequenti passaggi laterali verso litotipi a grana medio-fine. Poggiano in contatto stratigrafico discordante sulle unità più antiche e risultano parzialmente eteropici ai Depositi di origine mista e alle Coltri eluvio-colluviali. La successione presenta uno spessore massimo non determinabile ed è riferibile al periodo Pleistocene medio - Olocene.

Sotto il profilo litologico, i suddetti terreni sono formati prevalentemente da ghiaie poligeniche ed eterometriche (a), da angolose a sub-angolose, in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa di colore marrone, giallastro e bruno-rossastro, da scarsa ad abbondante; a luoghi, ma non raramente, si rinvengono passaggi di sabbie, sabbie limose e limi sabbioso-argillosi di colore marrone e giallastro, a struttura indistinta, con diffusi inclusi piroclastici e ghiaie poligeniche da angolose a sub-angolose.

Sono stati attraversati, per spessori di 5-6m, nei sondaggi che hanno indagato le aree di imbocco della galleria Monte Aglio (PNIF32G01 e PNIF51G05).

7.1.4.2 DEPOSITI DI ORIGINE MISTA

Con tale denominazione si classificano i terreni detritici presenti localmente alla base dei rilievi carbonatici che bordano la Valle di Maddaloni, in corrispondenza dello sbocco dei canali in roccia all'interno dei settori di piana alluvionale. Si tratta di depositi continentali di versante, conoide alluvionale e colata detritica, costituiti da una singola litofacies a dominante ghiaioso-sabbiosa. Poggiano in contatto stratigrafico discordante sulle unità più antiche e risultano parzialmente eteropici ai Depositi di versante e alle Coltri eluvio-colluviali. I suddetti accumuli presentano uno spessore massimo non determinabile e sono ascrivibili al Pleistocene superiore – Olocene.

Dal punto di vista sedimentologico, si tratta quindi di ghiaie poligeniche ed eterometriche (i), da angolose a sub-arrotondate, in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa di colore marrone, giallastro e bruno-rossastro, generalmente abbondante; a luoghi si rinvengono passaggi di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi di colore marrone e giallastro, a struttura indistinta o debolmente stratificata, con diffusi inclusi piroclastici e frequenti ghiaie poligeniche da angolose a sub-arrotondate.

7.1.4.3 COLTRI ELUVIO-COLLUVIALI

Tali terreni si rinvengono diffusamente in tutta l'area di studio, in corrispondenza delle depressioni impluviali o alla base dei rilievi più acclivi ed estesi. Si tratta di depositi continentali di versante e di alterazione del substrato, costituiti da una singola litofacies a dominante limoso-argillosa. Poggiano in contatto stratigrafico discordante sulle unità più antiche e risultano parzialmente eteropiche ai Depositi di versante e ai Depositi di origine mista. I presenti terreni mostrano uno spessore massimo non determinabile e sono interamente riferibili all'Olocene.

Sono formati da argille limose, limi argillosi e limi argilloso-sabbiosi di colore marrone, grigio e bruno-rossastro (b2), a struttura indistinta, con abbondanti resti vegetali, diffusi inclusi piroclastici e rare ghiaie poligeniche da angolose a sub-arrotondate; a luoghi si rinvengono passaggi di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi di colore marrone, grigio e giallastro, a struttura indistinta, con abbondanti resti vegetali, diffusi inclusi piroclastici e frequenti ghiaie poligeniche da angolose a sub-arrotondate.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 003</td> <td>A</td> <td>22 di 63</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	22 di 63
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	22 di 63								

8 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO GENERALE

8.1 GENERALITÀ

In questo capitolo vengono descritti i caratteri geomorfologici a scala di “area vasta”. Questa descrizione serve per una comprensione della dinamica geomorfologica a livello regionale sulla quale si impostano le condizioni geomorfologiche dei siti di diretto interesse.

Non necessariamente tutti i fenomeni descritti per l’area vasta sono presenti nei siti di progetto. Per una descrizione delle condizioni geomorfologiche locali si rimanda allo specifico capitolo.

8.2 MORFOLOGIA DEI SISTEMI FLUVIALI

Il reticolo idrografico superficiale si sviluppa in maniera differente nei settori di territorio posti rispettivamente a Nord e a Sud della dorsale carbonatica di Monte Longano (attraversata in galleria con il tracciato di progetto). In particolare, le aree poste a Sud di tale rilievo ricadono lungo il margine orientale della Piana Campana, un’estesa depressione morfostrutturale colmata da spessi depositi quaternari di origine vulcanoclastica e fluvio-lacustre. In tale zona il reticolo idrografico risulta poco sviluppato e, spesso, fortemente influenzato dalle opere di regimazione idraulica e canalizzazione delle acque realizzate in epoca storica.

8.3 PROCESSI DI VERSANTE E DEPOSITI DI COPERTURA

A causa del complesso assetto geologico-strutturale, l’Appennino Campano è caratterizzato da morfodinamiche di versante piuttosto complesse e diversificate. Infatti, mentre sui versanti che intagliano unità terrigene sono molto frequenti fenomeni gravitativi riconducibili a frane da colamento o scivolamento in terra, sui rilievi carbonatici è notevolmente più contenuto e limitato a piccoli crolli o scivolamenti in roccia lungo le principali cornici litologiche. Peculiari sono inoltre le frane da scorrimento-colata rapida che interessano le coperture piroclastiche presenti lungo i rilievi carbonatici che bordano la Piana.

Le frane da colamento e scorrimento prevalgono nelle zone di affioramento dei depositi sin-orogeni e dell’Unità del Sannio, generalmente rappresentati da sedimenti marini a dominante argilloso-marnosa, pelitico-arenacea e conglomeratico-sabbiosa. Tali terreni presentano in genere una bassa resistenza al taglio e spesso risultano destrutturati dagli elementi tettonici che tagliano il substrato, quali pieghe, faglie e sovrascorrimenti.

In corrispondenza dei litotipi carbonatici, i movimenti franosi sono rappresentati principalmente da crolli, ribaltamenti e scivolamenti in roccia. Questi fenomeni si verificano in genere in corrispondenza di pareti rocciose e sono dovuti sia all’elevato grado di alterazione e/o destrutturazione della roccia sia alla presenza di un elevato numero di discontinuità primarie e secondarie.

I versanti impostati su rocce carbonatiche e ammantati da spesse coperture di piroclastiti sciolti, infine, sono interessati da importanti movimenti franosi impostati essenzialmente nei depositi vulcanoclastici. Tali fenomeni sono rappresentati da frane complesse in terra o detrito, derivanti da scivolamenti traslativi delle coperture piroclastiche che evolvono nella parte medio-bassa del pendio in colamenti rapidi ad elevato contenuto d’acqua.

8.4 MORFOLOGIA CARSIKA

Buona parte dei massicci carbonatici dell’Italia meridionale sono affetti da importanti fenomeni di carsismo, sia ipogei che epigei. Le morfologie carsiche più diffuse nell’Appennino Campano sono rappresentate dai campi carsici, sia attivi come il Campo del Monte Camposauro e il Campo di Cepino del Monte Taburno, che inattivi come la Piana di Castelmorrone e di Durazzano dei Monti di Caserta.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 003</td> <td>A</td> <td>23 di 63</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	23 di 63
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	23 di 63								

Tra le forme carsiche bisogna ricordare, inoltre, le numerose doline da crollo presenti sia nei Monti di Caserta che lungo la fascia pedemontana del Monte Camposauro.

Diversi fenomeni di sprofondamento in rocce carbonatiche, classificabili come *collapse sinkhole*, sono presenti lungo le dorsali dei Monti di Caserta e Maddaloni.

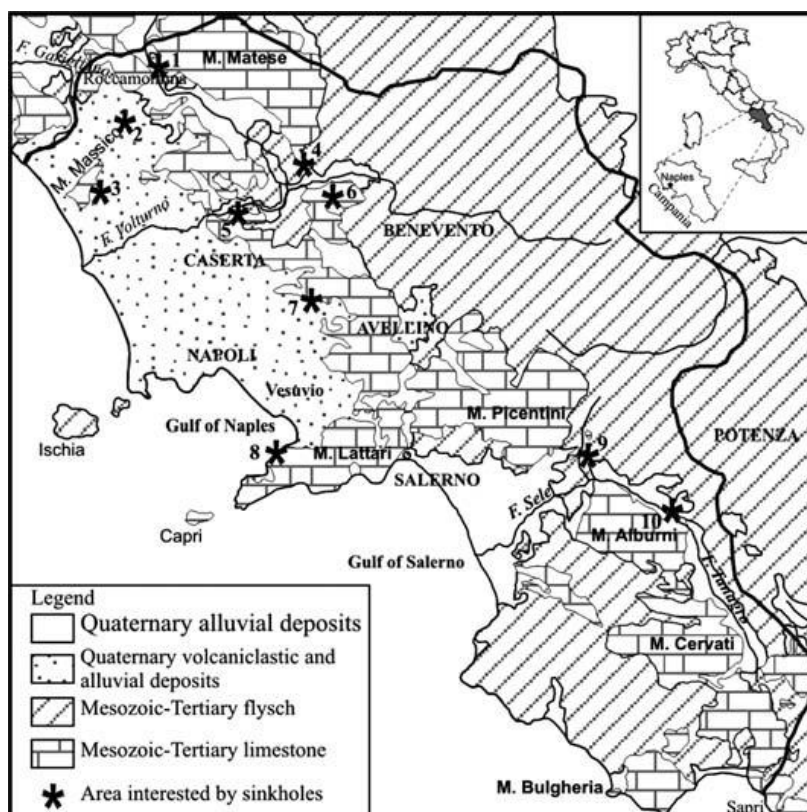


Figura 8 – Carta geologica della Regione Campania con indicazione della distribuzione delle principali aree con sinkholes: 1) Mastrati; 2) Lago di Vairano; 3) Agro Falerno; 4) Teleso; 5) Castelmorrone; 6) Solopaca; 7) Canello; 8) Jala; 9) Contursi; 10) Petrosa (da Del Prete et al. 2004).

9 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO GENERALE

La porzione centrale della Regione Campania presenta un motivo idrogeologico tipico dell'Appennino meridionale, quale la giustapposizione laterale e verticale di unità carbonatiche di elevata permeabilità con successioni sedimentarie a scarsa permeabilità.

I termini carbonatici sono spesso sede di un importante deflusso idrico di base che, in corrispondenza del contatto con terreni a permeabilità più bassa, viene a giorno formando grandi sorgenti basali. All'interno dei massicci carbonatici, le variazioni dello schema di circolazione idrica sotterranea sono associabili a locali elementi strutturali, che possono costituire un ostacolo al deflusso delle acque di falda per una riduzione della permeabilità intrinseca dell'acquifero, o in alternativa a condizioni di deflusso preferenziale (ad esempio per carsismo). Inoltre, nei settori dove le unità carbonatiche sono in contatto laterale con i depositi continentali quaternari sono possibili importanti travasi idrici sotterranei verso le piane alluvionali, con conseguente alimentazione dei corpi idrici superficiali.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 003</td> <td>A</td> <td>24 di 63</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	24 di 63
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	24 di 63								



Figura 9 – Stralcio della Carta idrogeologica dell'Italia Meridionale, con principali linee di flusso (da Celico et al. 2007).

Le principali depressioni morfostrutturali dell'area, come la Piana Campana e la Valle di Maddaloni, sono invece caratterizzate da una circolazione idrica per falde sovrapposte, che si verifica all'interno dei depositi piroclastici, alluvionali e marini più permeabili che le riempiono. I diversi livelli idrici sono spesso in comunicazione mediante soluzioni di continuità che contraddistinguono i litotipi meno permeabili e che, spesso, non permettono un reale frazionamento della circolazione idrica sotterranea all'interno dei settori di piana.

9.1 ACQUIFERI E UNITÀ IDROGEOLOGICHE

I litotipi presenti nei settori di specifico interesse progettuale possono essere raggruppati in tre differenti unità idrogeologiche, ognuna della quale costituisce degli acquiferi di importanza più o meno significativa.

- **Acquiferi delle successioni carbonatiche.** Questi acquiferi sono formati dagli ammassi rocciosi prevalentemente carbonatici ampiamente affioranti in tutto l'Appennino centro-meridionale, in buona parte riconducibili alle originarie unità paleogeografiche di piattaforma che caratterizzano questo settore di catena.

Le principali sorgenti degli acquiferi sono collocate prevalentemente in corrispondenza di limiti idrogeologici e di permeabilità, al contatto con terreni sedimentari e vulcanici più recenti, che generalmente costituiscono degli impermeabili relativi. Nelle zone dove i depositi terrigeni presentano una permeabilità elevata, invece, questi acquiferi sono alimentati dalle idrostrutture carbonatiche limitrofe attraverso cospicui travasi sotterranei. In relazione alle caratteristiche idrogeologiche a grande scala, tali successioni possono essere suddivise in tre grandi gruppi: acquiferi prevalentemente calcarei, calcareo-silico-marnosi e dolomitici.

Gli acquiferi calcarei sono caratterizzati da diffuse fenomenologie carsiche, sia epigee che ipogee, che spesso interagiscono direttamente con le sorgenti determinando regimi idrogeologici delle stesse estremamente variabili. Sono contraddistinti da una grande falda di base, piuttosto profonda, e da una serie di falde sospese di modesta importanza, poste nella porzione più superficiale e carsificata dell'acquifero. Localmente, infine, sono presenti piccole falde sospese al di sopra dei livelli stratigrafici con permeabilità più bassa, come in corrispondenza di fasce cataclastiche di particolare rilevanza.

- **Complessi delle successioni vulcaniche:** I depositi piroclastici includono materiali fortemente eterogenei dal punto di vista litologico e tessiturale e, pertanto, presentano delle proprietà idrauliche estremamente variabili da zona a zona. I terreni più grossolani, rappresentati da bombe, blocchi, scorie e pomici, formano

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 003</td> <td>A</td> <td>25 di 63</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	25 di 63
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	25 di 63								

generalmente agglomerati di breccie vulcaniche con elevata permeabilità e porosità. I terreni più fini invece, costituiti da ceneri e lapilli, presentano una porosità primaria variabile in funzione del grado di litificazione ed una porosità secondaria mediamente piuttosto elevata. Nei litotipi litoidi invece la conducibilità idraulica è di tipo secondario e legata al grado di fessurazione dei materiali.

- **Complessi delle successioni continentali:** i depositi di falda detritica presenti alla base dei maggiori rilievi montuosi, pur costituendo acquiferi eterogenei ed anisotropi, sono contraddistinti da un grado di permeabilità generalmente piuttosto elevato. Nei settori dove risultano limitati inferiormente da terreni di bassa permeabilità, tali depositi possono essere sede di falde idriche sotterranee di discreta importanza, in particolare quando soggetti a travasi idrici provenienti da strutture idrogeologiche limitrofe.

Le falde degli ambienti alluvionali risultano alimentate direttamente sia dalle acque superficiali che si infiltrano nel terreno che dai travasi idrici sotterranei delle strutture idrogeologiche con cui sono a contatto. A causa delle forti eteropie laterali (in termini granulometrici) si possono creare i presupposti per la formazione di falde più o meno intercomunicanti e a volte in pressione.

9.2 STRUTTURE IDROGEOLOGICHE E IDRODINAMICA DEGLI ACQUIFERI

Nell'ambito di area vasta ricadono importanti strutture idrogeologiche carbonatiche e in particolare quella corrispondente ai rilievi dei **Monti Tifatini** e dei **Monti di Durazzano**. Sono inoltre presenti diffusi acquiferi alluvionali e vulcanoclastici, che costituiscono le unità idrogeologiche della **Valle di Maddaloni** e della **Piana Campana**.

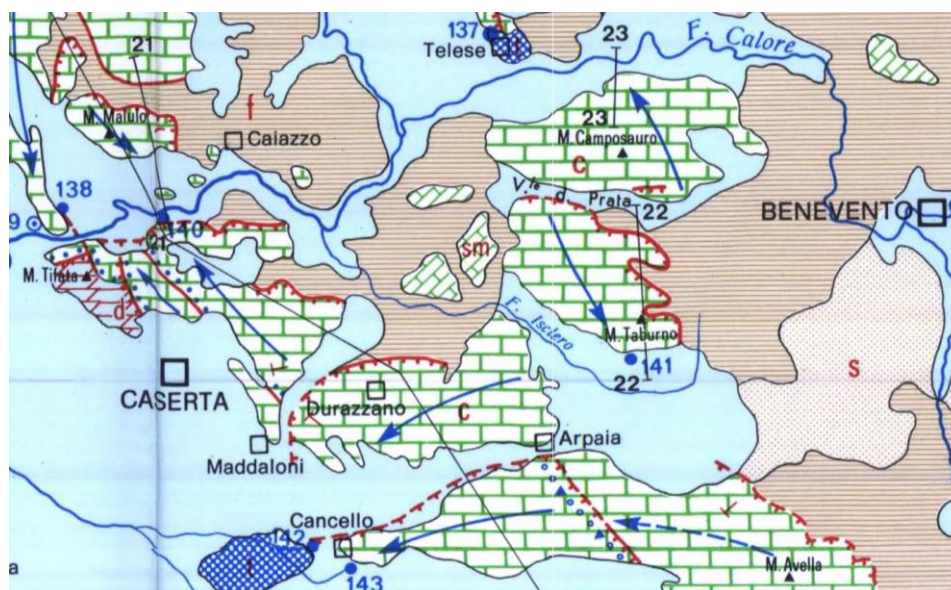


Figura 10 – Stralcio dello schema idrogeologico dell'Appennino carbonatico centro-meridionale (da Celico 1978).

L'idrostruttura dei **Monti Tifatini** presenta una circolazione idrica sotterranea frazionata, soprattutto per la presenza di importanti complicazioni strutturali che determinano la suddivisione del massiccio in più sub-strutture idrogeologiche, distinte e reciprocamente interconnesse. Infatti, in corrispondenza della Valle di Maddaloni, l'unità risulta idrogeologicamente separata dai Monti di Durazzano da strutture compressive a cui sono interposti i terreni poco permeabili dell'Unità del Sannio. Ciò comporta l'esistenza di una continuità idrogeologica tra la circolazione idrica sotterranea dei Monti Tifatini e dei Monti di Durazzano. In generale, il deflusso idrico di base risulta orientato prevalentemente verso NW mentre i principali recapiti della falda sono rappresentati da sorgenti e travasi idrici sotterranei verso le falde dei depositi quaternari che bordano la struttura. Le acque del settore Nord-orientale hanno il loro recapito nella Sorgente di Santa Sofia e alimentano i travasi verso le falde della piana del Fiume Volturno.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 003</td> <td>A</td> <td>26 di 63</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	26 di 63
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	26 di 63								

L'idrostruttura dei **Monti di Durazzano**, invece, mostra una circolazione idrica sotterranea meno frazionata e complessa dei Monti Tifantini, essendo condizionata prevalentemente dal sovrascorrimento delle unità carbonatiche di piattaforma sui terreni argillosi dell'Unità del Sannio. La maggior parte delle acque di falda defluisce verso i settori Sud-occidentali della struttura e trova recapito nei depositi alluvionali e vulcanoclastici che colmano la Piana Campana. Lungo l'allineamento Canello-Maddaloni, la suddetta interconnessione tra la circolazione del massiccio carbonatico ed i depositi quaternari è confermata sia dalle quote relative delle due falde che dal chimismo specifico delle acque, che risulta intermedio tra quello tipico di un acquifero carbonatico e quello di un acquifero piroclastico. Nel settore orientale dell'idrostruttura, invece, l'acquifero carbonatico risulta alimentato da quello alluvionale della piana del Fiume Isclero, che a sua volta riceve una consistente alimentazione dalle acque sotterranee del Monte Taburno. Di conseguenza, la principale direzione di deflusso della falda di base dell'acquifero carbonatico risulta orientata verso SW, con una circolazione idrica sotterranea che avviene attraverso serbatoi in serie identificati da strutture a carattere sia compressivo che distensivo.

La **Valle di Maddaloni** e tutta la piana del Fiume Isclero costituiscono un'unità idrogeologica di particolare rilevanza, soprattutto per l'interconnessione che essa ha con le limitrofe idrostrutture carbonatiche del Monte Taburno, dei Monti di Durazzano e dei Monti di Avella. L'unità è costituita da un acquifero prevalentemente alluvionale e vulcanoclastico, con spessore variabile tra pochi metri e alcune decine di metri, e risulta delimitata da successioni sedimentarie sia carbonatiche che silicoclastiche. La falda è alimentata dalle limitrofe idrostrutture carbonatiche e dalle precipitazioni meteoriche, mentre il deflusso idrico di basse è orientato prevalentemente verso NE, in direzione del fondovalle del Fiume Volturno.

La **Piana Campana**, infine, è caratterizzata da una circolazione idrica per falde sovrapposte, che si verifica all'interno dei depositi piroclastici, alluvionali e marini più permeabili che riempiono il graben. I diversi livelli idrici sono spesso in comunicazione tra loro mediante soluzioni di continuità che contraddistinguono i litotipi meno permeabili e che, generalmente, non permettono un reale frazionamento della circolazione idrica sotterranea della piana. In generale, è possibile riconoscere una direzione di flusso principale verso SW e un importante spartiacque sotterraneo tra Caivano e Canello.

La Piana Campana è generalmente caratterizzata dalla presenza di due falde sovrapposte, contenute all'interno degli orizzonti piroclastici e separate da un livello impermeabile riferibile alla porzione tufacea del cosiddetto Tufo Grigio Campano. La falda superficiale posta al di sopra dell'orizzonte tufaceo impermeabile presenta un carattere freatico, con una superficie piezometrica posta a una decina di metri di profondità dal p.c.. La falda profonda presente al di sotto del banco di tufo, invece, risulta chiaramente in pressione e presenta una superficie piezometrica posta leggermente al di sopra di quella relativa alla falda più superficiale.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 003</td> <td>A</td> <td>27 di 63</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	27 di 63
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	27 di 63								

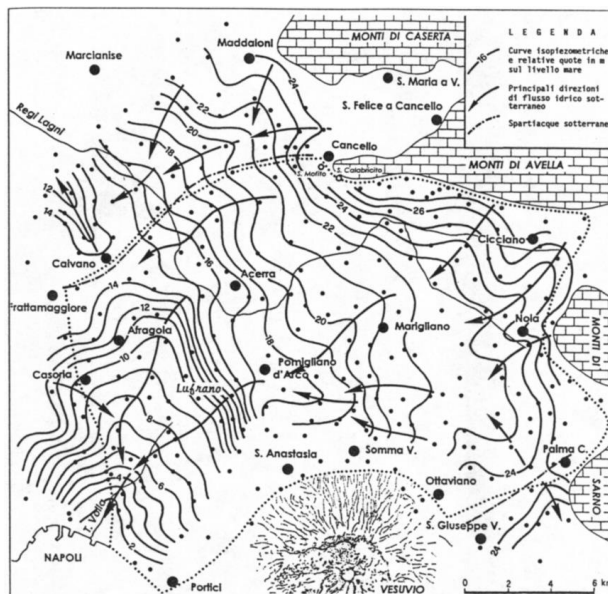


Figura 11 – Ricostruzione delle curve isopiezometriche e dei principali assi di drenaggio e spartiacque sotterranei del settore orientale della Piana Campana (Esposito 1996).

10 ANALISI GEOMORFOLOGICA DELLE AREE PERIMETRATE

10.1 IMBOCCO DELLA GALLERIA MONTE AGLIO LATO MADDALONI

10.1.1 CONDIZIONI DI TRACCIATO

Il tracciato planimetrico interseca l'area P4 dell'AdB Campania Centrale alla progressiva 3+350 circa. A tale progressiva il tracciato si sviluppa in galleria ad una profondità (rispetto alla calotta) di 40 m.

10.1.2 CONDIZIONI GEOLOGICHE

A tali profondità il tracciato in galleria si sviluppa nei calcari (vedi stralcio del profilo geologico). La situazione geologica nella zona iniziale della galleria è stata ricostruita con 3 sondaggi e indagini geofisiche di vario tipo (sismica a riflessione, rifrazione e geoelettrica). L'insieme delle indagini ha permesso di ricostruire i contatti nel sottosuolo tra i depositi piroclastici e il substrato geologico e, nell'ambito di questo, è stato ricostruito il contatto tettonico tra le Argille Varicolori (Unità del Sannio) e la formazione calcarea del substrato mesozoico. Tale contatto è risultato per faglia, probabilmente di tipo trascorrente o "transpressivo" (essendo la delimitazione laterale del sovrascorrimento che ha vergenza verso nord-ovest).

Questo passaggio tettonico è stato individuato alla progressiva 3+275. In corrispondenza della progressiva 3+350 (intersezione in superficie con l'area P4) la galleria si sviluppa in calcari.

10.1.3 CONDIZIONI GEOMORFOLOGICHE

La galleria attraversa il versante meridionale della dorsale di Durazzano (Monte Aglio). Le pendenze nella parte bassa del versante, dove imbocca la galleria, sono molto blande, dell'ordine del 10% per la presenza di una estesa copertura detritico-eluviale che ricopre i depositi piroclastici. Le acclività aumentano progressivamente spostandosi a quote maggiori dove il versante è formato dalle rocce calcaree, arrivando a pendenze del 30-40%.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 003</td> <td>A</td> <td>28 di 63</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	28 di 63
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	28 di 63								

Dall'esame dei caratteri morfologici di questo settore di versante non emergono indizi o segni di particolari forme di instabilità, di tipo superficiale o profondo. Nella parte bassa il versante è modellato da terrazzamenti agricoli, mentre a quote maggiori il versante (in rocce calcaree) degrada con regolarità, senza segni o indizi di dissesti.

10.1.4 CONDIZIONI IDROGEOLOGICHE

Le misure piezometriche hanno confermato il quadro idrogeologico regionale prima descritto. I calcari, risultati fratturati e carsificati, sono asciutti almeno fino a quote inferiori di alcune decine di metri rispetto alla galleria.

A valle del contatto con le argille varicolori la falda contenuta nelle piroclastiti della Piana di Maddaloni si trova a profondità dell'ordine di 30-40m dal piano di campagna.

La falda basale nei calcari si trova quindi a quote molto profonde e alimenta la falda della Piana di Maddaloni attraverso un circuito che in ogni caso non interferisce con le opere di progetto.

10.1.5 CRITICITA' PROGETTUALI

Le condizioni emerse dallo studio geologico fanno escludere criticità di carattere geomorfologico. Non sono state rilevate frane in atto, quiescenti o solo potenziali. Nel settore di versante formato dalle piroclastiti le pendenze sono molto blande e non sussistono quindi le condizioni per una eventuale suscettività di frana.

Nel tratto di versante a maggiore pendenza affiorano o sub-affiorano rocce calcaree. Nella zona in cui il tracciato planimetrico interseca l'area perimetrata P4, la galleria si sviluppa in calcari con coperture dell'ordine di 40m.

Si può quindi escludere che l'opera in progetto possa avere alcuna ripercussione sulla stabilità del versante, le cui condizioni ante-operam sono peraltro del tutto soddisfacenti.

10.2 IMBOCCO DELLA FINESTRA SUD ALLA GALLERIA MONTE AGLIO

10.2.1 CONDIZIONI DI TRACCIATO

La galleria di accesso imbocca ai piedi del fronte di una cava dismessa (Cava Tixon). Vista la forte acclività (sub-verticale) del fronte di cava, la galleria entra direttamente nel versante montuoso senza particolari opere di imbocco e raggiunge rapidamente coperture di varie decine di metri.

10.2.2 CONDIZIONI GEOLOGICHE

Le rocce calcaree nelle quali sono state aperte in passato le cave che bordano il versante occidentale della dorsale di Monte Aglio appartengono all'unità stratigrafico-strutturale dei Monti Lattari-Picentini-Alburni. In particolare, la parte bassa del rilievo, dove sono state realizzate le cave, sono costituite dalla formazione dei "Calcari a Rudiste e Orbuline". Si tratta di una successione costituita prevalentemente da calcareniti di colore grigio chiaro e biancastro, in strati generalmente medi, con frequenti resti fossiliferi; si rinvengono diffuse intercalazioni lenticolari di calcilutiti policrome e calciruditi di colore grigio; in tutta la successione sono presenti diffuse cavità carsiche e locali *hardground* bioperforati; a luoghi, in prossimità dei principali elementi tettonici, si rinvengono fasce tettonizzate costituite da brecce calcaree, immerse in matrice sabbioso-limosa giallastra o parzialmente ricementate.

10.2.3 CONDIZIONI GEOMORFOLOGICHE E GEOSTRUTTURALI

Gli ammassi presenti nella parte basale della dorsale di Monte Aglio sono interessati da uno stato di fratturazione generalmente elevato, in relazione verosimilmente ai forti stress subiti durante gli eventi tettonici che hanno portato al sovrascorrimento di questa unità sulla formazione (geologicamente più recente) delle Argille Varicolori.

Dai rilievi è emerso che la fratturazione, associata allo stato di abbandono dei fronti di cavo, ha determinato alcune forme di instabilità; il fronte della cava è soggetto a caduta di frammenti e blocchi di roccia di varie dimensioni che vanno dal cm ad alcuni dm, fino a circa un metro cubo. Si tratta di frammenti, ma in alcuni casi di

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 003</td> <td>A</td> <td>29 di 63</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	29 di 63
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	29 di 63								

blocchi irregolari, diedri e prismi di roccia, con superfici di scivolamento anche fresche. Sono presenti anche forme di carsismo.



Foto 2-5. Fenomeni di crollo nella cava Tixon

Viste le condizioni di stabilità del fronte si è deciso di procedere con un accurato studio geomeccanico che ha previsto:

- esecuzione di rilievi geomeccanici tradizionali nella parte bassa del fronte di cava;
- rilievo (topografico/geomeccanico) con drone multicottero, in grado di stazionare sul fronte per la ripresa con tecnica areofotogrammetrica.

L'indagine con drone è stata eseguita in data 17/04/2018 e ha consentito di ottenere i seguenti dati:

- ✓ ortofoto planimetrica georeferenziata;
- ✓ modello digitale del fronte di cava tramite "nuvola di punti" associata a informazioni RGB georeferenziati nel sistema di coordinate di progetto;
- ✓ ortofotopiani del fronte di cava sviluppati su più segmenti di sezione;
- ✓ analisi dei piani di frattura che interessano tutto il fronte di cava e una ulteriore analisi dei piani di frattura concentrata solo sulla zona di imbocco della galleria in progetto;
- ✓ modello digitale 3D con i principali piani di frattura su nuvola di punti RGB

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 003</td> <td>A</td> <td>30 di 63</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	30 di 63
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	30 di 63								

Nel seguito si mostra uno degli ortofotopiani del fronte di cava, in particolare quello che interessa l'imbocco della galleria.

Da questa immagine si evidenzia che la parte bassa non mostra la fitta stratificazione evidente invece nella parte media e alta del fronte. I principali giunti sub-verticali proseguono anche verso il basso, dove, nel dettaglio, la suddivisione è molto spinta a causa principalmente di sistemi di fratturazione sub-verticali. Sono evidenti inoltre alcune nicchie e rientranze formate dal distacco di diedri e prismi di roccia.

Questo è evidente dai risultati dei rilievi meso-strutturali e geomeccanici eseguiti nella parte bassa del fronte, realizzati con metodo tradizionale, con bussola. Questi rilievi hanno consentito di rilevare i principali piani di discontinuità, oltre a valutare le proprietà geomeccaniche dell'ammasso e dei giunti.



Foto 6 Ortofoto piano in prossimità dell'imbocco

I risultati del rilievo sono stati rappresentati su reticolo di Schmidt emisfero inferiore, in termini di piani e poli secondo regole e convenzioni note che per chiarezza si riassumono negli schemi seguenti.

**RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E
IDROGEOLOGICA**

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

IF1N

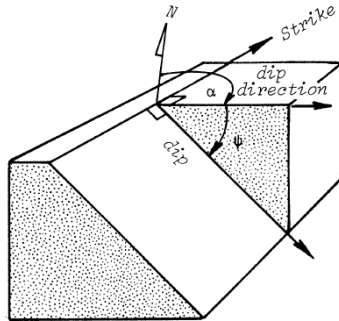
01 E ZZ

RG

GE0001 003

A

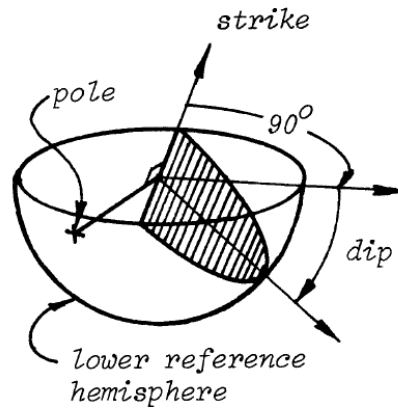
31 di 63



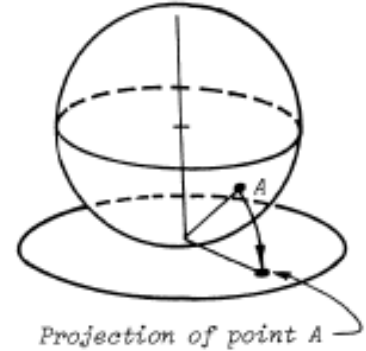
Definition of geometrical terms

Definizione dei termini geometrici:

*- Immersione - Azimut d'immersione -
Direzione.*



*lower reference
hemisphere*



Projection of point A

I risultati delle tre stazioni sono riportati nel seguito.

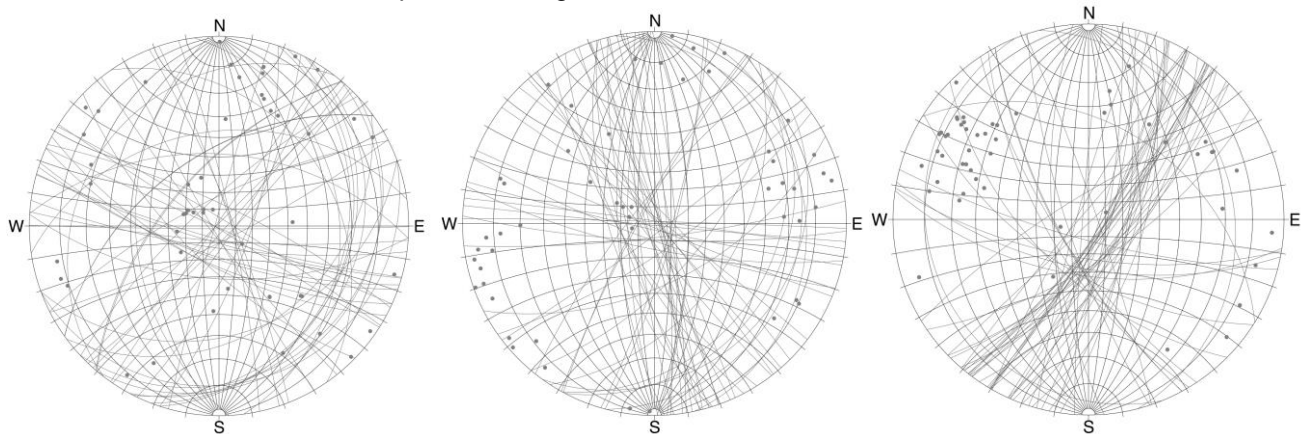


Figura 12 Proiezioni stereografiche delle tre stazioni realizzate alla base del fronte di cava.

Da queste proiezioni emerge quanto sopra delineato e cioè la preponderanza di sistemi di fratturazione sub-verticali e con i giunti di strato, con giacitura poco inclinata verso il piazzale di cava, evidenti in alcune stazioni.

Nella rappresentazione seguente si evidenziano le isodense dei poli che mostrano le principali famiglie nelle tre stazioni di misura (a-b-c) e per il complesso delle tre misure (d).

**RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E
IDROGEOLOGICA**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 EZZ	RG	GE0001 003	A	32 di 63

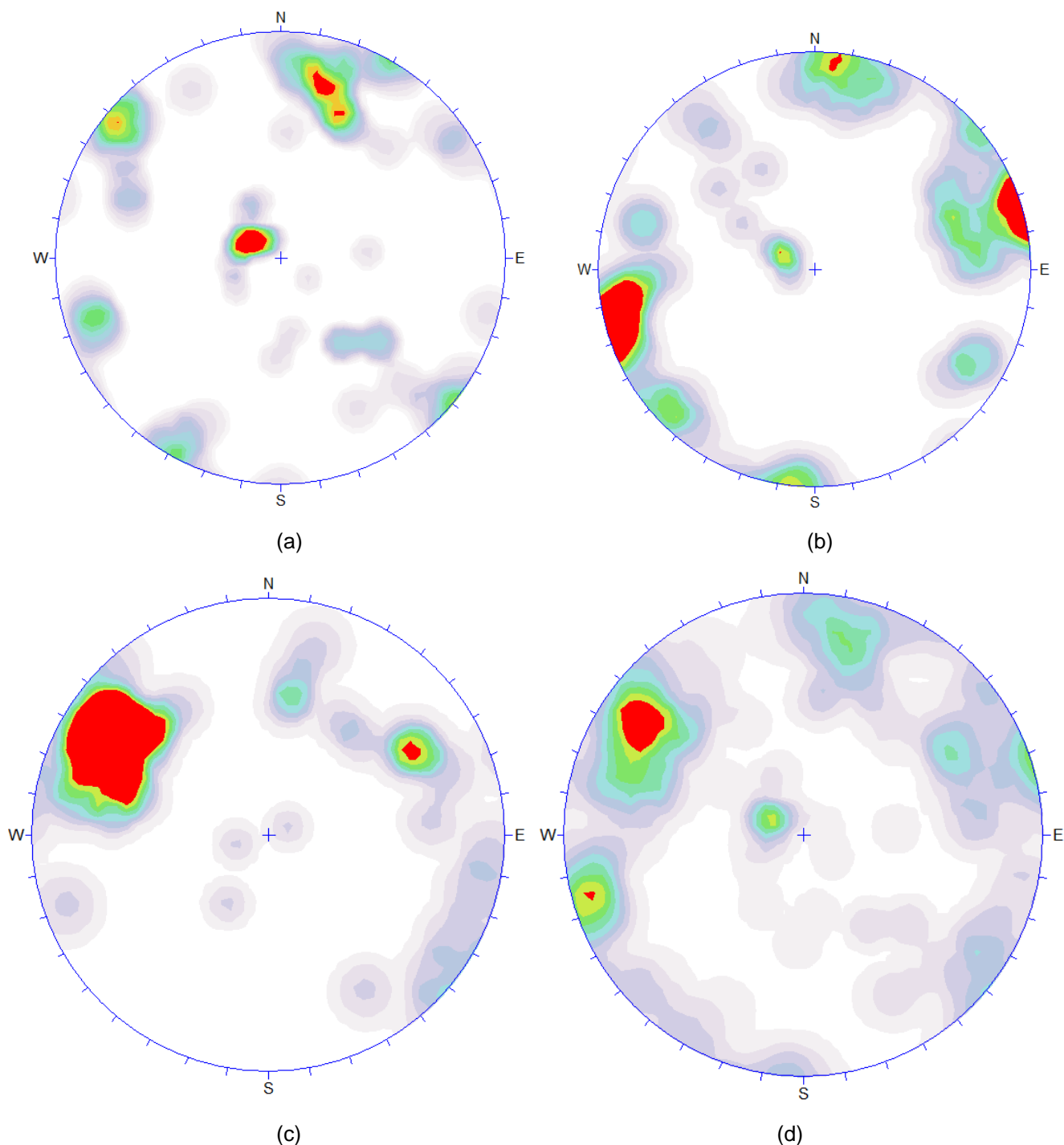


Figura 13 Isodense dei poli

Nella proiezione successiva sono tracciati i piani corrispondenti alle principali famiglie emerse dalla precedente analisi.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 003</td> <td>A</td> <td>33 di 63</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	33 di 63
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	33 di 63								

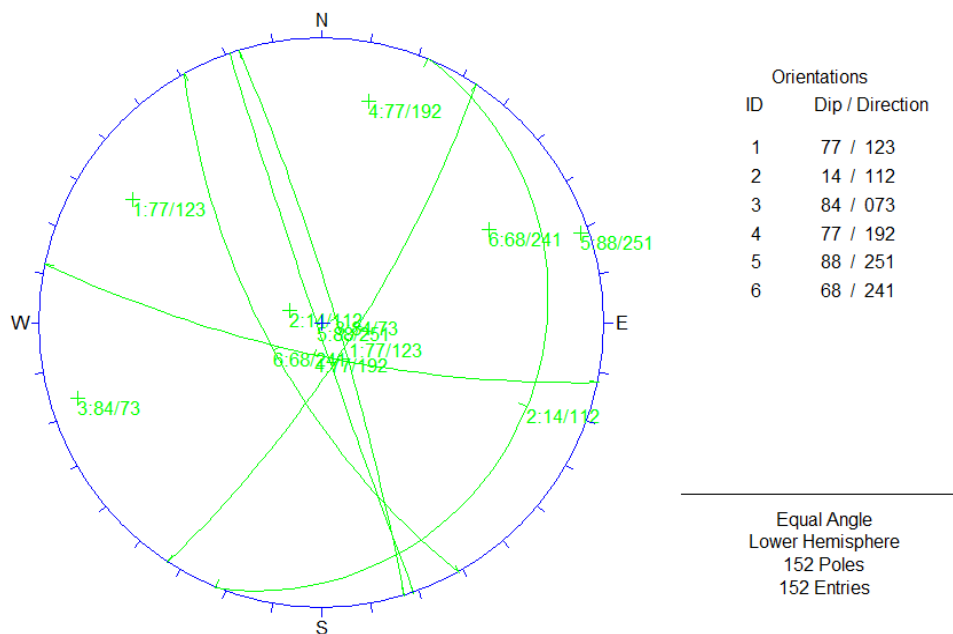


Figura 14 Famiglie principali

Queste analisi sono abbastanza congruenti con quanto emerso dall'analisi statistica effettuata con elaborazione numerica delle "facce" di giunti ricavata da drone, che ha evidenziato sostanzialmente due famiglie di giunti sub-verticali e la famiglia della stratificazione.

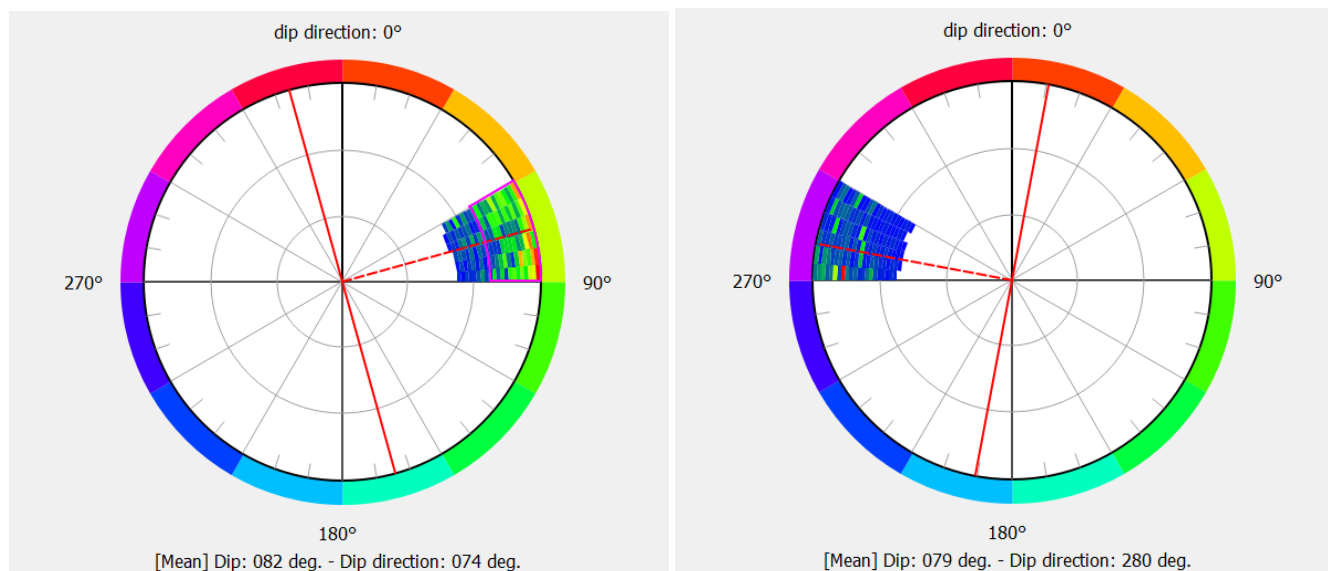


Figura 15 Famiglie sub-verticali individuate dal drone

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 003</td> <td>A</td> <td>34 di 63</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	34 di 63
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	34 di 63								

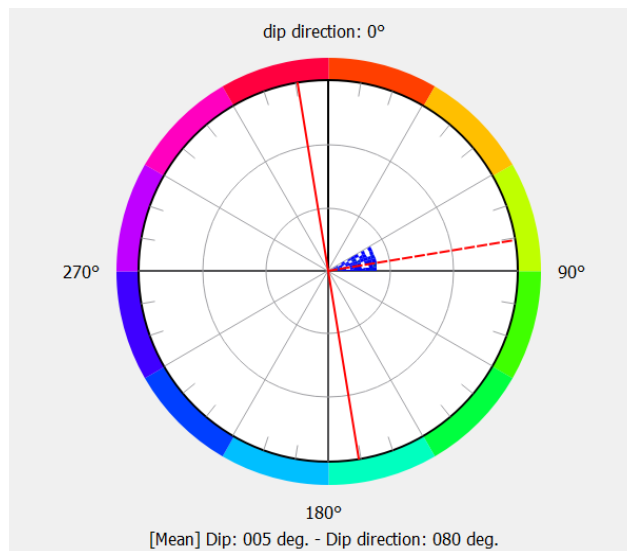


Figura 16 Giunti di strato individuati dal drone

La prima famiglia (82/74) ricavata da drone è praticamente coincidente con la famiglia n. 3 (84/73) del rilievo strutturale, mentre la seconda famiglia del drone (79/280) si discosta di almeno 30° di direzione rispetto alla famiglia n. 5 (88/251) del rilievo strutturale. La seconda famiglia emersa dal drone compare comunque nell'analisi strutturale anche se con una frequenza inferiore alle altre.

Nella tabella seguente si riassumono le caratteristiche delle principali famiglie di discontinuità ricavate dall'insieme dei rilievi geostrutturali, di tipo tradizionale (con bussola) e con drone.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF1N	LOTTO 01 E ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE0001 003	REV. A

Principali caratteristiche dei giunti di discontinuità rilevati

Inclinazione (dip)	Immersione (dip direction)	Spaziatura (m)	Persistenza (m)	Note
77	123	(0.2) 0.5÷2	3÷10	Parte bassa del fronte
82-84	73-74	(0.2) 0.5÷2	3÷>10m	Su tutto il fronte con poche differenze
77	192	(0.2) 0.5÷2	3÷10	Parte bassa del fronte
68-88	241-251	0.5÷3	3÷10	Parte bassa del fronte con variabilità
79	280	1÷3	5÷>10	Parte alta del fronte
5-14	80-112	0.2÷2	>10	Giunti di strato, differenze tra parte bassa e alta

NOTE: tra parentesi alcuni valori limite raggiunti localmente

Per la caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso è stato utilizzato il noto metodo di Hoek-Brown GSI (Geological Strength Index) che si basa sulla struttura dell'ammasso, intensità della fratturazione e caratteristiche delle superfici dei giunti trascurando la resistenza del materiale roccioso (v. schema seguente).





GEOLOGICAL STRENGTH INDEX		DISCONTINUITY SURFACE CONDITION				
According to geological conditions, pick the appropriate box in this chart. Estimate the average value of the Geological Strength Index GSI from the contours.		VERY GOOD	GOOD	FAIR	POOR	VERY POOR
STRUCTURE		Very rough, unweathered surfaces	Rough, slightly weathered, iron stained surfaces	Smooth, moderately weathered or altered surfaces	Slickensided, highly weathered surfaces with compact coatings or fillings containing angular rock fragments	Slickensided, highly weathered surfaces with soft clay coatings or fillings
	BLOCKY - very well interlocked undisturbed rock mass consisting of cubical blocks formed by three orthogonal discontinuity sets	80	70			
	VERY BLOCKY - interlocked, partially distributed rock mass with multifaceted angular blocks formed by four or more discontinuity sets		60	50		
	BLOCKY/FOLDED - folded and faulted with many intersecting discontinuities forming angular blocks			40	30	
	CRUSHED - poorly interlocked, heavily broken rock mass with a mixture of angular and rounded blocks				20	10

Figura 17 Tabella GSI

Il completo sviluppo della caratterizzazione degli ammassi è riportato nella relazione geomeccanica del progetto esecutivo. In questa sede si riassume solo il valore adottato per l'ammasso della cava Tixon, che ricade nel range GSI= 30÷40.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 003</td> <td>A</td> <td>36 di 63</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	36 di 63
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	36 di 63								

Dall'insieme di questi dati si può effettuare una verifica di stabilità preliminare con il metodo dell'analisi cinematica, per l'individuazione di possibili criticità.

Dalla combinazione di tutte le principali famiglie di giunti si ricavano almeno due combinazioni che danno la possibilità di scivolamento rispetto al fronte di cava che ha una immersione 210° e inclinazione 80°.

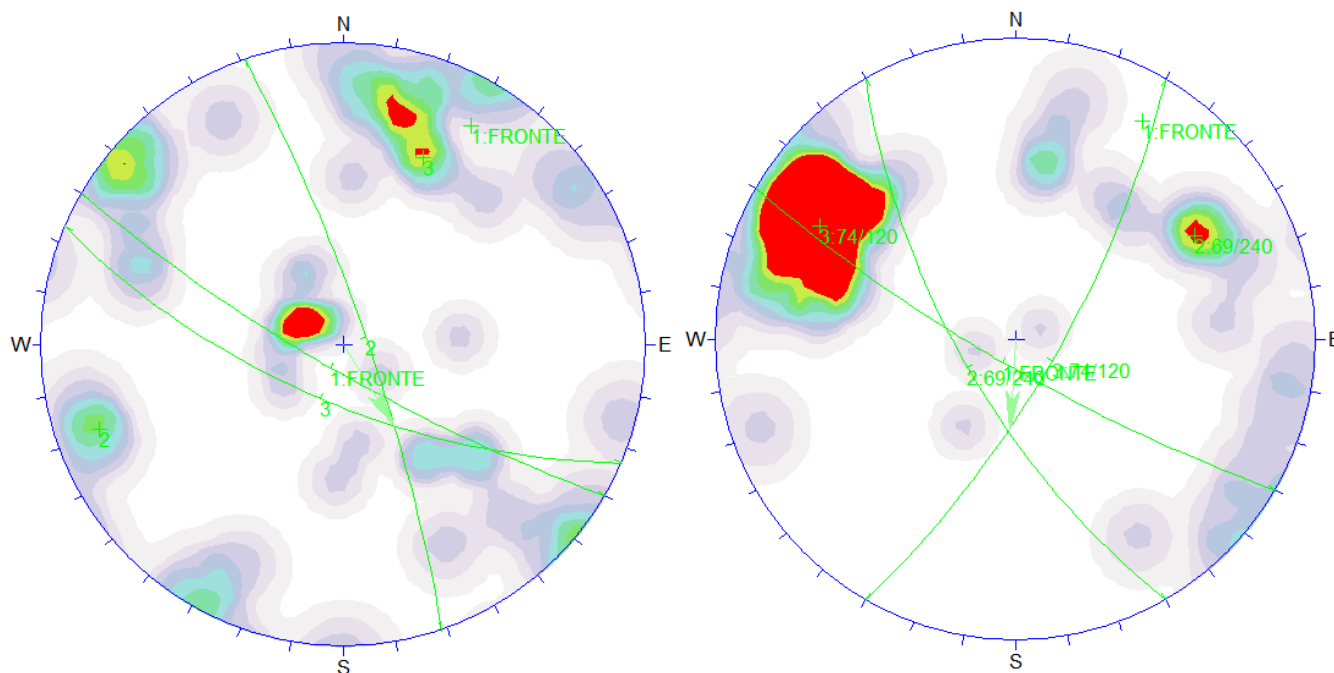


Figura 18 Verifiche di stabilità con metodo cinematico

Una analisi di maggiore dettaglio della stabilità è stata condotta in sede progettuale, i cui risultati sono sintetizzati nel paragrafo 10.2.5.

10.2.4 CONDIZIONI IDROGEOLOGICHE

Anche in questo caso le misure piezometriche hanno confermato il quadro idrogeologico regionale prima descritto, quindi i calcari risultano asciutti almeno fino a quote inferiori di alcune decine di metri rispetto alla galleria.

10.2.5 CRITICITA' PROGETTUALI E SOLUZIONI ADOTTATE

Il Progetto Definitivo prevede il placcaggio della parete rocciosa con rete metallica ad aderenza a maglia esagonale e funi per una superficie totale di 532m². Questo intervento è applicato a monte dell'imbocco per una zona definita da una larghezza pari a quella della dima (14m circa) ed un'altezza pari a 30m (circa 460m²). Oltre alla zona di imbocco, l'intervento è esteso anche agli sbancamenti laterali (70m² circa) che hanno estensione limitata. Le reti sono vincolate alla superficie rocciosa con chiodi L=4.5m, cementati su tutta la lunghezza con maglia di 1.5x1.5m disposti a quinconce.

Inoltre, nel PSC, elaborato grafico "Aree di cantiere dal Km 3+100 al km 3+700" codice elaborato IF0F01D53PUSZ0002005c oltre che nei computi, si evidenzia anche l'adozione di una rete paramassi, installata al di sopra dell'intervento di reti in aderenza. Dai computi si evince che la barriera paramassi ha un'altezza di 6m ed una superficie di 150m² dai quali si deduce un'estensione lineare di 25m.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 003</td> <td>A</td> <td>37 di 63</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	37 di 63
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	37 di 63								

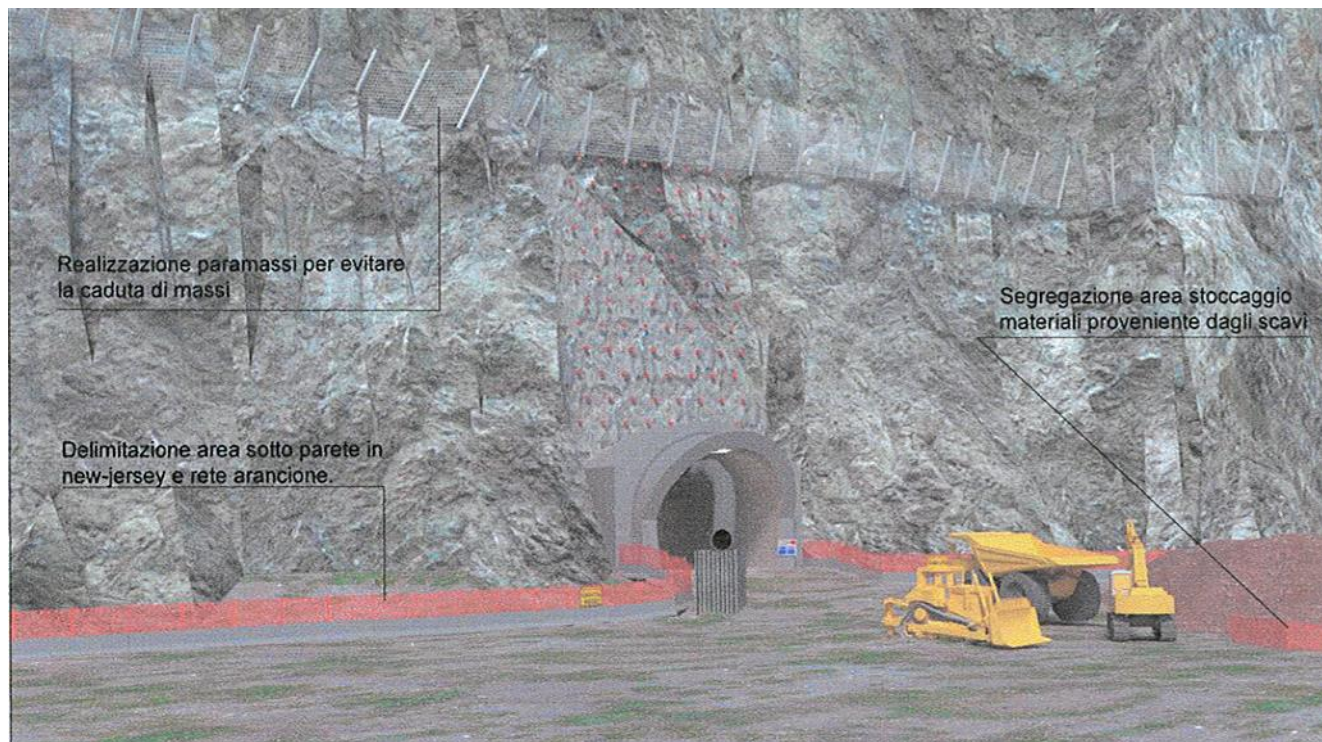


Figura 19: intervento di protezione del fronte con rete paramassi – estratto dall'elaborato grafico di PD "Aree di cantiere dal km 3+100 al km 3+700"

Le analisi di stabilità globale del pendio, sulla base dei dati geomeccanici raccolti durante i rilievi effettuati, non hanno evidenziato superfici di instabilità profonde in accordo con le previsioni di Progetto Definitivo.

L'intensa fratturazione dell'ammasso roccioso, a causa dell'esposizione delle pareti agli eventi atmosferici ed il detensionamento dell'ammasso causato dalla coltivazione della cava, è invece direttamente correlato con la possibilità che si sviluppino cinematismi legati alla caduta di massi. Si pone l'accento sul fatto che, come già riportato nei paragrafi precedenti, attualmente sono ben visibili i massi crollati nel tempo dal versante e presenti sul piazzale.

Sulla base di queste considerazioni, in funzione dell'utilizzo del piazzale antistante l'imbocco della galleria come area di cantiere, si rende necessario un miglioramento ed estensione degli interventi di consolidamento del fronte roccioso che prevede:

- ✓ disgregazione di volumi rocciosi instabili a mano o con mezzi meccanici, abbattimento con esplosivo o con agenti non esplosivi di elementi lapidei instabili su tutta l'altezza della parete a ridosso della galleria per una larghezza di 80-100m a cavallo della galleria;
- ✓ applicazione di chiodi e reti di aderenza per una fascia larga 40m (a cavallo della galleria) ed altezza pari a 30m; i chiodi hanno una lunghezza di 4.5m e sono disposti ad interasse di 1.5m x 1.5m a quinconce. La rete metallica esagonale ha maglia di 8x10cm a doppia torsione con filo Ø3mm galvanizzato e plastificato ad alta resistenza. La rete è resa solidale all'ammasso roccioso mediante un sistema di funi Ø12mm opportunamente vincolate ai chiodi.
- ✓ Installazione di reti paramassi a +30m di quota rispetto al piazzale per un'estensione di circa 50m a cavallo della galleria con una estensione totale di circa 300m². Le barriere paramassi sono di VIII classe (assorbimento energetico MEL > 5000kJ), altezza 6m, installate ortogonalmente alla parete.

L'applicazione di reti ad aderenza e paramassi su tutte le scarpate sarebbe molto dispendiosa e molto impattante a livello ambientale e quindi si è optato, per tutte le altre zone escluse quelle limitrofe all'imbocco (dove si applica

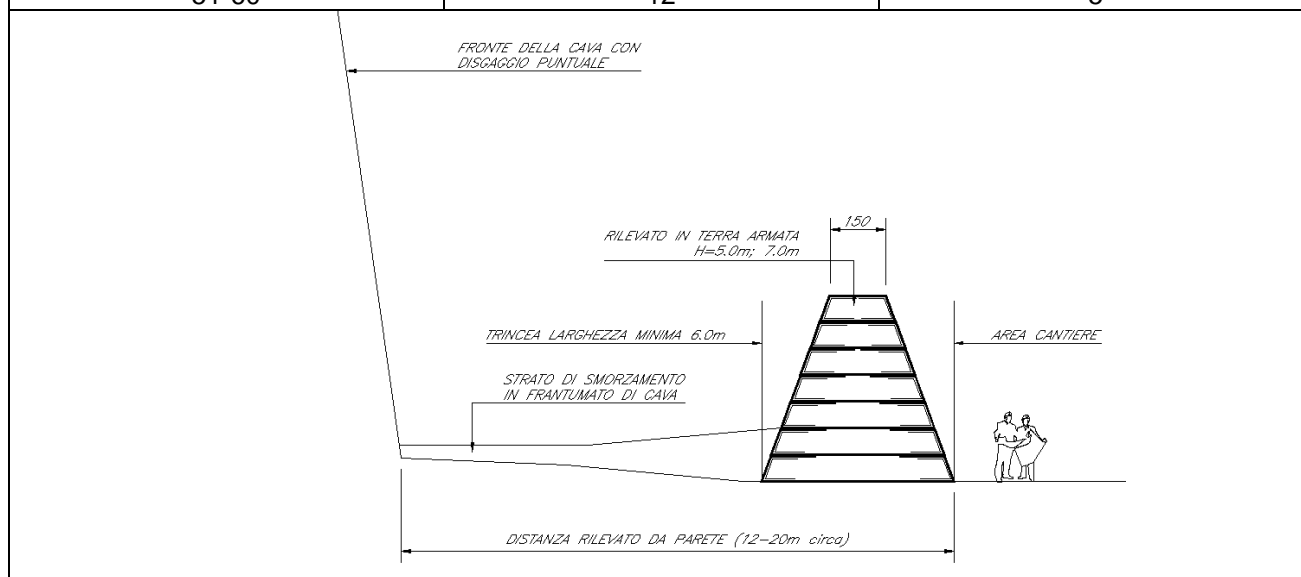
	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 003</td> <td>A</td> <td>38 di 63</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	38 di 63
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	38 di 63								

l'intervento prima descritto), l'adozione di rilevati paramassi. Quest'ultima costituisce una soluzione molto efficace, caratterizzata da ridotti costi di manutenzione, nessun rischio di corrosione/ammaloramento o decadimento delle caratteristiche di resistenza nel tempo (e quindi durabilità elevata), impatto ambientale trascurabile e possibilità di riutilizzare il materiale locale e/o proveniente in una prima fase dallo scavo della galleria.

Per la zona di cantiere esterna e limitrofa all'imbocco della galleria si prevede quindi:

- ✓ realizzazione di rilevati paramassi ad una distanza massima di 20m dal piede del pendio con una altezza massima di 7m per uno sviluppo di 210m e di altezza minima di 5m per uno sviluppo di circa 220m. I rilevati paramassi saranno realizzati in terre armate. Inoltre, tra rilevato e scarpate (di larghezza minima pari a 6m) è previsto il riempimento con frantumato di cava per smorzare l'eventuale impatto. Di seguito si riporta una sintesi delle caratteristiche del rilevato paramassi.

Sezioni	Distanza rilevato (bordo esterno) da parete rocciosa [m]	Altezza rilevato [m]
17-23	15	7
23-26 (zona imbocco)	-	-
26-40	20	7
40-43	12	7
43-51	12-15	5
51-60	12	5



Per maggiori dettagli in merito, si rimanda allo specifico elaborato grafico intitolato "Interventi di mitigazione rischio caduta massi".

10.2.6 VERIFICHE DEGLI INTERVENTI

Le verifiche geotecniche condotte per questo imbocco hanno la finalità di valutare le condizioni di stabilità globale in funzione della tipologia di opere che si sono previste. Nel seguito si riportano i risultati delle verifiche condotte dalla società AK di Torino, facente parte della compagine progettuale del lotto in esame.

10.2.6.1 VERIFICHE DI STABILITÀ GLOBALE DELLA SCARPATA ZONA IMBOCCO GALLERIA

Le analisi di stabilità globale del pendio sono verifiche geotecniche (GEO) svolte mediante metodi all'equilibrio limite, implementati nel programma Slide vers. 7.023 della Rocscience Inc[®], utilizzando il metodo di Bishop.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 003</td> <td>A</td> <td>39 di 63</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	39 di 63
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	39 di 63								

Le verifiche geotecniche agli SLU sono effettuate nella condizione A2+M2 (approccio 1, combinazione 2), pertanto il coefficiente di sicurezza minimo calcolato come rapporto tra le forze resistenti e le forze agenti deve risultare superiore o uguale al coefficiente globale minimo richiesto dalla Normative ($\gamma_R = 1.1$).

In totale sono state condotte due analisi, una ubicata in corrispondenza dell'asse della galleria finestra (di seguito denominata sezione 25) ed una perpendicolare all'asse della galleria (denominata sezione 25 trasversale). Per ciascuna analisi sono stati analizzate tre condizioni di cui una statica e 2 condizioni con il sisma (verticale positivo e negativo). Il sisma è stato introdotto nel modello all'equilibrio limite secondo il metodo pseudostatico; i parametri adottati per la definizione del coefficiente sismico orizzontale k_h e verticale k_v sono riassunti nella tabella seguente.

Tabella 1: parametri per la valutazione dei coefficienti sismici

Descrizione del parametro	Valore
latitudine in ED50 (latitudine in WGS84)	41.044512° (41.043218°)
longitudine in ED50 (longitudine in WGS84)	12.404288° (14.403417°)
classe dell'opera	3
vita nominale	75anni
categoria sottosuolo	A
categoria topografica	T2
Coefficiente C_u	1.5
Periodo di riferimento	112.5anni
SLU di riferimento per l'analisi	SLV
Probabilità di superamento	10%
T_r	1068anni
a_g	0.190g
F_0	2.504
T_c^*	0.414s
S_s	1.0
C_c	1.0
S_t	1.2
k_h	0.062
k_v	0.031
A_{max}	2.236
$Beta$	0.270

Per tenere in conto del fatto che il fronte roccioso della cava Tixon, attualmente dismesso, ha subito nel tempo una serie di disturbi (imputabili alla coltivazione della cava prima e successivamente all'azione del tempo), il fronte roccioso è stato suddiviso in due fasce; quella più esterna, di spessore 10m, a cui è stato attribuito un valore di GSI pari a 35 ed un coefficiente di disturbo D pari a 0.5 e quella più interna a cui è stato attribuito un GSI pari a 45 ed un grado di disturbo pari a 0. Il grado di disturbo è stato recentemente trattato da E.Hoek in "Technical note for RockNews – February 2012" in cui si riassumono anche le relazioni empiriche riportate da Hoek e Karzulovic (2000) in merito alla valutazione degli spessori di roccia disturbati in lavori di scavo all'interno di cave a cielo aperto.

Di seguito si riassumono i parametri adottati nelle analisi distinguendo i parametri caratteristici da quelli di calcolo. La linearizzazione del criterio di Hoek & Brown è stato condotto mediante il programma RocLab vers 1.033 della Rocscience Inc®.

Tabella 2: parametri geomeccanici utilizzati nelle analisi

Descrizione del parametro	strato superficiale	strato più profondo
Resistenza a compressione monoassiale della roccia intatta, σ_{ci}	75MPa	75 MPa
Geological Strength Index, GSI	35	45
Grado di disturbo, D	0.5	0

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 003</td> <td>A</td> <td>40 di 63</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	40 di 63
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	40 di 63								

coefficiente m_i	10	10
peso specifico, γ	25kN/m ³	25kN/m ³
altezza del fronte (assunto altezza media)	40m	40m
coesione caratteristica, c'_k	296kPa	593kPa
angolo di attrito caratteristico, ϕ'_k	44°	53°
coesione di calcolo, c'_d	236.8	474.4
angolo di attrito di calcolo, ϕ'_d	37.7	46.7

I rinforzi introdotti nei modelli di calcolo sono elementi tipo Grouted Tieback di tipo passivo definiti da:

- lunghezza;
- spaziatura lungo la direzione perpendicolare al modello;
- capacità dell'ancoraggio.

Mentre i primi due elementi sono di tipo geometrico, la rottura del bullone può avvenire per trazione della barra stessa o per sfilamento al contorno tra la malta e il terreno.

La resistenza a trazione delle barre $\varnothing 24$ mm in acciaio tipo B450C è pari al carico di snervamento di calcolo della barra stessa, pari a 176.9kN.

La resistenza a sfilamento della barra, R_{ad} invece è determinato dalla relazione seguente

$$R_{ad} = \frac{R_{ak}}{\gamma_{Ra,p}}$$

dove:

R_{ak} è la resistenza a sfilamento caratteristica

$\gamma_{Ra,p}$ è il coefficiente parziale relativo agli ancoraggi permanenti (pari a 1.2)

La resistenza caratteristica a sfilamento è valutata secondo la seguente relazione:

$$R_{ak} = \min\left(\frac{(R_{a,c})_{medio}}{\xi_{a3}}; \frac{(R_{a,c})_{min}}{\xi_{a4}}\right)$$

ξ_{a3} e ξ_{a4} sono i coefficienti che tengono in conto del numero di indagini.

La valutazione della resistenza a sfilamento, R_{ac} è fatta mediante la relazione seguente:

$$R_{ac} = \pi \cdot D \cdot \alpha \cdot q_s \cdot L_{barra}$$

dove:

D è il diametro di perforazione

α è il coefficiente di sbulbamento

q_s è l'aderenza limite tra la malta ed il terreno

L_{barra} è la lunghezza della barra

Nella tabella seguente si riporta una sintesi dei valori assunti per la determinazione delle caratteristiche dei bulloni.

Tabella 3: caratteristiche dei bulloni

Descrizione del parametro	Valori
Lunghezza, L	4.5m
interasse, i	1.5m
diametro di perforazione, D	51mm
aderenza limite, q_s	400KPa
coefficiente di sbulbamento, α	1.0
Coefficiente di correlazione con il numero di indagini, ξ_a	1.8
Coefficiente parziale per ancoraggi permanenti	1.2
Resistenza a trazione della barra di calcolo, $R_{ad,t}$	176.9kN

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 003</td> <td>A</td> <td>41 di 63</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	41 di 63
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	41 di 63								

Resistenza a sfilamento della barra di calcolo, $R_{ad,s}$	133.5kN
Capacità dell'ancoraggio di calcolo, R_{ad}	133.5kN

Di seguito si riportano i risultati delle analisi condotte per le diverse sezioni di verifica e per le diverse condizioni esaminate.

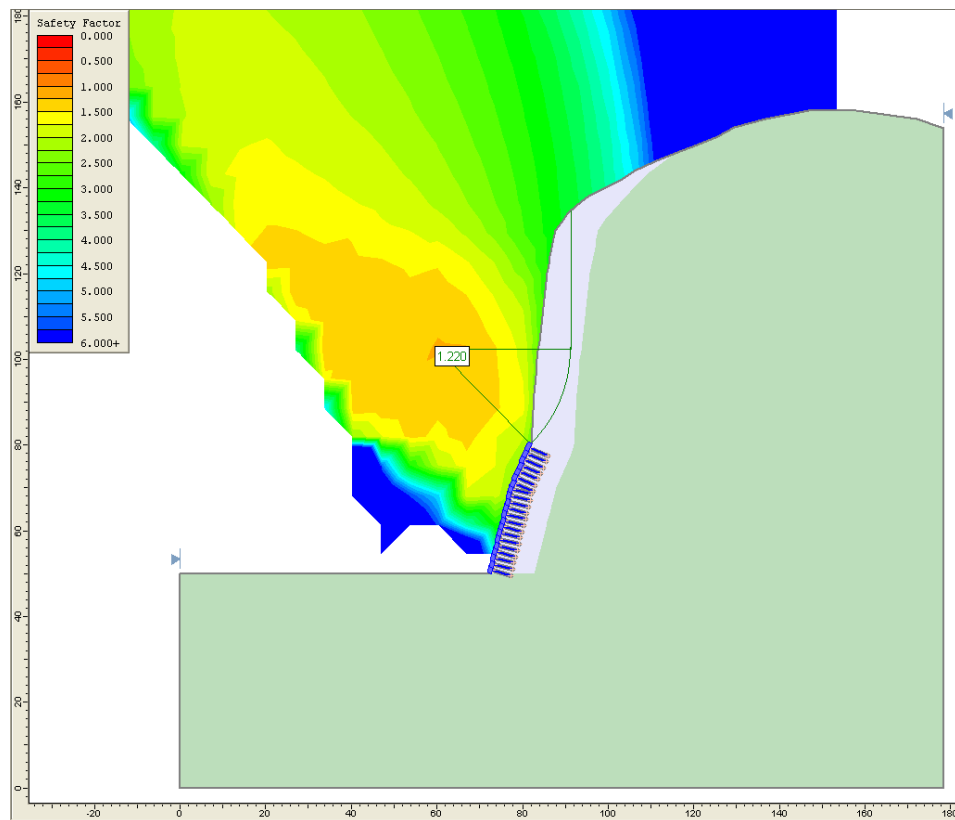


Figura 20: sezione 25 – condizione statica – $F_{smin}=1.220$

**RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E
IDROGEOLOGICA**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	42 di 63

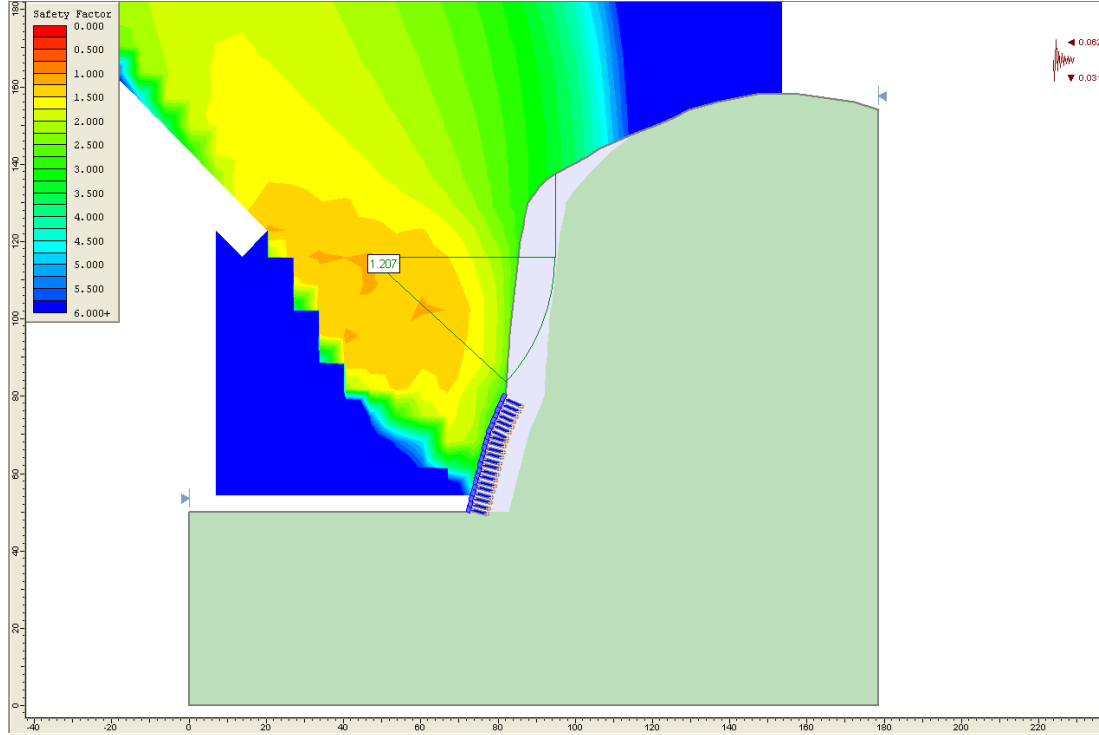
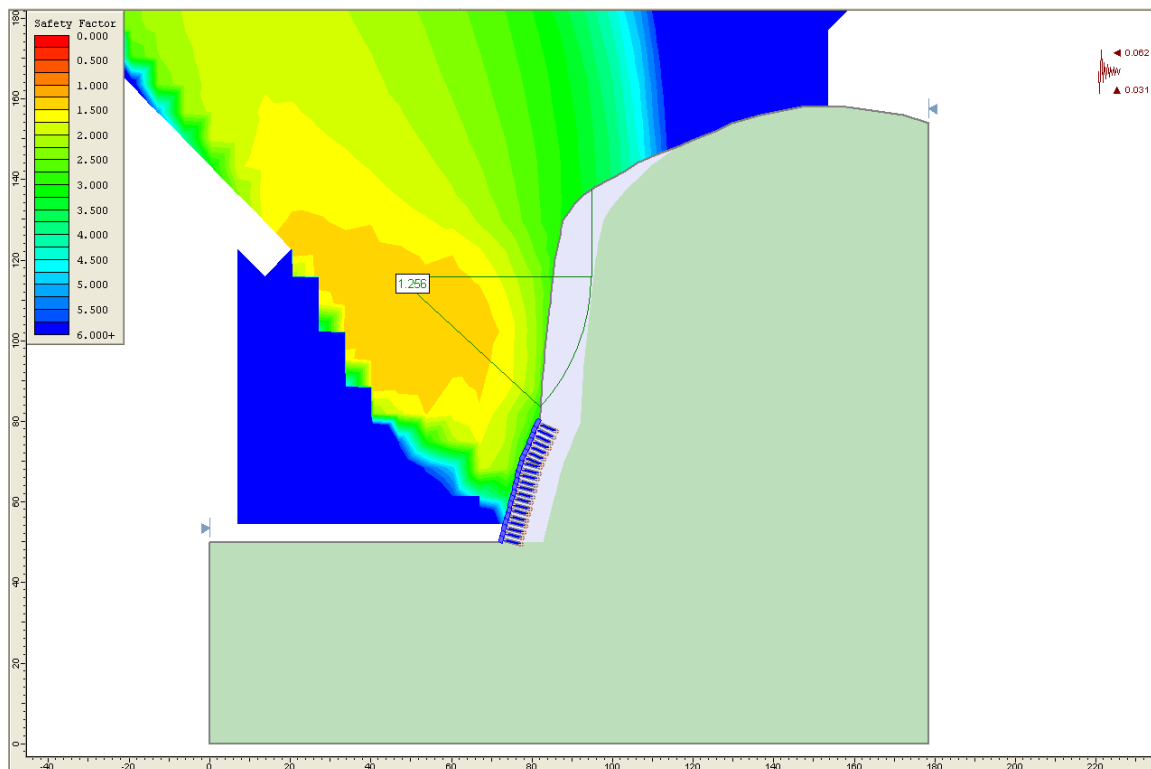


Figura 21: sezione 25 – condizione sisma positivo – $F_{smin}=1.207$



**RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E
IDROGEOLOGICA**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	43 di 63

Figura 22: sezione 25 – condizione sisma negativo – $F_{smin}=1.256$

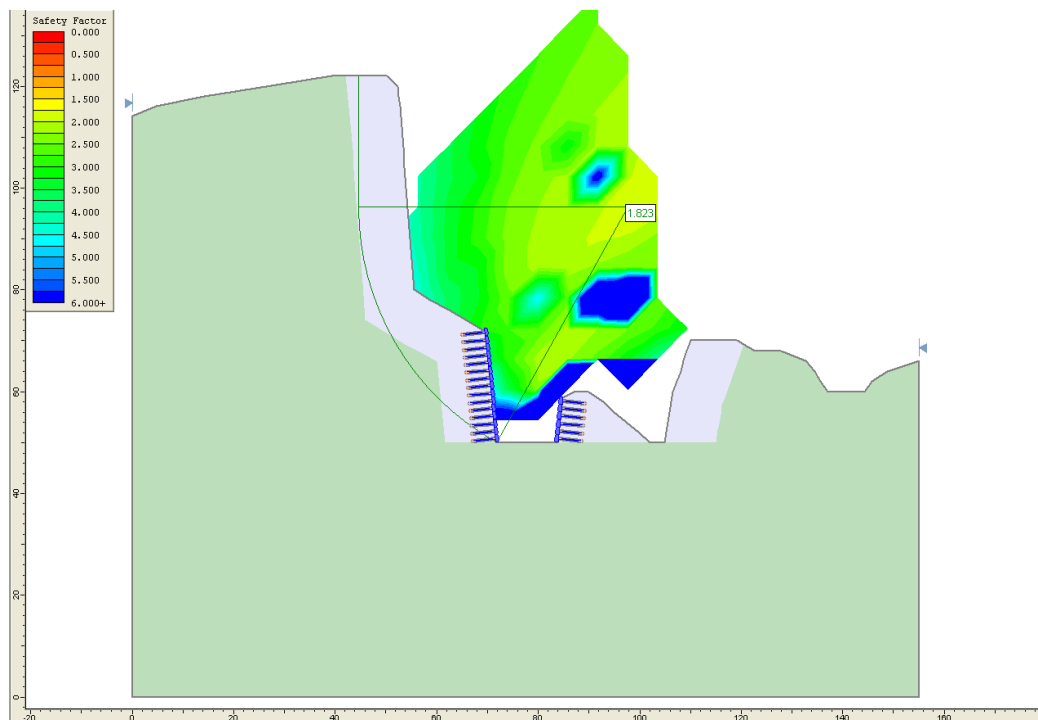


Figura 23: sezione 25 trasversale – condizione statica – $F_{smin}=1.823$

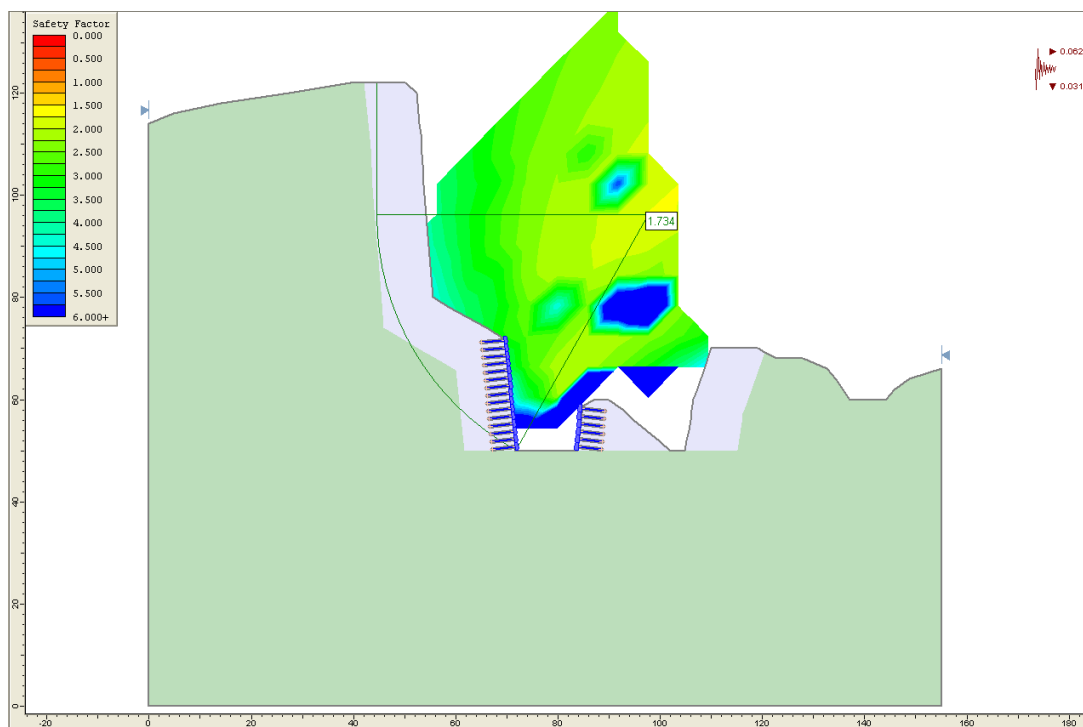


Figura 24: sezione 25 trasversale – condizione sisma positivo – $F_{smin}=1.734$

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 003</td> <td>A</td> <td>44 di 63</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	44 di 63
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	44 di 63								

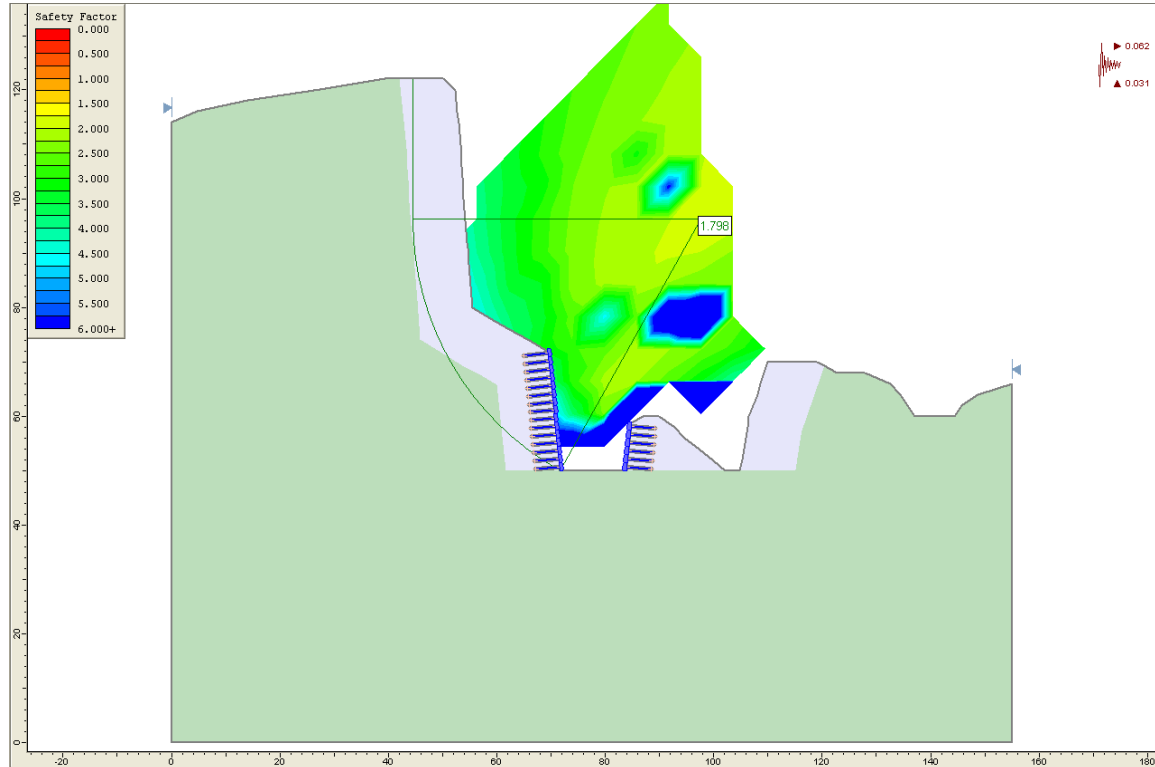


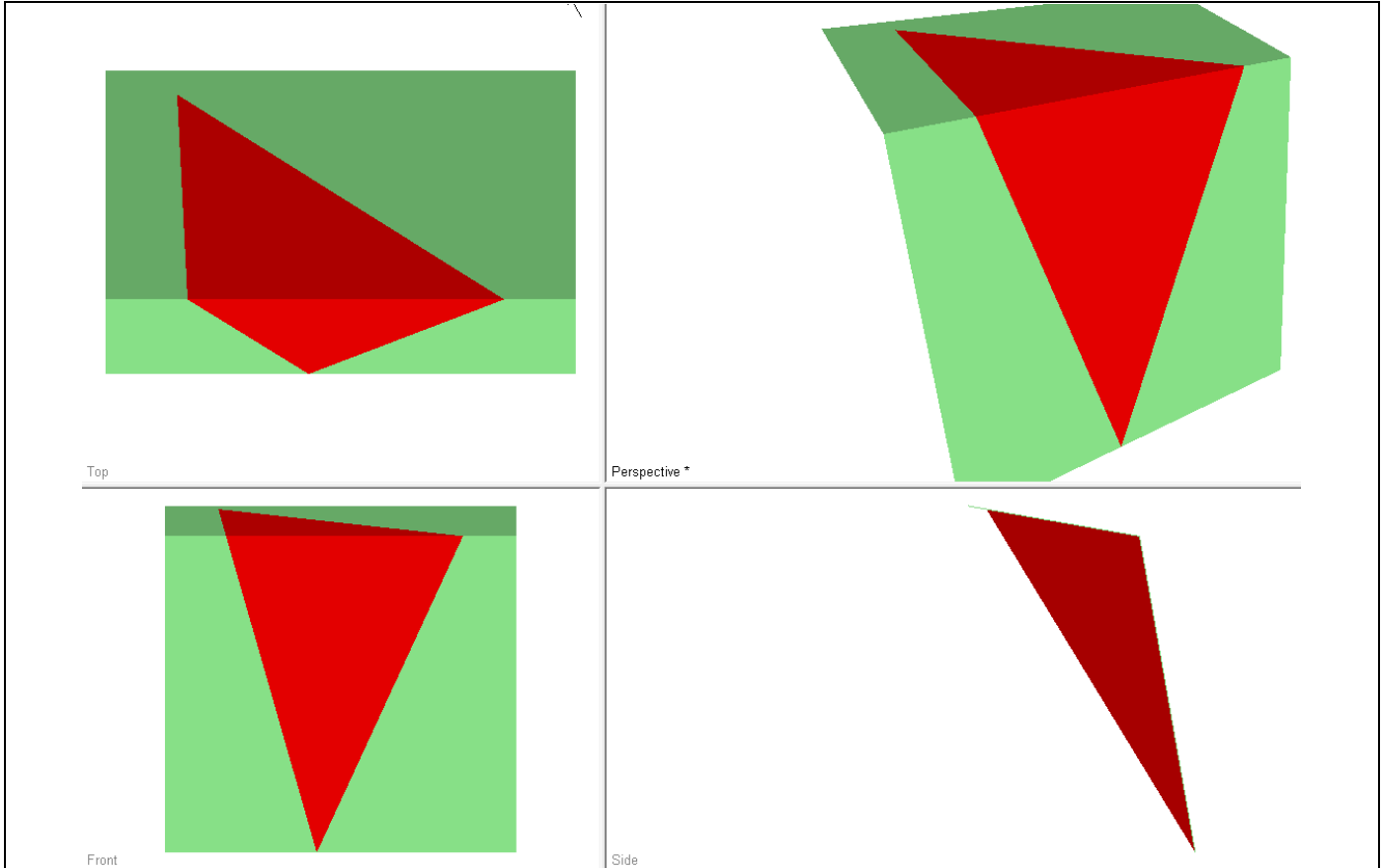
Figura 25: sezione 25 trasversale – condizione sisma negativo – $F_{smin}=1.798$

Dalle analisi condotte emerge che il fattore di sicurezza minimo ottenuto nelle diverse analisi e nelle diverse combinazioni esaminate è sempre maggiore di 1.1.

10.2.6.2 DEFINIZIONE DEL VOLUME INSTABILE

Come descritto in precedenza i rilievi in situ hanno identificato il valore di $3m^3$ come il volume dei blocchi instabili. Questo valore è stato anche valutato sulla base di analisi di equilibrio limite dove con l'ausilio del codice SWEDGE vers. 5.003 della Rocscience Inc[®], inserendo i dati dei rilievi geomeccanici (spaziature, persistenza) è stato possibile scalare il volume massimo, generato dalla orientazione delle discontinuità e dal pendio, ad un tetraedro di dimensioni compatibili con quanto osservato.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 003</td> <td>A</td> <td>45 di 63</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	45 di 63
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	45 di 63								



NO SCALED WEDGE

Deterministic Analysis Factor of Safety: 1.06

Wedge Data

Volume: 42722.505 m³ Weight: 106806.26 ton Area (joint1): 1977.76 m² Area (joint2): 4072.80 m² Area (slope): 3080.52 m²
Area (upper face): 1492.45 m² Normal Force (joint1): 48810.43 tonnes Normal Force (joint2): 55356.08 tonnes
Normal Stress (joint1): 24.68 t/m² Normal Stress (joint2): 13.59 t/m² Shear Strength (joint1): 22.22 t/m²
Shear Strength (joint2): 12.24 t/m² Driving Force: 88610.40 tonnes Resisting Force: 93791.95 ton Mode: Sliding on joints 1&2

Line of Intersection: Plunge: 56.06 deg Trend: 184.78 deg Length: 117.75 m

Trace Length: Joint1: 94.96 m Joint2: 100.41 m **Persistence:** Joint1: 117.75 m Joint2: 117.75 m

SCALED WEDGE

Deterministic Analysis Factor of Safety: 1.06

Wedge Data

Volume: 3.271 m³ Weight: 8.18 ton Area (joint1): 3.57 m² Area (joint2): 7.34 m² Area (slope): 5.55 m² Area (upper face): 2.69 m²
Normal Force (joint1): 3.74 ton Normal Force (joint2): 4.24 ton Normal Stress (joint1): 1.05 t/m² Normal Stress (joint2): 0.58 t/m²
Shear Strength (joint1): 0.94 t/m² Shear Strength (joint2): 0.52 t/m²

Driving Force: 6.78 ton Resisting Force: 7.18 tonnes Mode: Sliding on joints 1&2

Line of Intersection Plunge: 56.06 deg Trend: 184.78 deg Length: 5.00 m

Trace Length Joint1: 4.03 m Joint2: 4.26 m **Persistence** Joint1: 5.00 m Joint2: 5.00 m

10.2.6.3 VERIFICHE DELLE RETI DI ADERENZA

In questo paragrafo si verificano le reti di aderenza posizionati nella zona limitrofa dell'imbocco. Si tratta di verifiche strutturali (STR) della rete esagonale e dei chiodi di ancoraggio.

Il modello preso come riferimento è quello riportato nella figura seguente in cui un masso di peso G di forma cilindrica si è staccato dalla parete rocciosa ed è completamente trattenuto dalla rete stessa.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 003</td> <td>A</td> <td>46 di 63</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	46 di 63
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	46 di 63								

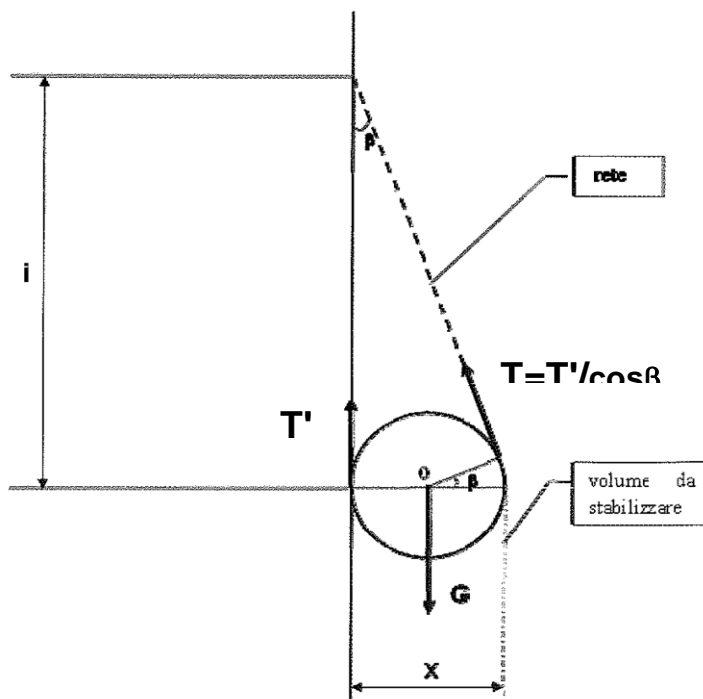


Figura 26: schema di riferimento per la verifica della rete

Il distacco del masso provoca la deformazione della rete, la quale forma un angolo β con la verticale e il peso del masso viene bilanciato da due azioni di tiro, corrispondenti ai due ancoraggi della rete, T e T'. Il peso del masso viene distribuito per metro lineare nella direzione ortogonale alla sezione schematizzata. La verifica consiste nel confronto della forza massima sviluppata nel singolo filo della rete a seguito dell'applicazione dell'azione di tiro, con la resistenza della sezione di acciaio del filo stesso (applicando gli opportuni coefficienti sulle azioni e sulle resistenze).

Nel caso in oggetto, le dimensioni del masso sono state valutate proiettando le discontinuità rilevate sul fronte roccioso antistante la galleria. Da questa proiezione, e in linea con quanto osservato sul fronte allo stato attuale, il volume del blocco potenzialmente instabile è di circa 3m^3 .

La forza T' e T sono pari a:

$$T = G/2$$

$$T = G/2 \cdot \cos \beta$$

$$\beta = \tan^{-1} \frac{x}{i}$$

Dove:

G è il peso del blocco

i è l'interasse verticale dei chiodi

x è la dimensione massima del blocco

Di seguito si riportano i valori e la verifica della rete di aderenza:

Tabella 4: verifica della rete di aderenza

Parametro	Simbolo	Valore	unità di misura
Dimensione massima del blocco	x	1.5	m
Interasse massimo verticale dei chiodi	i	3	m

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	COMMESSA IF1N	LOTTO 01 E ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE0001 003	REV. A

Parametro	Simbolo	Valore	unità di misura
inclinazione del tiro della rete rispetto alla verticale	β	26.6	°
altezza del blocco	Lb	1.7	m
peso specifico della roccia	γ_n	25	kN/mc
volume del blocco	v	3.0	mc/m
peso del blocco per metro	G	75	kN/m
azione di tiro sulla porzione di rete aderente alla parete	T'	37.5	kN/m
azione massima di tiro sulla rete	T _{max}	41.9	kN/m
diametro del singolo filo della maglia della rete	df	0.003	m
sezione del singolo filo della maglia	Af	7.07E-06	m ²
interasse orizzontale dei fili della maglia	i _f	0.1	m
tensione sulla rete	σ	593.1	MPa
fattore amplificativo per azioni variabili	γ_{Qi}	1.5	-
tensione di progetto sulla rete	σ_d	889.7	MPa
Resistenza ultima della rete	R _k	1770	MPa
coefficiente di sicurezza dell'acciaio	γ_s	1.15	-
Resistenza ultima di progetto	R _d	1539.1	MPa
Fattore di sicurezza	FS	1.7	-

Il fattore di sicurezza è maggiore di 1, pertanto la verifica è soddisfatta.

Sulla base dello stesso schema sopra riportato, l'effetto del distacco del blocco dalla parete rocciosa provoca anche una sollecitazione di taglio sull'ancoraggio. In particolare la verifica di tipo strutturale (STR) a taglio del chiodo consiste nell'assicurarsi che la resistenza a taglio della barra sia adeguata a sopportare il peso del blocco.

Di seguito si riportano i valori e la verifica degli ancoraggi a taglio:

Tabella 5: verifica della rete di aderenza

Parametro	Simbolo	Valore	unità di misura
diametro esterno della barra	$\Phi_{b,ext}$	24	mm
diametro interno della barra	$\Phi_{b,int}$	0	mm
area della barra	A _b	452.4	mm ²
tensione di snervamento della barra	f _{yk}	450	MPa
coefficiente di sicurezza dell'acciaio	γ_s	1.15	-
resistenza a snervamento di calcolo della barra	R _d	177.0	kN
contributo a taglio del chiodo	C _d	88.5	kN
peso specifico della roccia	γ_n	25	kN/mc
volume del blocco	v	3	mc/m
peso del blocco	G	75	kN
azione di taglio sull'ancoraggio	T'	37.5	kN
fattore amplificativo per azioni variabili	γ_{Qi}	1.5	-
sollecitazione di taglio di calcolo sull'ancoraggio	E _{b,d}	56.3	kN
fattore di sicurezza	FS	1.6	-

Il fattore di sicurezza è maggiore di 1, pertanto la verifica è soddisfatta.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 003</td> <td>A</td> <td>48 di 63</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	48 di 63
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	48 di 63								

10.2.6.4 VERIFICHE DI STABILITÀ DELLE RETI PARAMASSI

In corrispondenza dell'imbocco della galleria finestra GN02, come riscontrato direttamente in situ, sussiste una chiara propensione della parte sommitale del versante allo sviluppo di frane di crollo. Sulla base di quanto esaminato in precedenza, è possibile stimare in circa 3m³ il volume massimo dei blocchi mobilizzati.

Per l'analisi delle traiettorie di caduta dei massi rispetto all'imbocco della galleria si è fatto riferimento ad un modello tipo "lumped mass", nel quale il blocco è schematizzato come un punto nel quale la massa è concentrata.

La massa non viene usata nelle equazioni utilizzate per calcolare il moto delle rocce, ma entra solo nel calcolo dell'energia cinetica durante la creazione dei grafici e di presentazione dei risultati. Si ipotizza che la massa rimane costante per tutta la simulazione, i blocchi non si possono rompere o dividere in più parti durante la simulazione del rotolamento ed infine la resistenza dell'aria viene trascurata.

Per lo sviluppo del calcolo delle traiettorie di tipo "lumped mass" è necessario conoscere le seguenti caratteristiche geometriche e fisiche del versante e del blocco di progetto:

- superficie topografica in sezione bidimensionale;
- dimensioni e peso del blocco;
- coefficienti di restituzione del terreno sul quale avviene l'impatto;
- coefficienti di attrito al rotolamento del blocco sul versante.

Nel caso in esame le analisi delle traiettorie sono state eseguite mediante il programma RocFall vers. 4.0 di Rocscience Inc[®]. Il software effettua un'analisi probabilistica della caduta di blocchi di roccia, una volta fissate le condizioni iniziali. La variabilità del sistema è tenuta in conto facendo variare alcuni parametri relativi al problema, in modo da poter considerare un più ampio spettro di possibili traiettorie, in relazione ai parametri più significativi come ad esempio:

- Massa;
- Componenti in x e y della velocità iniziale;
- Irregolarità di scala del pendio;
- Angolo di attrito al rotolamento;
- Coefficienti di restituzione.

Per ogni simulazione svolta viene individuata una serie di informazioni che derivano dai corrispondenti tragitti elaborati dal programma. Vengono determinati per ogni percorso il punto di arresto, le altezze di passaggio (massimo rimbalzo), e la velocità dei massi; inoltre, ad esempio, possono essere diagrammati i percorsi con le relative distanze di arresto, l'istogramma di frequenza del punto di arresto dei massi e l'inviluppo delle velocità e delle altezze massime raggiunte dai massi. In tal modo vengono restituite tutte le informazioni necessarie per il dimensionamento e il posizionamento di idonee barriere paramassi. Ogni analisi statistica si basa sulla simulazione di 2000 eventi indipendenti, con un *cut-off* delle velocità pari a 0.1 m/s.

Il coefficiente di restituzione adottati sono quelli riportati nella letteratura per ammassi rocciosi in assenza di vegetazione (*Clean hard bedrock*). (Inoltre, per le simulazioni in presenza dei rilevati paramassi – vedi capitolo successivo sono stati associati a questi ultimi e allo strato di smorzamento i coefficienti per il detrito di falda senza vegetazione - *Talus cover*).

Tabella 6: sintesi dei coefficienti di restituzione adottati nelle analisi

Tipologia di terreno adottata nel modello	Coeff. di restituzione normale del terreno K_n [σ]	Coeff. di restituzione tangenziale del terreno K_t [σ]	Coeff. di attrito al rotolamento del terreno σ
ammasso roccioso senza vegetazione	0.53 [0.04]	0.99 [0.04]	30° [2]
detrito di falda senza vegetazione	0.32 [0.04]	0.82 [0.04]	30° [2]

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 003</td> <td>A</td> <td>49 di 63</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	49 di 63
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	49 di 63								

Il calcolo dell'energia cinetica posseduta dal blocco all'impatto è stato effettuato considerando la velocità di traslazione e la massa di progetto, con le usuali formule della fisica classica. Alle azioni calcolate sono stati applicati i coefficienti di sicurezza parziali come di seguito descritto.

La velocità di progetto dei blocchi è la velocità corrispondente al frattile del 95% delle velocità (v_t) calcolate mediante il modello di tipo statistico sopra descritto, moltiplicata per un fattore di amplificazione (γ_v):

$$v_d = v_t \times \gamma_F \quad (\text{m/s})$$

con:

$$\gamma_F = \gamma_{Tr} \times \gamma_{Dp}$$

γ_{Tr} = Coefficiente di affidabilità dei calcoli delle traiettorie che valgono: 1.02 per calcoli bidimensionali o tridimensionali calibrati su back analysis; 1.07 per calcoli bidimensionali basati su coefficienti di restituzione derivati da bibliografia.

γ_{Dp} = Coefficiente che tiene conto della qualità di discretizzazione del pendio che vale 1.01 per pendii discretizzati con buona precisione e comunque sulla base di un rilievo topografico specifico, 1.07 per pendii con discretizzazione medio-bassa.

La massa del blocco di progetto è definita come il prodotto del volume del blocco di progetto (V_b) per il peso per unità di volume della roccia (γ_r) e uno specifico fattore parziale di sicurezza (γ_m):

$$m_d = V_b \times \gamma_r \times \gamma_m \quad (\text{kg})$$

con:

$$\gamma_m = \gamma_{VolF1} \times \gamma_\gamma$$

γ_{VolF1} = Coefficiente di affidabilità del rilievo volumetrico del blocco di progetto che vale 1.01 per rilievi accurati della parete rocciosa; 1.10 in assenza di specifici rilievi.

γ_γ = Coefficiente legato alla determinazione del peso per unità di volume della roccia: 1.00 nella maggior parte dei casi; da valutare in caso di particolari eterogeneità della roccia.

Nel caso di studio la massa dei blocchi segue la distribuzione normale definita da valore medio pari a 2500kg corrispondente a 1m^3 e deviazione standard pari a 1500kg (corrispondente ad un volume massimo di circa 3m^3).

Sulla base di quanto esposto si ricava l'energia di progetto in relazione alla quale verranno dimensionati gli opportuni sistemi di difesa. All'energia di progetto, calcolata come espresso di seguito secondo la formulazione della fisica classica, in considerazione dell'elevato rischio dell'area, viene applicato un ulteriore coefficiente di sicurezza (I) per tenere in conto questo aspetto, variabile da 1.0 a 1.2.

$$E_{Sd} = (1/2 m_d \times v_d^2) \times I \quad (\text{kJ})$$

In merito alla verifica della barriera paramassi a rete, l'energia dissipabile ($E_{BTE,barriera}$) in condizioni di sicurezza deve essere superiore all'energia di progetto con un adeguato coefficiente di sicurezza (γ_E) da applicare alle reazioni a seconda del livello energetico verso il quale si svolge la verifica:

- 1.0 per il livello energetico SEL, comunque installato;
- 1.2 per livello energetico MEL con installazioni ottimali (secondo il test ETAG 027);
- 1.3 per livello energetico MEL con installazioni non ottimali.

Pertanto deve essere valida la relazione:

$$(E_{Sd} - E_{BTE,barriera}/\gamma_E) \leq 0$$

I coefficienti sopra descritti (affidabilità dei calcoli delle traiettorie, rilievo volumetrico del blocco di progetto, discretizzazione del pendio) vengono applicati al frattile 95% della distribuzione statistica dell'energia (E_{95}).

In particolare

$$E_{Sd} = E \times \gamma_{Tr}^2 \times \gamma_{Dp}^2 \times \gamma_m \times I \quad (\text{kJ})$$

Dove:

$$\gamma_{Tr} = 1.07$$

$$\gamma_{Dp} = 1.01$$

$$\gamma_{VolF1} = 1.01$$

$$\gamma_\gamma = 1.0$$

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 003</td> <td>A</td> <td>50 di 63</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	50 di 63
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	50 di 63								

$$\gamma_m = \gamma_{VolF1} \times \gamma_\gamma = 1.01$$

$$E_{Sd} = E \times 1.18 \times I \quad (\text{kJ})$$

L'altezza di intercettazione di progetto corrisponde al massimo tra l'altezza di passaggio dei blocchi misurata sulla verticale nel punto di installazione delle opere, corrispondente al frattile del 95% delle traiettorie (h_{95}) calcolate mediante il modello di tipo statistico sopra descritto e tra il diametro stimato del blocco ($2r_{b95}$), moltiplicata per un fattore di amplificazione (γ_h). Nel caso specifico di barriera paramassi a rete a questa quantità si aggiunge un franco (f) che ha un valore minimo di 0.50m e che deve fare in modo che il blocco di progetto ricada sempre all'interno dello schermo di intercettazione. Nel caso presente si è preso come dimensione di riferimento il diametro del blocco di progetto. Pertanto l'espressione dell'altezza di progetto è la seguente:

$$h_{tot} = h_d \times \gamma_h + f$$

con:

$$h_d = \max(h_{95}; 2r_b)$$

$$\gamma_h = 1.3$$

$$f = \max(0.50 \text{ m}; r_b)$$

L'effettiva altezza della barriera ($h_{tot,\alpha}$) terrà conto dell'angolo (α) di installazione della barriera stessa rispetto al pendio.

Tutte le analisi condotte considerano n°1000 cadute di blocchi di massa pari a 2500kg e deviazione standard di 1500kg.

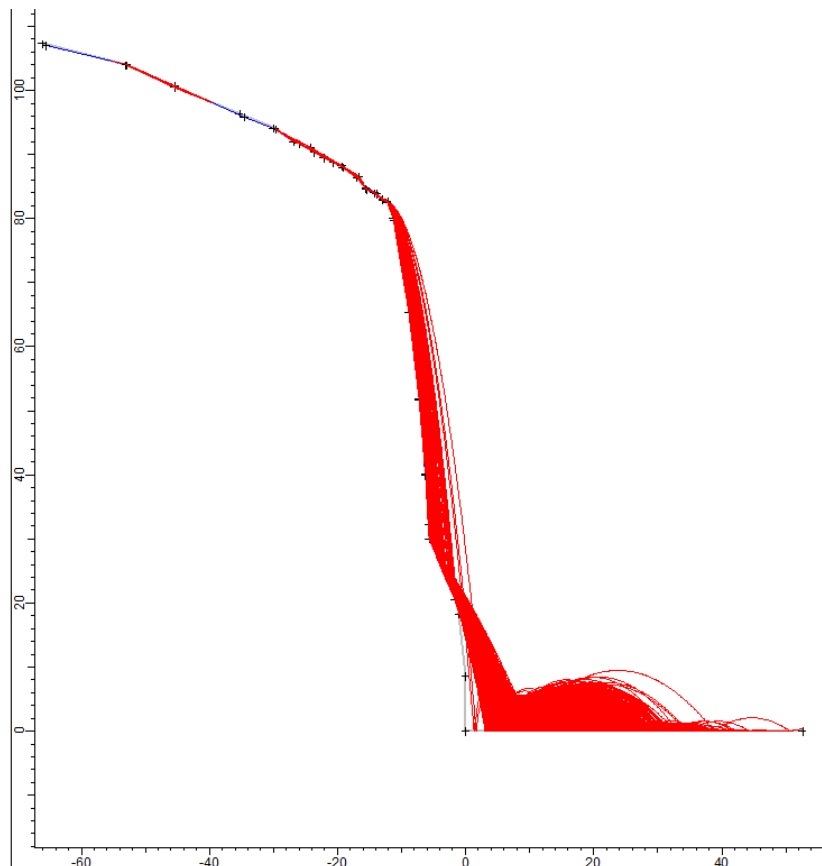


Figura 27: analisi sez. 25: traiettorie massi e punti di fermata rispetto alla base della scarpata.

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	51 di 63

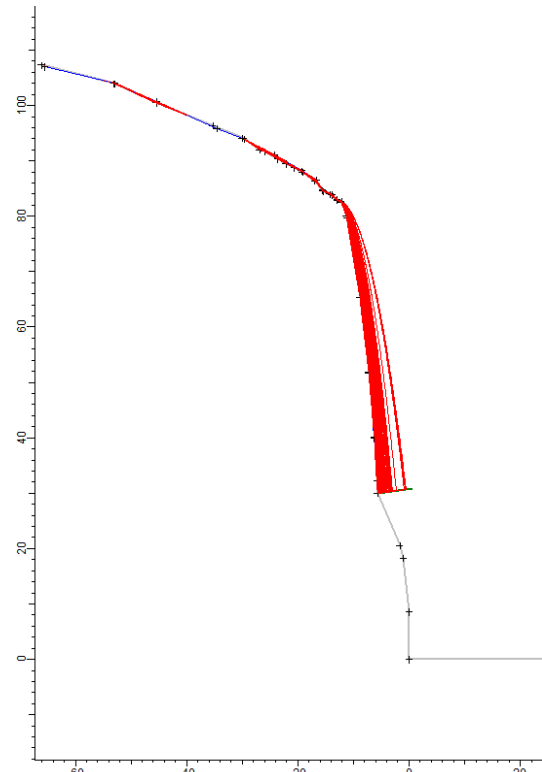
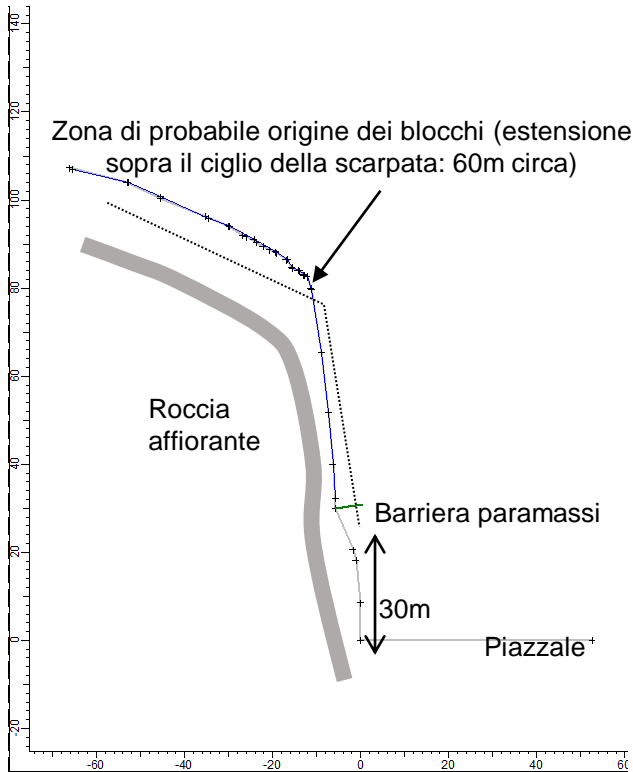
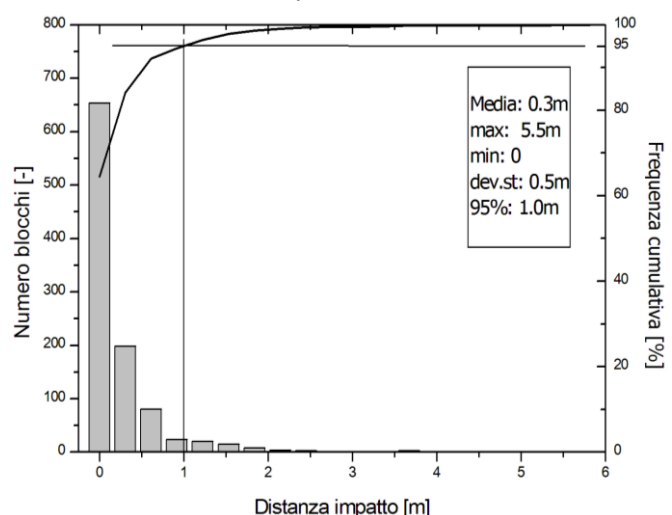
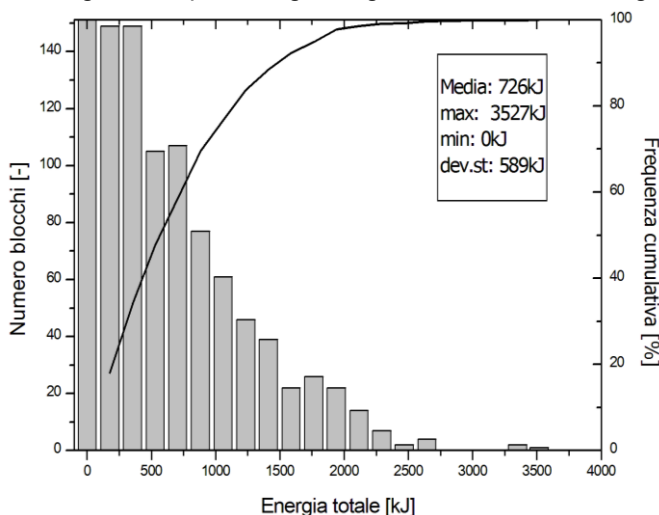


Figura 28: analisi sez. 25 in presenza di barriera paramassi; a sinistra schema generale e a destra risultati in termini di traiettorie dei massi

Di seguito si riportano gli istogrammi relativi all'energia cinetica e distanza di impatto.



Dalla elaborazione statistica dei dati si evince che $E_{\text{massimo}} \cong 3530\text{kJ}$ e $h_{95} \cong 1.0\text{m}$ che è inferiore a $2r_b$ dove $r_b = 0.9\text{m}$ per un blocco di 3m^3 . Sulla base di quanto riportato precedentemente, le reti paramassi possono avere le seguenti caratteristiche minime.

Livello energetico MEL: $E_{\text{sd}} = 3530 \times 1.17 \times 1.2 = 4960 \text{ (kJ)}$

Altezza: $h_{\text{tot}} = 1.8 \times 1.3 + 0.9 = 3.24\text{m}$.

L'altezza della barriera sarà quella del PD, pari a 6m con MEL $\geq 5000\text{kJ}$ (classificazione a livello di energia pari a 8).

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 003</td> <td>A</td> <td>52 di 63</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	52 di 63
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	52 di 63								

10.2.6.5 DIMENSIONAMENTO RILEVATI PARAMASSI

Per tutte le altre zone ad eccezione della zona dell'imbocco per i motivi sopra descritti è stata adottata la soluzione di rilevati paramassi. Analisi di rotolamento massi sono state eseguite con Rocfall vers. 4.039 della Rocscience Inc® (con le stesse assunzioni adottate per la sezione 25) per condizioni caratteristiche. Queste analisi hanno permesso di definire la posizione del rilevato e l'altezza necessaria per limitare la distanza di arresto. Sia per il rilevato sia per lo strato di smorzamento sono stati adottati i valori riportati nella *Tabella 6*.

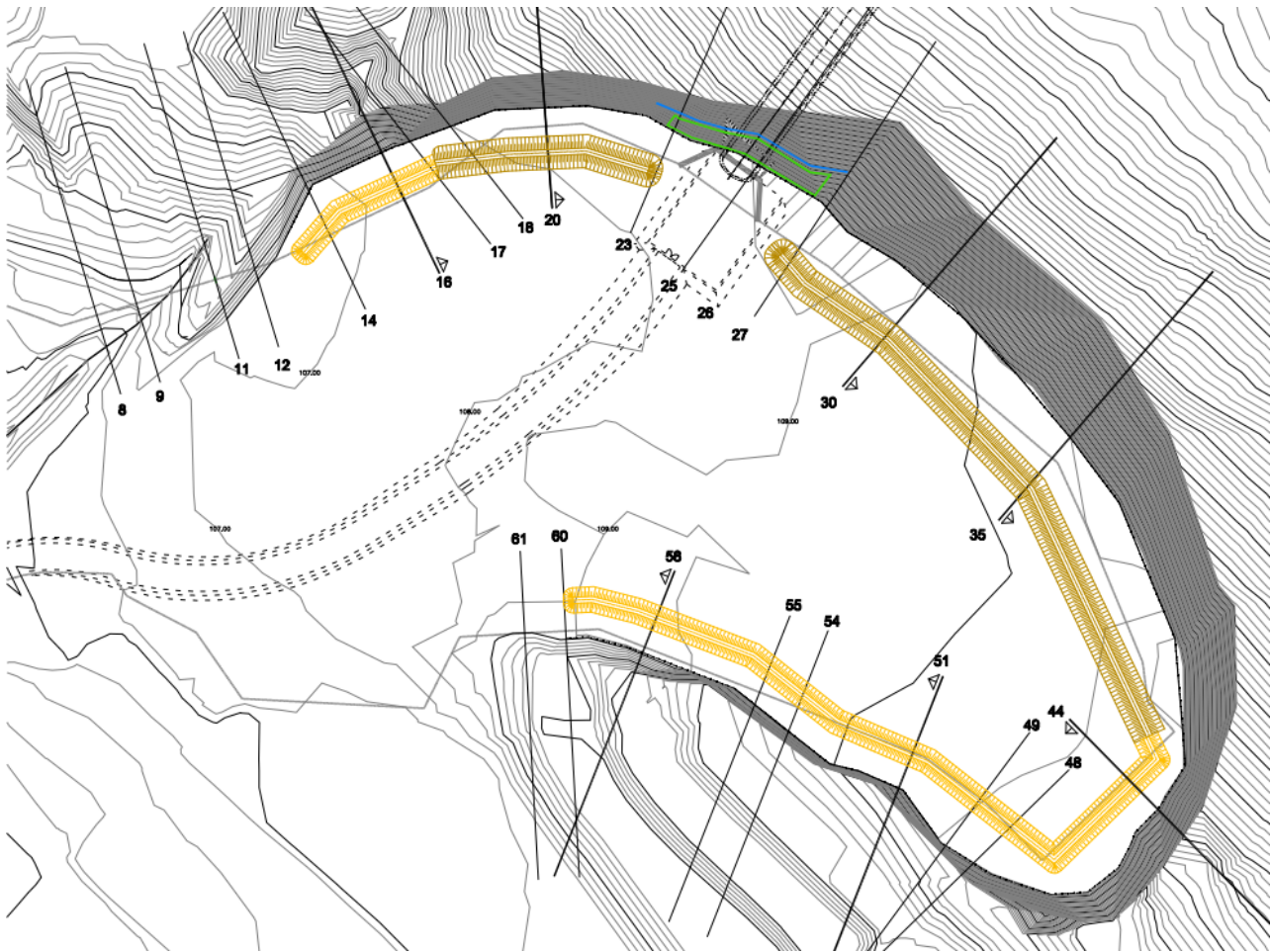


Figura 29: planimetria degli interventi con indicazione delle sezioni

Le analisi sono state effettuate per le seguenti sezioni (riferimento figura precedente), ritenute rappresentative dell'intera zona:

- sezione 17
- sezione 20
- sezione 35
- sezione 43

Nelle figure seguenti si riportano i risultati delle analisi eseguite per ciascuna sezione nelle condizioni di assenza e con interventi di difesa, in termini di:

- sezione con indicazione delle traiettorie,
- distanze di arresto dei blocchi (in tutte le sezioni analizzate, lo zero dell'asse delle ascisse ossia delle distanze, è stato posto in corrispondenza del piede del versante al fine di agevolarne la lettura);
- altezze di rimbalzo;

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 003</td> <td>A</td> <td>53 di 63</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	53 di 63
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	53 di 63								

Le analisi condotte considerano n°1000 cadute di blocchi di massa pari a 2.5 ton e deviazione standard di 1500 ton.

Horizontal Location of Rock End-points

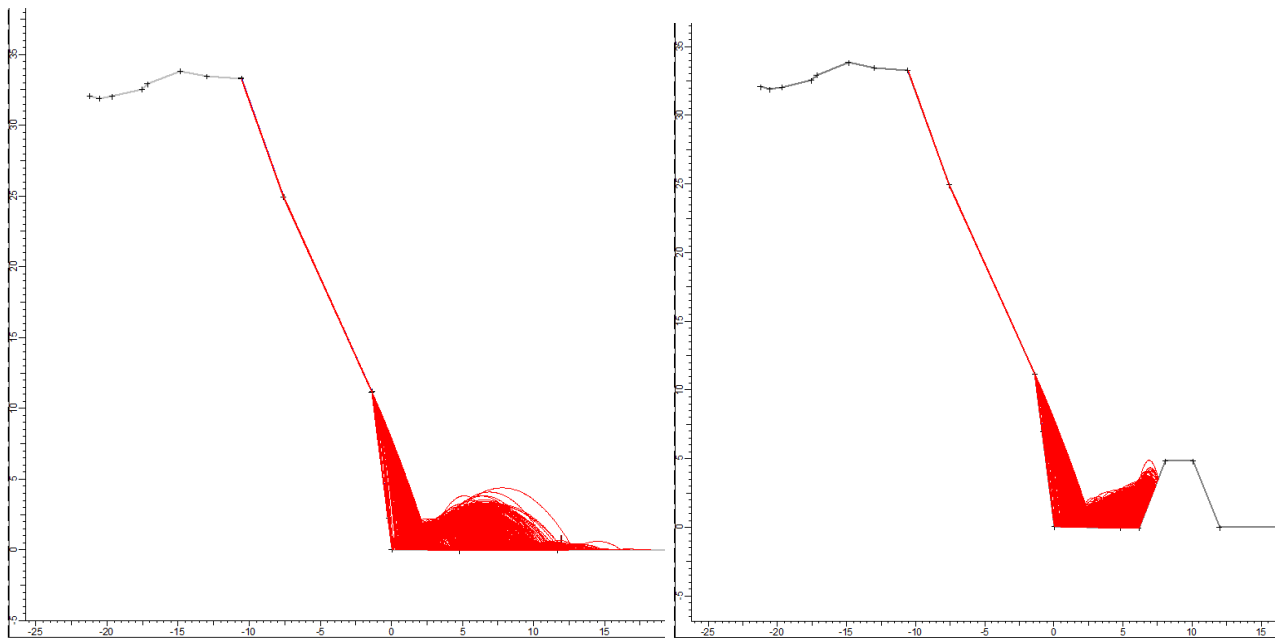
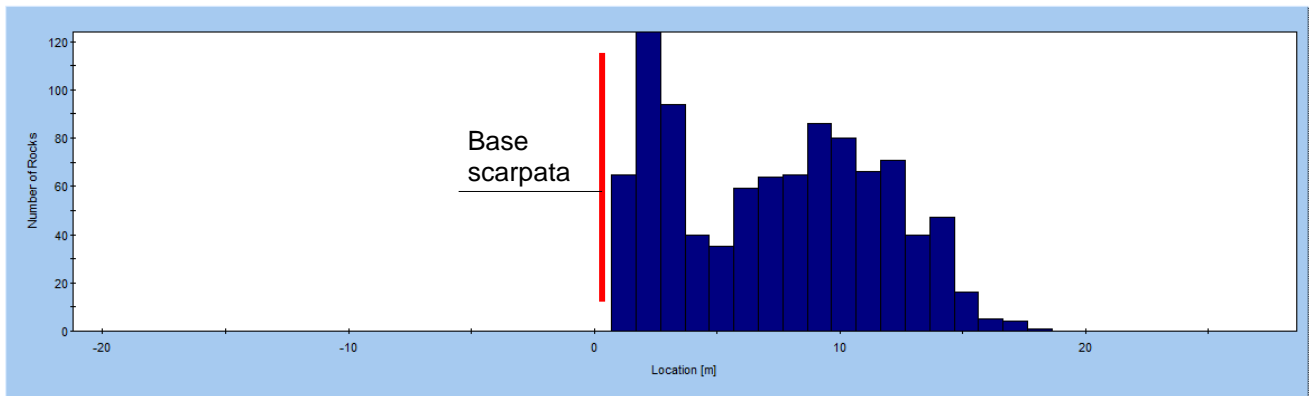


Figura 30: analisi sez. 17: traiettorie massi e punti di fermata rispetto alla base della scarpata (sx). analisi sez. 17 in presenza di rilevato paramassi di altezza 5m (dx)

**RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E
IDROGEOLOGICA**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	54 di 63

Horizontal Location of Rock End-points

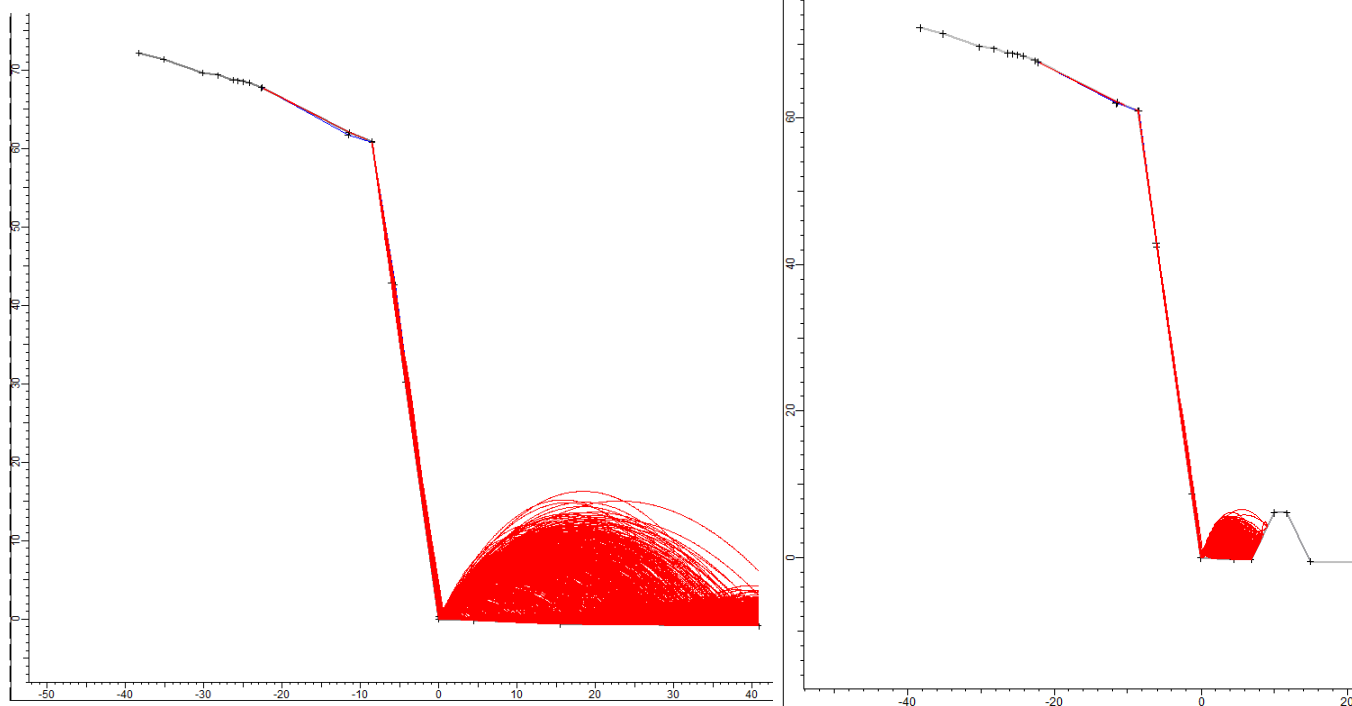
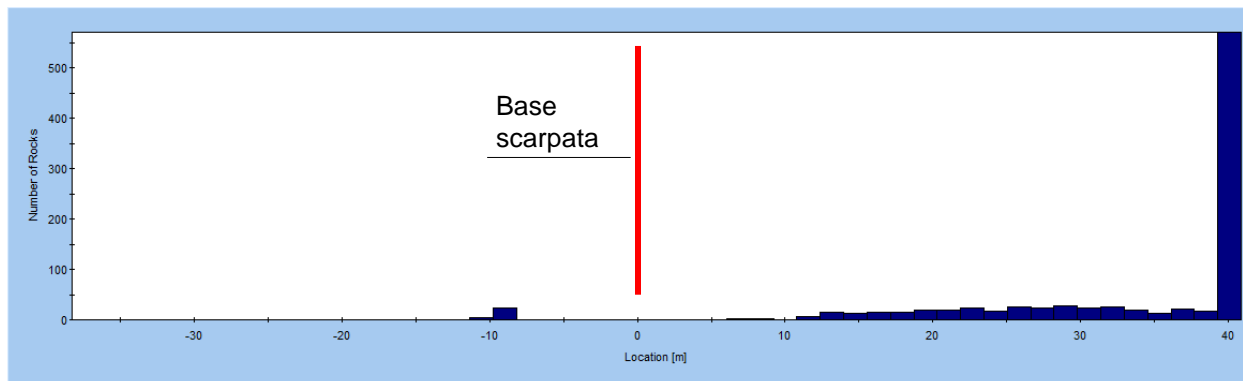


Figura 31: analisi sez. 20: traiettorie massi e punti di fermata rispetto alla base della scarpata (sx). analisi sez. 20 in presenza di rilevato paramassi di altezza 7m (dx)

**RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E
IDROGEOLOGICA**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	55 di 63

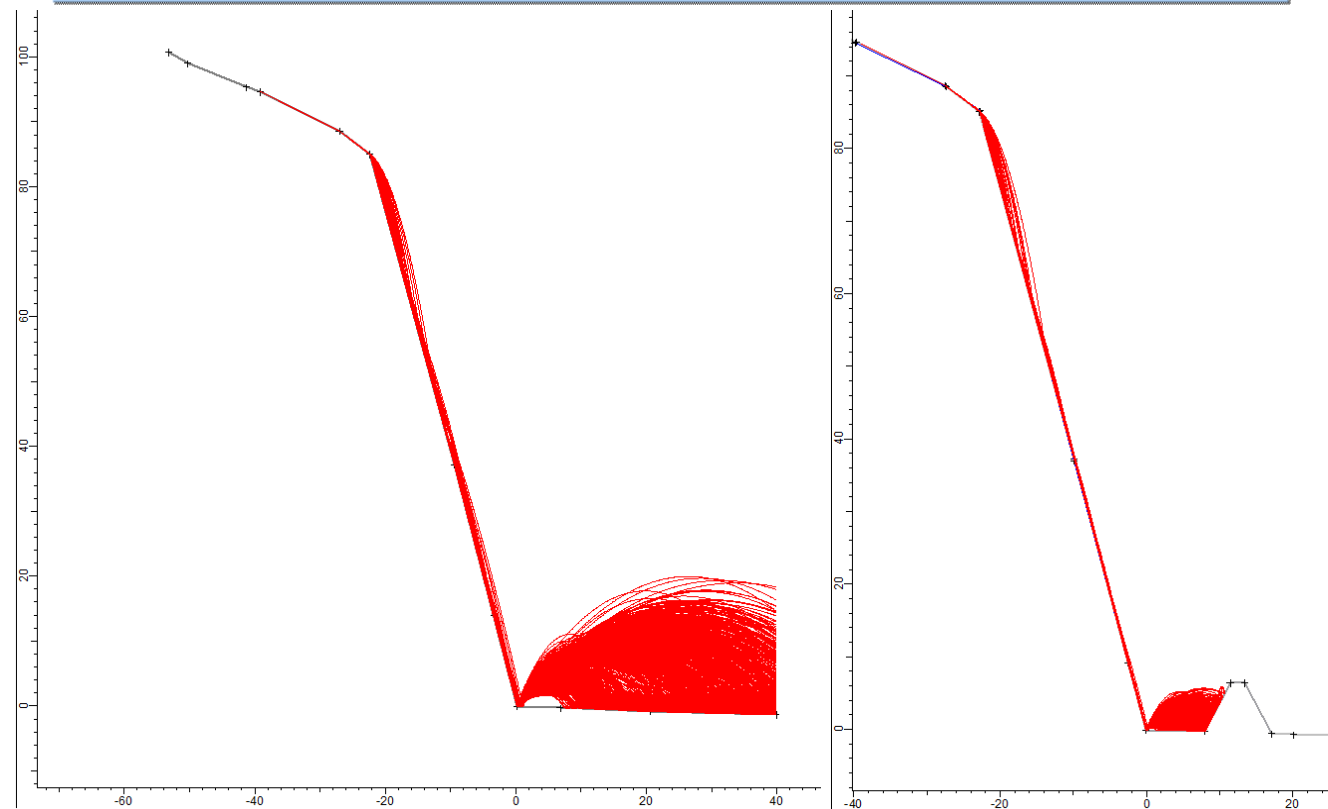
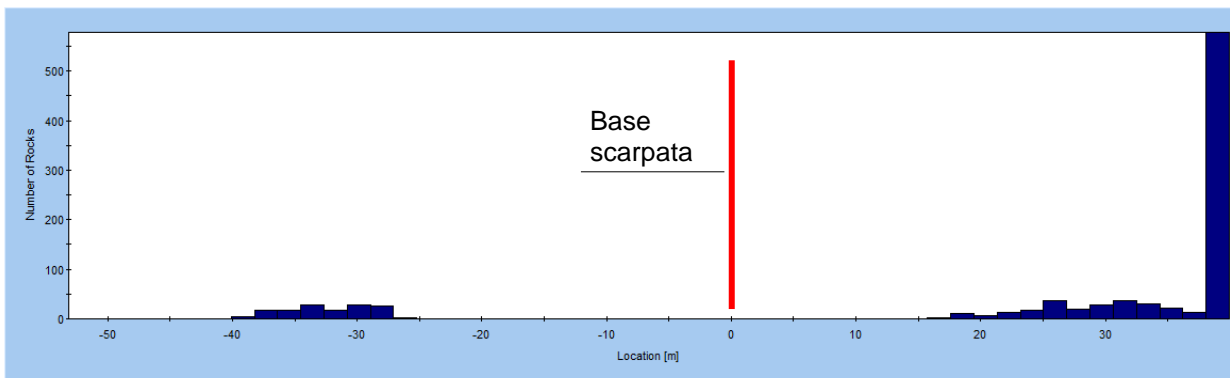


Figura 32: analisi sez. 35: traiettorie massi e punti di fermata rispetto alla base della scarpata (sx) e analisi in presenza di rilevato paramassi (dx)

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E
IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	56 di 63

Horizontal Location of Rock End-points

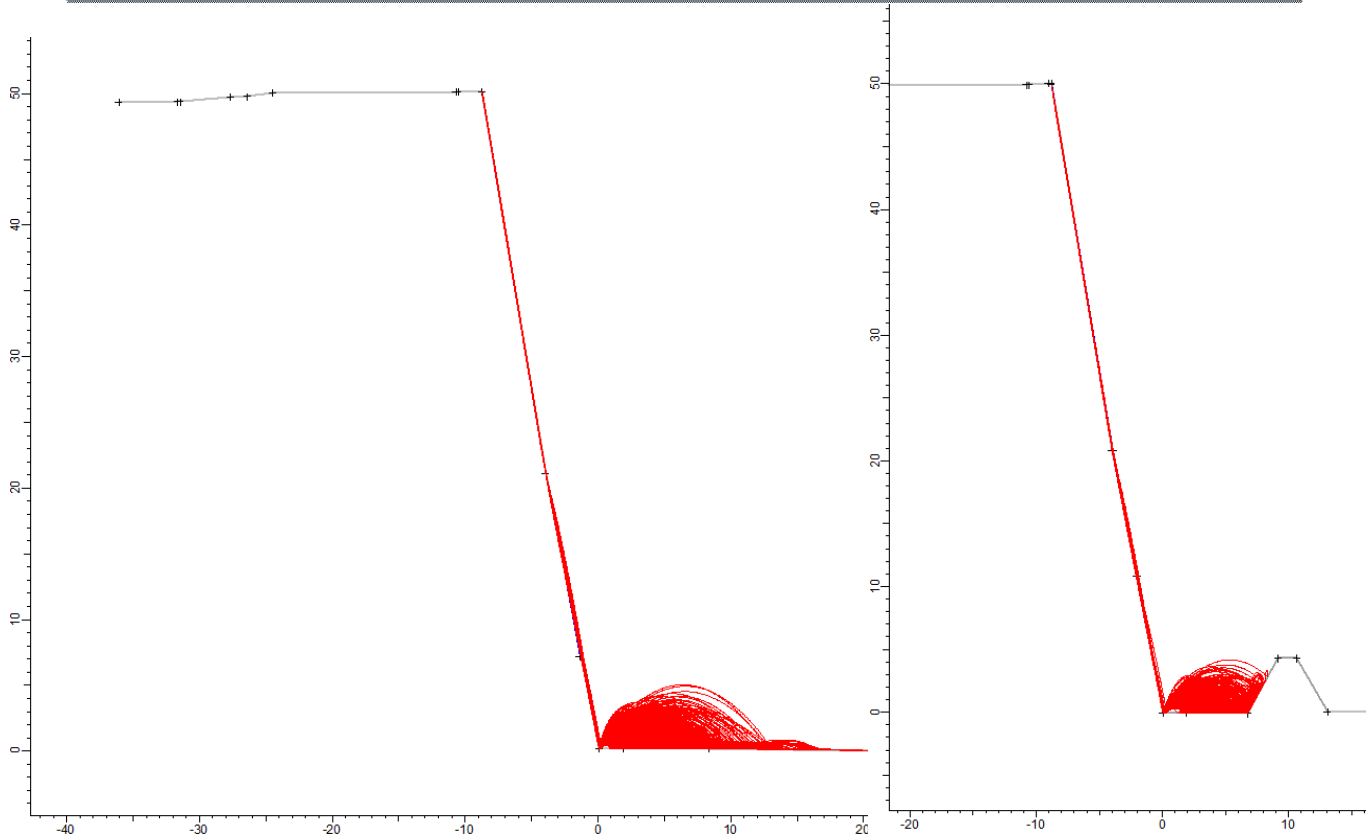
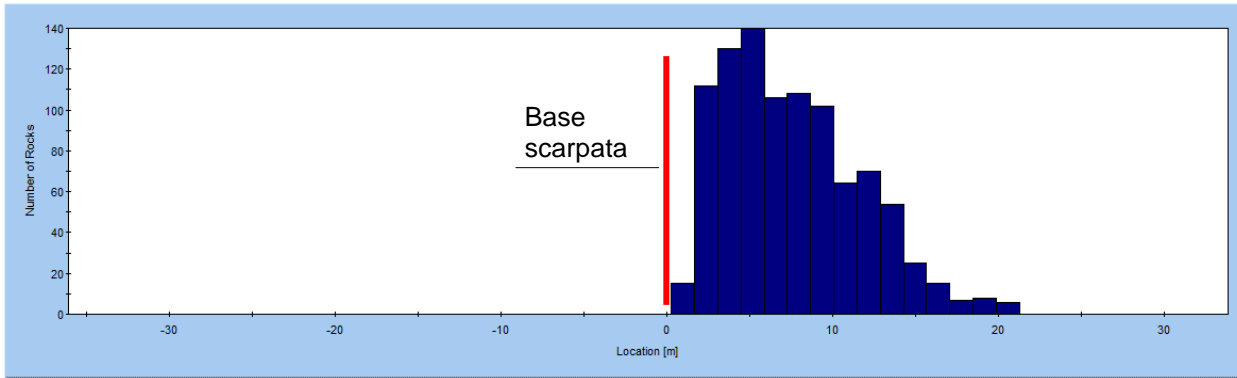


Figura 33: analisi sez. 43: traiettorie massi e punti di fermata rispetto alla base della scarpata (sx). analisi sez. 43 in presenza di rilevato paramassi di altezza 5m (dx)

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 003</td> <td>A</td> <td>57 di 63</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	57 di 63
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	57 di 63								

10.3 IMBOCCO DELLA GALLERIA MONTE AGLIO LATO BENEVENTO

10.3.1 CONDIZIONI DI TRACCIATO

Il tracciato planimetrico interseca, alla progressiva 6+350 circa, un'area perimetrata a rischio elevato R4 (al limite con un'area di alta attenzione Apa) dall'Autorità di Bacino Liri-Garigliano-Volturno. A tale progressiva il tracciato si sviluppa in galleria ad una profondità (rispetto alla calotta) di oltre 40 m.

10.3.2 CONDIZIONI GEOLOGICHE

Alle profondità corrispondenti alla progressiva in cui il tracciato interseca l'area R4, la galleria si sviluppa nelle Argille varicolori (vedi stralcio del profilo geologico). La situazione geologica di questo tratto di galleria è stata ricostruita con 5 sondaggi e indagini geofisiche di vario tipo (sismica a riflessione, rifrazione e geoelettrica). L'insieme delle indagini ha permesso di ricostruire i contatti nel sottosuolo tra i depositi piroclastici e il substrato geologico e, nell'ambito di questo, è stato ricostruito il contatto tettonico tra le Argille Varicolori (Unità del Sannio) e la formazione calcarea del substrato mesozoico. Tale contatto è creato da un sovrascorrimento poco inclinato dei calcari al di sopra delle argille varicolori.

Questo passaggio tettonico è stato individuato alla progressiva 5+900. In corrispondenza della progressiva 6+350 (intersezione in superficie con l'area R4) la galleria si sviluppa quindi nelle argille varicolori.

10.3.3 CONDIZIONI GEOMORFOLOGICHE

La galleria attraversa il versante settentrionale della dorsale di Durazzano (Monte Aglio). Le pendenze nella parte bassa del versante, dove imbocca la galleria, sono molto blande, tra il 5 e 10% per la presenza di una estesa copertura detritico-eluviale che ricopre i depositi piroclastici (a loro volta sovrapposti alle argille varicolori). Le acclività aumentano progressivamente spostandosi a quote maggiori dove il versante è formato dalle rocce calcaree, arrivando a pendenze del 50%.

Dall'esame dei caratteri morfologici di questo settore di versante non emergono indizi o segni di particolari forme di instabilità, di tipo superficiale o profondo. La parte bassa del versante è modellata da terrazzamenti agricoli o è coperta da fitta vegetazione arbustiva.

10.3.4 CONDIZIONI IDROGEOLOGICHE

Le misure piezometriche hanno indicato la presenza di una falda contenuta nei terreni piroclastici a profondità di circa 15m. È probabile che tale falda non sia in comunicazione con l'acquifero dei calcari, separato dalle piroclastiti dalle argille varicolori, che rappresenta un "aquiclude".

10.3.5 CRITICITA' PROGETTUALI

Le condizioni emerse dallo studio geologico fanno escludere criticità di carattere geomorfologico. Non sono state rilevate frane in atto, quiescenti o solo potenziali. Nel settore di versante formato dalle piroclastiti le pendenze sono molto blande e non sussistono quindi le condizioni per una eventuale suscettività di frana.

Nel tratto di versante a maggiore pendenza affiorano o sub-affiorano rocce calcaree. Nella zona in cui il tracciato planimetrico interseca l'area perimetrata R4, la galleria si sviluppa in argille varicolori con coperture dell'ordine di 40m.

Si può quindi escludere che l'opera in progetto possa avere alcuna ripercussione sulla stabilità del versante, le cui condizioni ante-operam sono peraltro del tutto soddisfacenti.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 003</td> <td>A</td> <td>58 di 63</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	58 di 63
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	58 di 63								

10.4 IMBOCCO DELLA FINESTRA NORD ALLA GALLERIA MONTE AGLIO

10.4.1 CONDIZIONI DI TRACCIATO

La galleria di accesso imbocca ai piedi del fronte occidentale della dorsale di Monte Aglio, nei pressi dell'acquedotto ad archi Carolino.

L'imbocco precede un portale d'ingresso lungo 17.5m, un breve tratto di galleria artificiale (13.5m) e poi l'inizio della galleria artificiale le cui coperture rimangono nell'ambito della decina di metri nei primi 20m per poi aumentare rapidamente alle progressivamente maggiori. La trincea di imbocco che alloggia la galleria artificiale viene sostenuta da una paratia di micropali tirantata.

10.4.2 CONDIZIONI GEOLOGICHE

Le condizioni geologiche di questa zona sono state indagate attraverso 3 sondaggi e sono illustrate nel profilo geologico allegato

I sondaggi hanno individuato la presenza di una coltre detritico-eluviale che ammantava la parte bassa del versante con coperture inferiori alla decina di metri. Al di sotto della copertura detritica i sondaggi hanno attraversato un ammasso calcareo molto fratturato.

L'elevato stato di fratturazione è legato agli stress tettonici subiti dall'ammasso vista la vicinanza con importanti allineamenti tettonici.

I sondaggi profondi hanno intercettato il sovrascorrimento dei calcari sulle argille varicolori a quote leggermente inferiori a quelle della galleria. L'interpretazione geologica indica che una serie di dislocazioni tettoniche distensive hanno poi ribassato a blocchi questo settore, spostando verso il basso il sovrascorrimento.

10.4.3 CONDIZIONI GEOMORFOLOGICHE

In questo settore è stato effettuato uno studio geomorfologico di dettaglio tramite rilievi a terra e interpretazioni aerofotogeologiche. I risultati di questo studio sono rappresentati nella carta geomorfologica di dettaglio in allegato.

Come indicato dai sondaggi il versante è ammantato da una coltre detritica nella quale si rinvengono a luoghi alcuni blocchi di calcare; questi blocchi sono stati rilevati nelle vicinanze delle zone di affioramento dei calcari stessi.

Alcuni affioramenti calcarei sparsi indicano la zona di passaggio tra la coltre detritica e la zona di affioramento o sub-affioramento dei calcari.

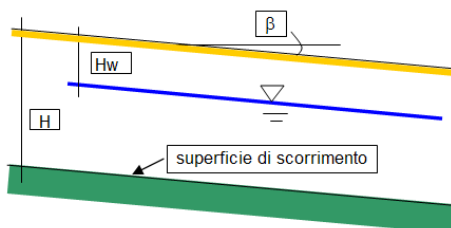
Sul terreno non sono rilevabili segni o indizi di dissesto per frana. Solo alcuni solchi, oggi completamente rivegetati, indicano la possibilità che in passato si siano verificati fenomeni di erosione nei terreni detritici di natura piroclastica (a granulometria limo-sabbiosa).

Le pendenze del versante sono peraltro molto deboli (dell'ordine del 20%, poco superiori a 10°), riducendo moltissimo la suscettibilità di frana.

Escludendo la possibilità di potenziali frane di scorrimento profonde ad andamento circolare o sub-circolare (che incontrerebbero il substrato calcareo) rimarrebbe da valutare la possibilità di uno scorrimento per traslazione sul pendio della coltre detritica, secondo un andamento sub-orizzontale. Prendendo in esame lo schema del "pendio indefinito" si è analizzata la stabilità di un pendio con inclinazione 12°, con uno strato potenzialmente instabile dello spessore 7m caratterizzato da un angolo di attrito 25° (angolo di attrito minimo che si ricava dalle correlazioni con le prove SPT, assumendo il valore inferiore tra quelli ottenuti dalle indagini).

Dalla scheda seguente si ricava che la stabilità del pendio naturale è assicurata anche con ipotesi molto cautelative corrispondenti alle condizioni sismiche e con la presenza della falda a profondità di 4m (in realtà le misure piezometriche indicano assenza di falda).

VERIFICA DI STABILITA' DI UN PENDIO INFINITO CON FALDA



INPUT

γ_w	peso per unità di volume dell'acqua	10	kN/m ³
γ_{terr}	peso di volume del terreno	17	kN/m ³
H_w	profondità falda dal p.c.	4	m
H_t	spessore dello strato di terreno	7	m
β	inclinazione del pendio rispetto all'orizzontale	12	°

Parametri caratteristici del terreno

ϕ'	angolo d'attrito efficace	25	°
c'	coesione efficace	0	kPa

Pendio naturale	<input checked="" type="radio"/>
Fronte di scavo (A2+M2+R2)	<input type="radio"/>

Parametri di calcolo del terreno

ϕ'	angolo d'attrito efficace	25,0	°
c'	coesione efficace	0	kPa

Condizioni statiche:

F_s	1,64	≤	1,0
-------	------	---	-----

Δu	sovrappressione interstiziale	0	kPa
------------	-------------------------------	---	-----

(Per versanti interessati da fenomeni di instabilità, ove risultano già operanti le condizioni di resistenza residua, si può ipotizzare $\Delta u=0$. In generale, vedi Crespellani T. et al. [1990] - "Analisi di stabilità dei pendii naturali in condizioni sismiche", Rivista Italiana di Geotecnica, anno XXIV, n.2

a_g/g	accelerazione orizzontale massima di riferimento	0,25	-
S_s	coefficiente di suolo	1,2	-
S_T	coefficiente topografico	1	-
a_{max}/g	accelerazione orizzontale massima attesa al sito	0,3	-
Categoria di suolo	B	▼	-
β_s	coefficiente di riduzione	0,28	-

k_h	coefficiente sismico orizzontale	0,084	-
k_v	coefficiente sismico verticale	0,042	-

Condizioni sismiche:

F_s	1,15	≥	1,0
-------	------	---	-----

10.4.4 CONDIZIONI IDROGEOLOGICHE

Le misure piezometriche hanno indicato che la falda è a profondità superiori a quelle interessate dalla galleria.

10.4.5 CRITICITA' PROGETTUALI

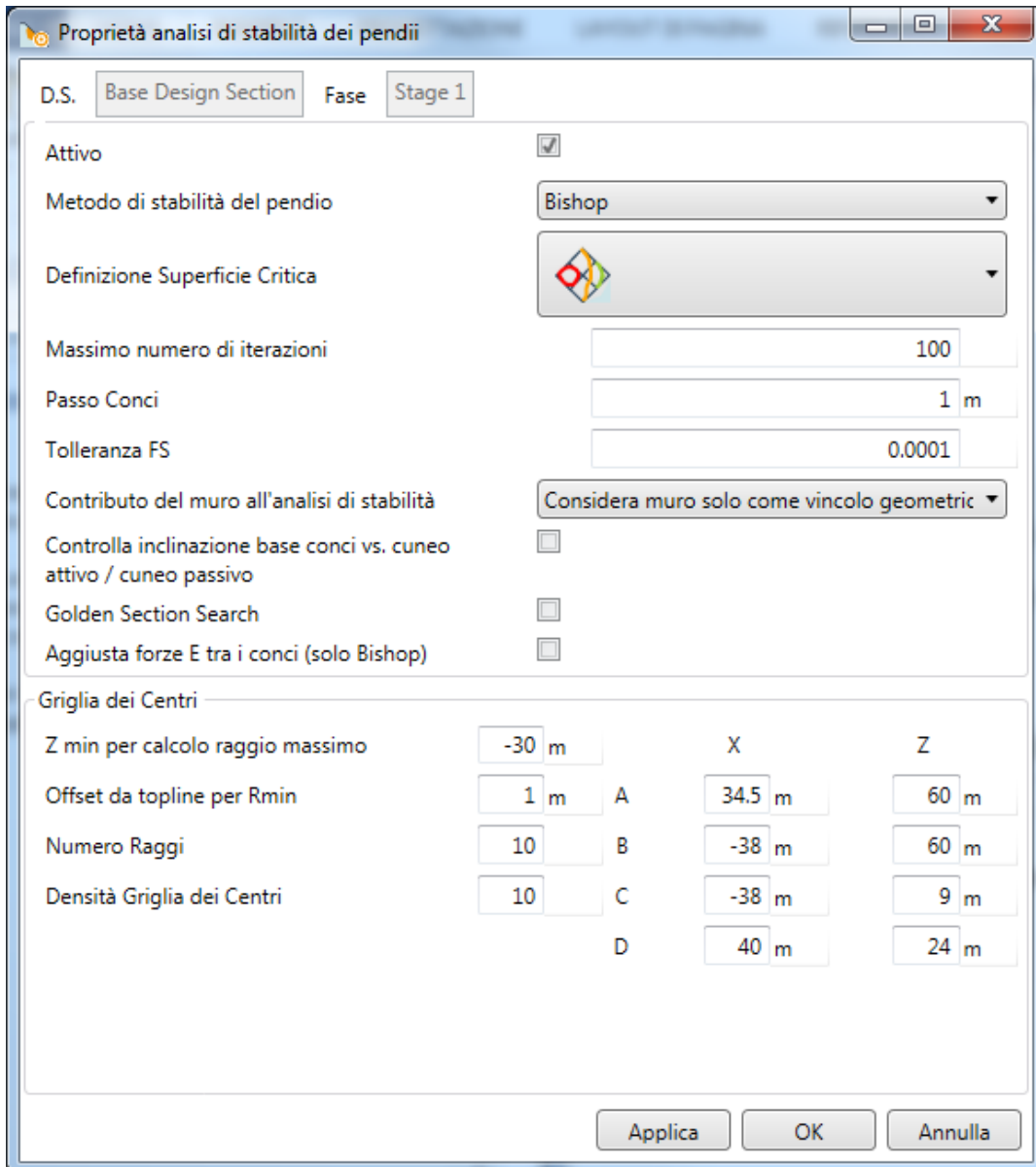
Le condizioni emerse dallo studio geologico fanno escludere criticità di carattere geomorfologico. Non sono state rilevate frange in atto, quiescenti o solo potenziali. Nel settore di versante formato dalle piroclastiti le pendenze sono molto blande e non sussistono quindi le condizioni per una eventuale suscettività di frana.

Le verifiche di stabilità sul pendio naturale hanno escluso la possibilità di dissesti.

Per coerenza con le richieste delle Norme Tecniche di Attuazione, si riportano nel seguito le verifiche di stabilità ante-operam e post-operam delle opere di imbocco della galleria.

Le verifiche mostrano il soddisfacimento dei requisiti minimi da normativa in entrambe le condizioni.

Si riporta di seguito le caratteristiche della analisi di stabilità globale del pendio con il metodo delle strisce di Bishop e con la griglia dei centri di seguito riportata.




Proprietà analisi di stabilità dei pendii

D.S. Base Design Section Fase Stage 1

Attivo

Metodo di stabilità del pendio Bishop

Definizione Superficie Critica 

Massimo numero di iterazioni 100

Passo Conci 1 m

Tolleranza FS 0.0001

Contributo del muro all'analisi di stabilità Considera muro solo come vincolo geometric

Controlla inclinazione base conci vs. cuneo attivo / cuneo passivo

Golden Section Search

Aggiusta forze E tra i conci (solo Bishop)

Griglia dei Centri

Z min per calcolo raggio massimo		X	Z
Offset da topline per Rmin	1 m	A 34.5 m	60 m
Numero Raggi	10	B -38 m	60 m
Densità Griglia dei Centri	10	C -38 m	9 m
		D 40 m	24 m

Applica OK Annulla

Figura 34 – Caratteristiche principali dell'analisi di stabilità globale

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	61 di 63

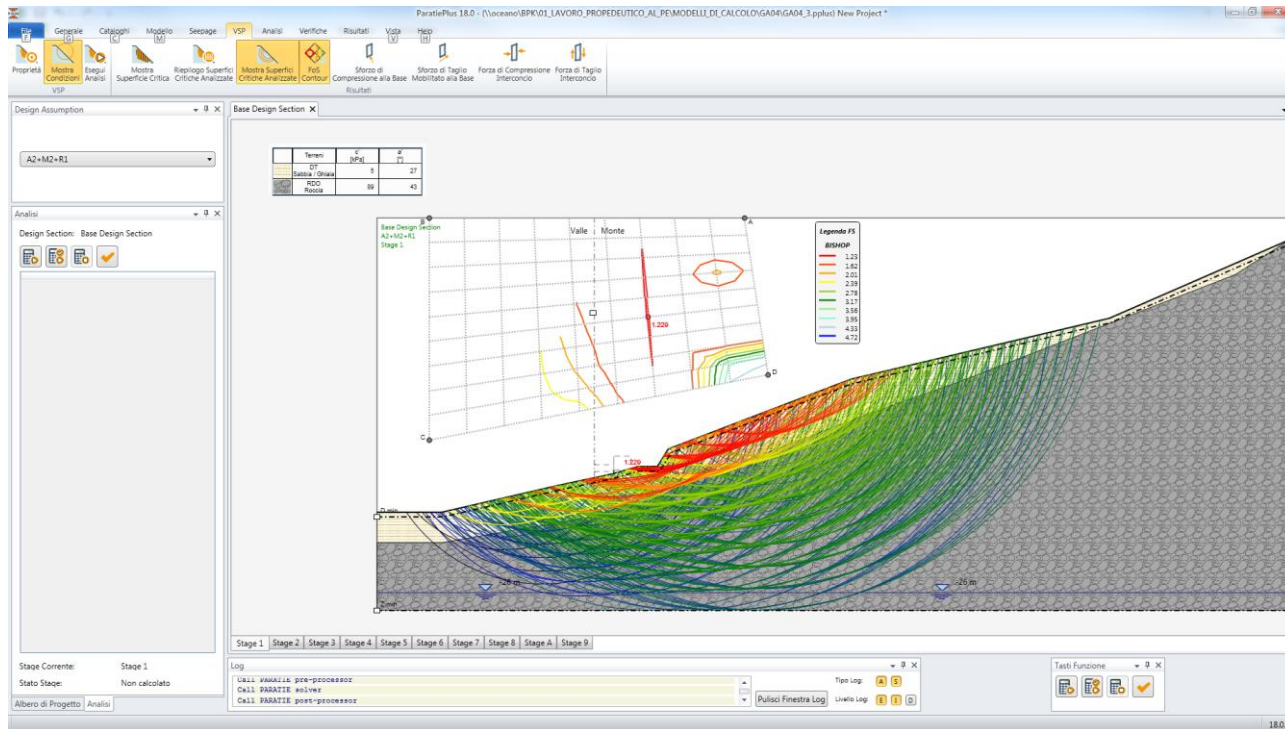


Figura 35 – Analisi di stabilità ante-operam

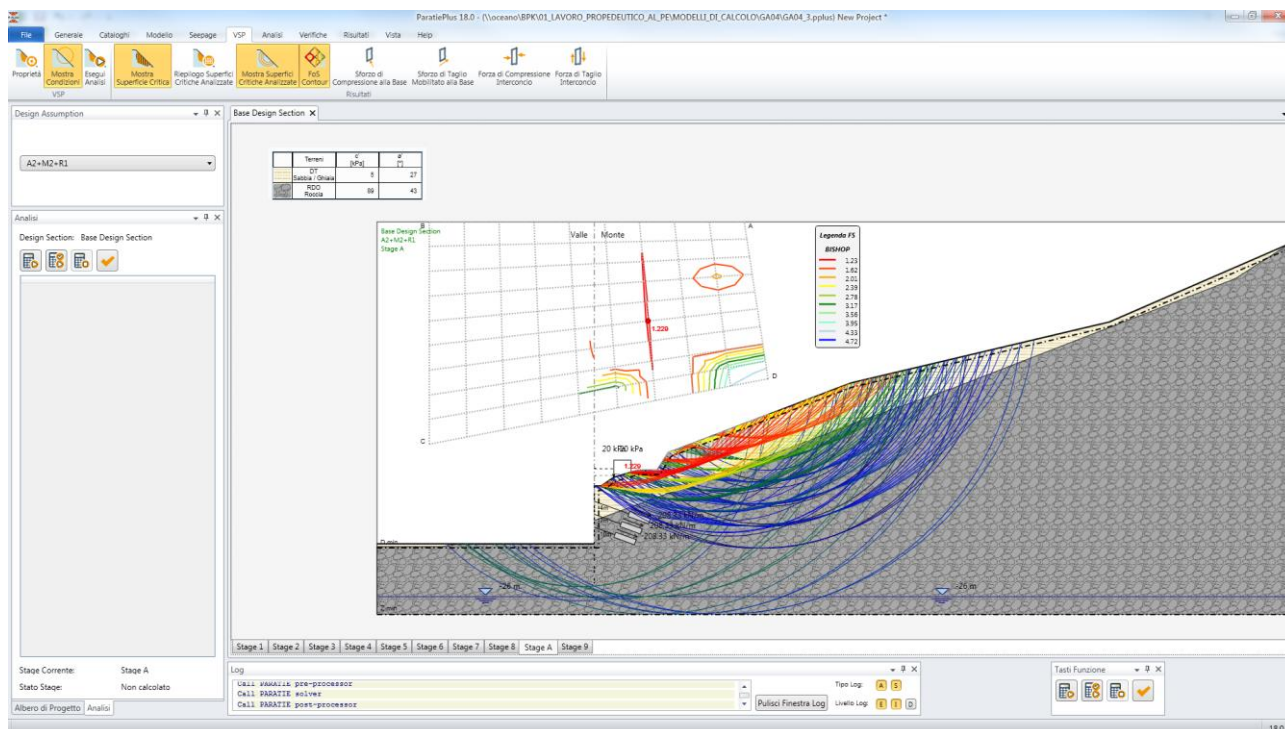


Figura 36 – Analisi di stabilità post-operam

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 003</td> <td>A</td> <td>62 di 63</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	62 di 63
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	62 di 63								

10.5 TRATTI DI LINEA IN PIANURA

10.5.1 CONDIZIONI DI TRACCIATO

Come precedentemente detto, altri tratti di linea che si sviluppano nella piana della Valle di Maddaloni intersecano o bordano aree perimetrate.

In particolare il tracciato attraversa due aree perimetrate APa (Aree di attenzione potenzialmente alta) in corrispondenza di due incisioni torrentizie (nel loro sbocco nella piana): il Rio Secco tra le progressive 8+700 e 8+800 circa e il Rio Boschina tra le progressive 10+400 e 10+500 circa. Per entrambe queste incisioni il progetto prevede altrettanti viadotti le cui campate, di luce 25m, consentono lo scavalco dell'area perimetrata.

Tra le progr. 9+000 e e 10+400 il tracciato (in rilevato) si avvicina al versante montuoso perimetrato in area di alta attenzione A4 e in area a rischio molto elevato R4. Nell'immagine successiva si evidenzia che il tracciato in questo tratto si sviluppa nella piana a distanza di sicurezza dal versante; tra quest'ultimo e il tracciato di progetto sono presenti peraltro il tracciato della ferrovia esistente e la strada che costeggia il versante che consente l'accesso alle aree di cava e ai vari insediamenti produttivi presenti lungo il piede del versante. Nell'immagine sono ben evidenti le due cave che non sono state perimetrate a rischio.



10.5.2 CONDIZIONI GEOLOGICHE

Il versante montuoso è formato dalle rocce calcaree della formazione dei calcari con requenie e gasteropodi.

Il piede del versante è ammantato da una coltre detritica antica con alcune conoidi detritiche non più attive.

10.5.3 CONDIZIONI GEOMORFOLOGICHE

Le analisi delle condizioni geomorfologiche di questa zona non fanno emergere potenziali criticità. Le zone di affioramento delle rocce calcaree non mostrano segni di instabilità a parte le possibilità di crollo dai fronti di scavo sub-verticali delle cave inattive.

La fascia detritica che ammantata il piede del versante ha pendenze molto blande e non possiede le energie di rilievo necessarie per poter innescare fenomeni di colate di detrito.

Le conoidi che si sono formate in passato allo sbocco delle principali incisioni nella piana appaiono non più attive e coperte da vegetazione.

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>GE0001 003</td> <td>A</td> <td>63 di 63</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	63 di 63
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	GE0001 003	A	63 di 63								

10.5.4 CONDIZIONI IDROGEOLOGICHE

La falda contenuta nei calcari è a quote molto inferiori al piede del versante e quindi non esistono i presupposti per l'emergenza dell'acquifero carbonatico.

Le misure piezometriche indicano inoltre che la falda nei terreni piroclastici è a profondità superiori alla ventina di metri rispetto alla quota della piana.

Non vi sono quindi interferenze tra la falda e le opere in progetto.

10.5.5 CRITICITA' PROGETTUALI

Per i motivi descritti in precedenza non si evidenziano criticità progettuali.

Le aree di attenzione potenzialmente alta legate alla presenza di corsi torrentizi che provengono dal versante verranno scavalcate con viadotti di ampia luce.

Le aree di alta attenzione A4 e di rischio molto elevato R4 al piede del versante non interagiscono direttamente con il tracciato di progetto.