

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

U.O. GEOLOGIA

PROGETTO ESECUTIVO

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

VIABILITA' DI SOPPRESSIONE PL AL KM 143+833- VIA CALABRONI

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA  
E SISMICA

SCALA:



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

I F 0 L    0 0    E    6 9    R G    G E 0 0 0 1    0 0 1    A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	EMMISSIONE ESECUTIVA	S.ROMANO	sett. 2015	F.MANCINI	sett. 2015	F.Cerrone	sett. 2015	F.MANCINI	

ITALFERR S.p.A.  
F. Mancini  
Resp. UO GEOLOGIA  
Ordine Geologi Lazio n. 179/ES

## INDICE

1. PREMESSA .....	5
2. SCOPO DEL DOCUMENTO .....	6
3. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	6
3.1 DOCUMENTI REFERENZIATI.....	6
4. LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA.....	8
5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE.....	9
5.1 EVOLUZIONE GEOLOGICA.....	10
5.2 APPARATI VULCANICI DEL SOMMA-VESUVIO E DEI CAMPI FLEGREI .....	12
5.3 CARATTERISTICHE STRATIGRAFICHE .....	14
5.4 CARATTERISTICHE STRUTTURALI.....	15
6. ASSETTO GEOLOGICO LOCALE.....	17
6.1 ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO .....	17
6.1.1 <i>Unità sin-orogene</i> .....	18
6.1.1.1 <i>Arenarie di Caiazzo</i> .....	18
6.1.2 <i>Depositi vulcanoclastici</i> .....	19
6.1.2.1 <i>Unità di Maddaloni</i> .....	19
6.1.2.2 <i>Tufo Grigio Campano</i> .....	20
6.1.3 <i>Depositi continentali</i> .....	21
6.1.3.1 <i>Depositi alluvionali recenti</i> .....	21
6.1.3.2 <i>Depositi alluvionali attuali</i> .....	21
6.1.3.3 <i>Coltri eluvio-colluviali</i> .....	22
6.2 ASSETTO STRUTTURALE .....	23
6.2.1 <i>Strutture compressive</i> .....	23
6.2.2 <i>Strutture distensive</i> .....	24
6.2.3 <i>Assetto giaciturale</i> .....	25
7. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO REGIONALE .....	25
7.1 MORFOLOGIA DEI SISTEMI FLUVIALI .....	26

8.	ASSETTO GEOMORFOLOGICO LOCALE .....	27
8.1	ELEMENTI IDROGRAFICI .....	27
8.2	ELEMENTI STRUTTURALI E TETTONICI .....	28
8.3	FORME, PROCESSI E DEPOSITI DOVUTI ALLE ACQUE CORRENTI SUPERFICIALI .....	28
9.	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO REGIONALE .....	29
9.1	ACQUIFERI E UNITÀ IDROGEOLOGICHE .....	31
9.2	STRUTTURE IDROGEOLOGICHE E IDRODINAMICA DEGLI ACQUIFERI .....	32
10.	ASSETTO IDROGEOLOGICO LOCALE .....	34
10.1	COMPLESSI IDROGEOLOGICI .....	34
10.1.1	<i>Complessi delle unità del substrato sedimentario</i> .....	35
10.1.1.1	<i>Complesso arenaceo-marnoso</i> .....	35
10.1.2	<i>Complessi dei depositi di copertura</i> .....	35
10.1.2.1	<i>Complesso fluvio-lacustre fine</i> .....	35
10.1.2.2	<i>Complesso fluvio-lacustre grossolano</i> .....	36
10.1.2.3	<i>Complesso vulcanoclastico grossolano</i> .....	36
10.1.2.4	<i>Complesso vulcanico-tufaceo</i> .....	37
10.1.2.5	<i>Complesso alluvionale fine</i> .....	37
10.1.2.6	<i>Complesso alluvionale grossolano</i> .....	37
10.1.2.7	<i>Complesso detritico-colluviale</i> .....	38
10.2	MONITORAGGIO PIEZOMETRICO .....	38
10.3	OPERE DI CAPTAZIONE ED EMERGENZE SORGENTIZIE .....	39
10.4	CONDIZIONI DI DEFLUSSO IDRICO SOTTERRANEO .....	40
11.	SISMICITÀ DELL'AREA .....	41
11.1	SISMICITÀ STORICA .....	44
11.2	SISMICITÀ ATTUALE .....	49
11.3	PERICOLOSITÀ SISMICA .....	53
12.	INDAGINI GEOGNOSTICHE .....	57
13.	CRITICITÀ E DESCRIZIONE DEL TRACCIATO .....	59
13.1	CRITICITÀ GEOLOGICHE .....	59

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF0L	01	E.69 RG	GE.00.01.001	A	4 di 71

13.2	CRITICITÀ GEOMORFOLOGICHE .....	60
13.3	CRITICITÀ IDROGEOLOGICHE .....	60
13.4	DESCRIZIONE DEI SETTORI DI INTERVENTO.....	61
13.4.1	Asse 1 .....	62
13.4.2	Asse 2 .....	62
14.	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	64

#### APPENDICE

Legenda geologica

Carta geologica con elementi di geomorfologia – scala 1:5000

Profilo geologico Asse1 e Asse2 – scala 1:5000/500

## 1. PREMESSA

Nell'ambito della progettazione esecutiva per il "Raddoppio Tratta Canello - Benevento; I Lotto funzionale Canello - Frasso Telesino e variante alla linea Roma Napoli via Cassino nel comune di Maddaloni; Viabilità di soppressione pl al km 143+833 - Via Calabroni", sono stati effettuati i rilievi e gli approfondimenti propedeutici alla redazione degli elaborati di sintesi previsti dal progetto stesso.



Foto 1 – Immagine del passaggio a livello oggetto di soppressione.

Il lavoro è stato svolto attraverso le seguenti fasi operative:

- acquisizione ed analisi degli studi geologici esistenti riguardanti l'area di interesse;
- approfondimenti conoscitivi mediante studi fotointerpretativi;
- rilievi diretti sul terreno mirati alla definizione delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche dell'area;

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO</b>  <b>VIABILITA' DI SOPPRESSIONE PL AL KM 143+883 – V. CALABRONI</b>				
<b>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</b>	COMMESSA IF0L	LOTTO 01	CODIFICA E 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. FOGLIO A 6 di 71

- acquisizione ed analisi delle indagini geognostiche realizzate nell'area durante le precedenti fasi progettuali e nell'attuale fase di progettazione;
- analisi dei dati e redazione delle presenti note di sintesi e degli elaborati cartografici a corredo.

## 2. SCOPO DEL DOCUMENTO

Le presenti note, e gli elaborati cartografici ad esse allegati, contengono la sintesi dello studio effettuato, chiariscono gli aspetti connessi con lo scenario naturale relativamente alla componente geologica in cui si colloca il settore di studio e affrontano gli elementi ritenuti critici dal punto di vista geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico.

Il modello geologico applicativo proposto, in riferimento ad un volume geologico significativo (*sensu* NTC 2008) in cui sia possibile cogliere interrelazioni dinamiche tra la componente geologica *s.l.* e quella antropica, pone particolare attenzione alla caratterizzazione litotecnica dei terreni investigati attraverso una puntuale ricostruzione degli assetti geometrici e delle caratteristiche intrinseche dei litotipi nei settori di territorio interessati dalle opere in progetto.

Gli elaborati cartografici e le relative note di riferimento sono stati redatti secondo gli standard metodologici più diffusi in ambito scientifico, nazionale ed internazionale.

## 3. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Le presenti note, e gli elaborati cartografici ad esse allegati, contengono la sintesi dello studio effettuato, chiariscono gli aspetti connessi con lo scenario naturale relativamente alla componente geologica in cui si colloca il settore di studio e affrontano gli elementi ritenuti critici dal punto di vista geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico.

### 3.1 Documenti Referenziati

Nella presente relazione si è fatto riferimento ai seguenti documenti:

- *Concessione delle prestazioni integrate occorrenti per la progettazione definitiva del raddoppio e potenziamento della linea Caserta - Foggia e per la progettazione esecutiva e la realizzazione delle opere occorrenti per una prima fase di raddoppio e potenziamento della suddetta linea:*
  - Stratigrafie dei sondaggi - Campagna indagini 1984-1985.

- *Progettazione definitiva per il "Raddoppio Cannello - Benevento tratta Cannello - Frasso Telesino e variante alla linea Roma-Napoli nel comune di Maddaloni":*
  - IF51 01 D69 IG GE0005 017A Prospezioni elettromagnetiche, sismica a rifrazione, carotaggi sismici Down Hole, REMI e MASW - Campagna indagini 2013-2014;
  - IF51 01 D69 PR GE0005 002A Prove di laboratorio - Campagna indagini 2013-2014;
  - IF51 00 R69 RH GE0002 001A Monitoraggio piezometrico 2014-2015.
- *Progettazione definitiva per il "Raddoppio Tratta Cannello - Benevento I° Lotto Funzionale Cannello - Frasso Telesino e variante alla linea Roma-Napoli via Cassino nel comune di Maddaloni":*
  - IF0F 01 D69 RH GE0002 001 ACensimento dei punti d'acqua;
  - IF0F 01 D69 N5 GE0001 004 A Carta geologica e profilo geologico a scala 1:5000/500;
  - IF0F 01 D69 N5 GE0002 004 A Carta idrogeologica e profilo geologico a scala 1:5000/500;
  - IF0F 01 D69 N5 GE0003 002 A Carta geomorfologica a scala 1:5000.

#### 4. LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA

L'area di studio si colloca nella porzione centro-occidentale della regione Campania in corrispondenza del tracciato del collegamento ferroviario tra Napoli e Bari. In particolare, la viabilità di progetto si trova in corrispondenza del pl al km 143+833 sulla linea Caserta - Foggia. Il tracciato di progetto interessa il territorio del comune di Dugenta, 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 del Foglio 173 (Benevento) in scala 1:100.000, nella Tavoletta 173 III NO (S. Agata de' Goti) in scala 1:25.000 e, con riferimento alla Carta Tecnica Regionale della Regione Campania, nell'elemento 431061 in scala 1:5.000.

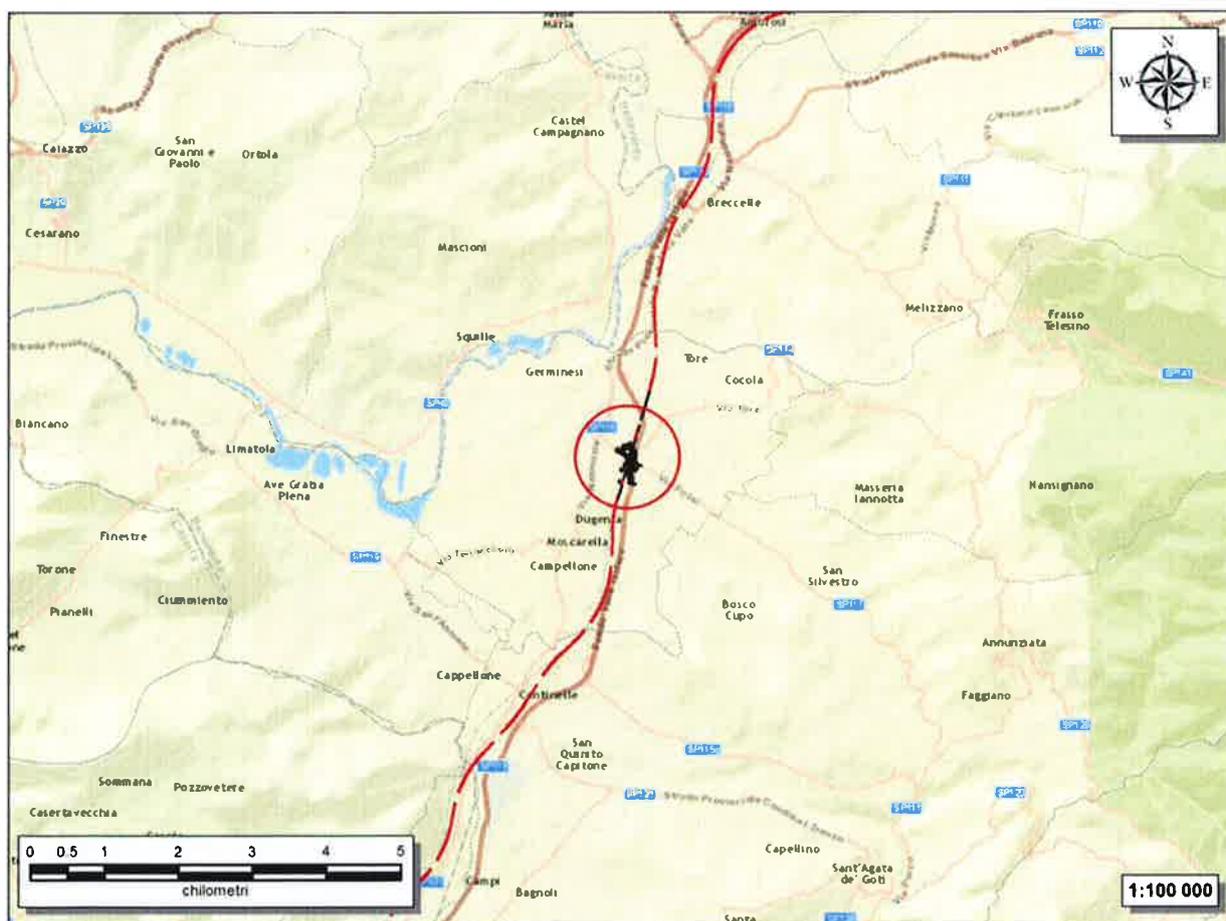


Figura 1 – Corografia in scala 1:100000 dell'area in cui si colloca lo studio geologico con individuazione, con il cerchio rosso, della viabilità di stretto interesse progettuale.

La viabilità progettuale impegna i settori di territorio posti a quote comprese tra 54.2 m s.l.m. e 59.8 m s.l.m. circa mentre le quote progetto variano da 55.1 m s.l.m. a 64.6 m s.l.m.. Dal punto di vista morfologico, l'area di studio si colloca a nord-est dell'abitato di Dugenta e si caratterizza per la presenza di un ampio settore pianeggiante o sub-pianeggiante riconducibile alla piana alluvionale del Fiume Volturno che scorre a nord-ovest dell'area di studio.

Il principale corso d'acqua è rappresentato dal Fiume Volturno, presente nella porzione posta più a nord-ovest dell'area di studio.

## 5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE

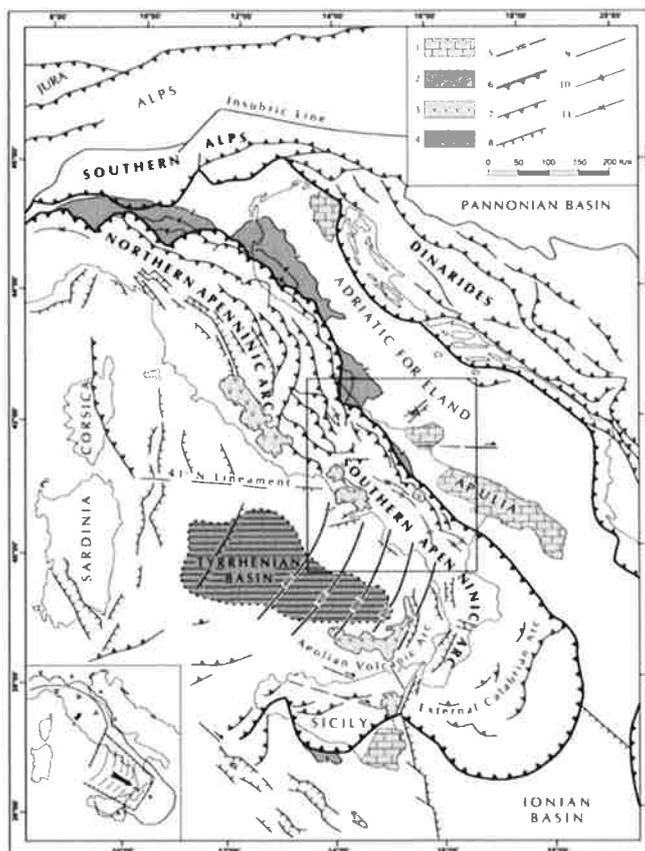


Figura 1 – Schema strutturale della penisola italiana ed aree adiacenti mostrante la suddivisione della Catena Appenninica in due archi principali: l'Arco Appenninico Settentrionale e l'Arco Appenninico Meridionale; nel riquadro in basso a sinistra è schematizzata la diversa struttura litosferica nei due archi appenninici: 1) carbonati meso-cenozoici delle aree di avampaese; 2) profondità (in km) della base dei depositi plio-pleistocenici nei bacini di avanfossa dell'Appennino e della Sicilia; 3) principali edifici vulcanici quaternari; 4) aree del Mar Tirreno con valori dell'anomalia di Bouguer superiori a 200 mgals, a crosta oceanica o continentale assottigliata; 5) zona di Wadati-Benioff nell'area tirrenica meridionale (profondità in km); 6) fronte delle Maghrebidi, dell'Appennino, delle Alpi meridionali e delle Dinaridi; 7) altri sovrascostamenti principali; 8) faglie normali; 9) faglie ad alto angolo, soprattutto faglie trascorrenti; 10) asse di anticlinale; 11) asse di sinclinale (da Patacca & Scandone 2007).



ITINERARIO NAPOLI – BARI  
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO  
I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO

VIABILITA' DI SOPPRESSIONE PL AL KM 143+883 – V. CALABRONI

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA,  
IDROGEOLOGICA E SISMICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0L	01	E 69 RG	GE 00 01 001	A	10 di 71

Nel suo complesso l'Appennino rappresenta un tipico *thrust and fold belt* con vergenza orientale (Mostardini & Merlini 1986; Doglioni et al. 1991; Bigi et al. 1992; Bonardi et al. 2009), compreso tra il Bacino Tirrenico ad Ovest e l'Avampaese Apulo a Est (Scrocca et al. 2007; Bonardi et al. 2009). L'Appennino è quindi una Catena per pieghe e sovrascorrimenti connessa all'arretramento flessurale della litosfera apulo-adriatica (Malinverno & Ryan 1986; Doglioni et al. 1991), che si struttura verso i settori di avampaese a partire dal Miocene inferiore (Bally et al. 1986; Mostardini & Merlini 1986; Patacca & Scandone 2007; Bonardi et al. 2009).

L'assetto tettonico della Catena Appenninica è schematizzabile attraverso la giustapposizione di due grandi archi: uno settentrionale, che va dal Monferrato fino al Lazio-Abruzzo, e uno meridionale, che arriva fino alla Sicilia (Patacca et al. 1992; Scrocca & Tozzi 1999). Questi due archi, la cui giunzione si realizza lungo la Linea Ortona-Roccamonfina, si differenziano per direzioni di movimento, entità dei raccorciamenti e stili deformativi (Di Bucci & Tozzi 1992). Ogni arco maggiore è formato da *thrust sheet* scollati nelle dolomie triassiche, alla base delle successioni sedimentarie meso-cenozoiche (Mostardini & Merlini 1986; Scrocca & Tozzi 1999).

In particolare, lo stile della deformazione compressiva nella porzione di Catena dove si trovano successioni carbonatiche sia di bacino che di piattaforma, si esplica essenzialmente per embrici in progressione verso l'Avampaese Apulo (Patacca & Scandone 1989; Di Bucci et al. 1999). Nella porzione di Catena in cui sono prevalenti i depositi bacinali a dominante pelitica, invece, lo stile della deformazione compressiva è dato da estesi *thrust sheet* che ricoprono i depositi plio-pleistocenici più recenti (Di Bucci et al. 1999; Buonanno et al. 2007). Al di sotto di tali strutture, il dominio dell'Avampaese Apulo sepolto si deforma in una serie di *horses* ricoperti da un complesso sistema di tipo *duplex* (Patacca & Scandone 1989; Lentini et al. 1990; Di Bucci et al. 1999; Patacca & Scandone 2007). Tutte queste strutture sono a loro volta sovrastanti a un *floor thrust* profondo, che le porta in accavallamento sui domini più esterni in flessurazione (Bonardi et al. 2009).

## 5.1 Evoluzione geologica

La Catena Appenninica si colloca in un contesto tettonico post-collisionale connesso all'interazione tra la zolla africana, la zolla europea e le altre microzolle interposte (Alvarez et al. 1974; Roure et al. 1991; Guerrera et al. 1993). L'attuale configurazione geometrica della Catena è quindi il risultato di complessi eventi compressivi, trascorrenti e distensivi legati alla subduzione e al successivo arretramento flessurale della microplacca apulo-adriatica (Sartori 1989; Bonardi et al. 2009).

Successivamente, a causa dell'apertura del Bacino di retroarco Tirrenico, tali eventi sono accompagnati da fenomeni distensivi sul bordo interno della Catena (Sartori 1989; Patacca et al. 1990; Scrocca et al. 2007; Bonardi et al. 2009).

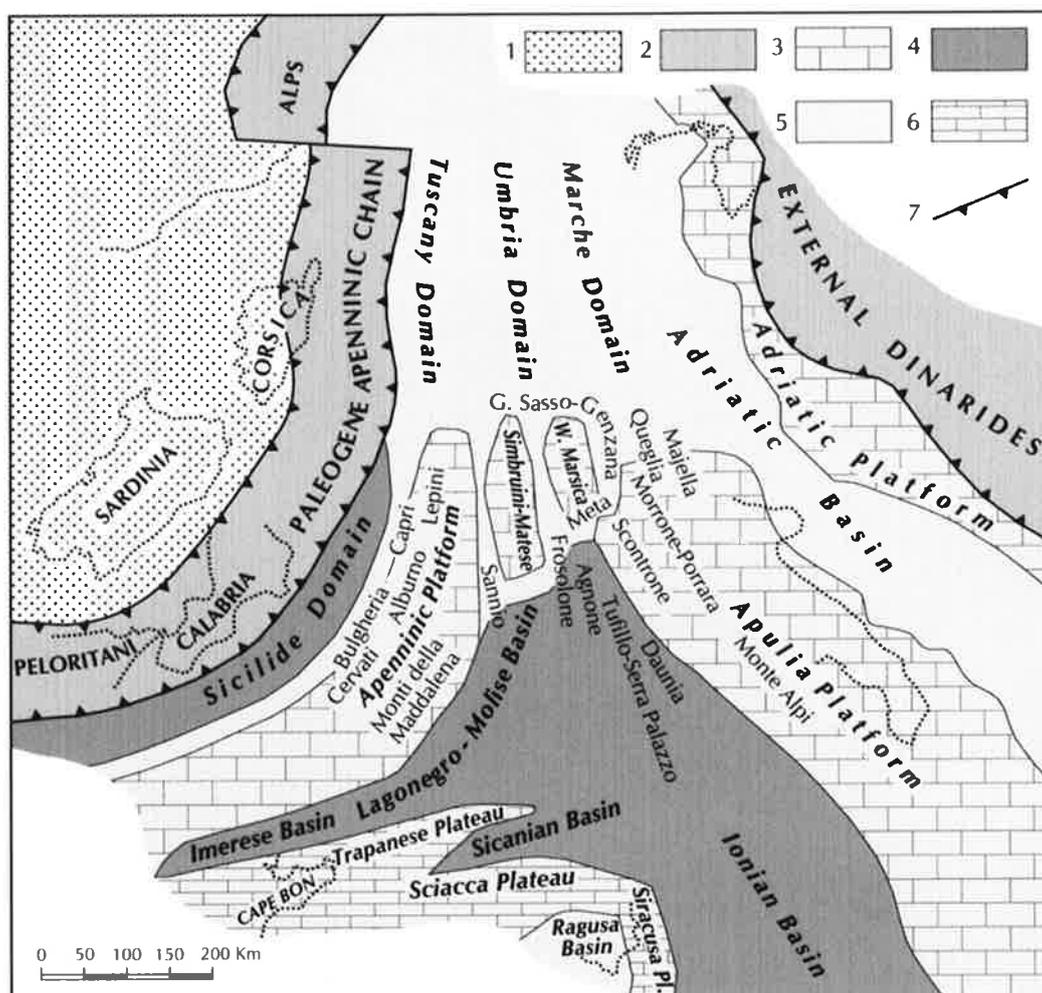


Figura 2 – Ricostruzione palinspastica dell'area centro-mediterranea nell'Oligocene superiore, mostrandone la distribuzione dei domini dell'Appennino centro-meridionale prima della loro incorporazione nella Catena: 1) Avampaese europeo; 2) Catena paleogenica; 3-6) Avampaese africano: 3) carbonati di piattaforma di mare basso; 4) bacini profondi a crosta oceanica o continentale assottigliata; 5) aree bacinali con alti strutturali isolati; 6) plateaux pelagici; 7) fronte di Catena (da Patacca & Scandone, 2007).

Le principali fasi deformative che hanno strutturato il settore più meridionale della Catena Appenninica sono avvenute tra il Miocene ed il Quaternario, anche se gran parte dell'edificio a falde si è strutturato a partire dal Langhiano (Mostardini & Merlini 1986; Di Staso & Giardino 2002; Patacca & Scandone 2007).

	<p>ITINERARIO NAPOLI – BARI  RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO  I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO</p> <p>VIABILITA' DI SOPPRESSIONE PL AL KM 143+883 – V. CALABRONI</p>												
<p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA,  IDROGEOLOGICA E SISMICA</p>	<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>IF0L</td> <td>01</td> <td>E 69 RG</td> <td>GE 00 01 001</td> <td>A</td> <td>12 di 71</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF0L	01	E 69 RG	GE 00 01 001	A	12 di 71
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF0L	01	E 69 RG	GE 00 01 001	A	12 di 71								

## 5.2 Apparati vulcanici del Somma-Vesuvio e dei Campi Flegrei

I terreni vulcanoclastici ampiamente affioranti in tutto l'Appennino Campano derivano essenzialmente dall'attività esplosiva del Somma-Vesuvio e dei Campi Flegrei (Rosi & Sbrana 1987; Santacroce 1987), due importanti apparati vulcanici posti nella parte centrale della Piana Campana (Fedele et al. 2009). In corrispondenza dei settori di fondovalle tali terreni sono rappresentati da tufi e depositi piroclastici con spessore fino a diverse decine di metri, mentre lungo i versanti questi depositi sono costituiti da alternanze di colluvi vulcanoclastici e paleosuoli con variabili quantità di materiale roccioso (Calcaterra et al. 1999, 2000; Di Crescenzo & Santo 1999; Zanchetta et al. 2004; Bisson et al. 2007).

Il Somma-Vesuvio è uno strato-vulcano di medie dimensioni, che raggiunge l'altezza massima di circa 1281 m s.l.m.. Esso risulta costituito da un edificio vulcanico più vecchio e ripetutamente collassato, il Monte Somma, e di un edificio più recente cresciuto all'interno della caldera così generata, il Monte Vesuvio (Cubellis et al. 2001; De Niscio 2007). Le due strutture sono collegate dalla cosiddetta Valle del Gigante, una stretta depressione morfologica a forma di ellittica che rappresenta i resti della caldera da collasso dell'antico edificio vulcanico del Monte Somma (Principe et al. 1987; De Niscio 2007).

L'attività vulcanica del complesso Somma-Vesuvio ha avuto inizio circa 400 ka fa ed è chiaramente di tipo misto (Brocchini et al. 2001; De Niscio 2007), in quanto nel corso della sua esistenza si sono succedute eruzioni sia effusive che pliniane. Durante gli ultimi 20 ka sono avvenute ben sette eruzioni pliniane ad intervalli di alcune migliaia di anni, l'ultima delle quali è la famosa eruzione del 79 d.C. che distrusse le città di Pompei ed Ercolano. Si calcola che ogni evento pliniano sia stato capace di produrre tra i 5 e gli 11 km<sup>3</sup> di materiale piroclastico, diffuso su un'area di circa 20000-30000 ettari (De Niscio 2007).

I Campi Flegrei sono un sistema vulcanico complesso (Perrotta et al. 2006), formato da una serie di piccoli centri a carattere principalmente monogenico (Fedele et al. 2009). Solo negli ultimi 39 ka sono stati attivi più di quaranta differenti centri eruttivi. I prodotti del vulcanismo flegreo sono caratterizzati da un chimismo alcalino-potassico tipico della Provincia Magmatica Romana, con composizioni che variano da basalti shoshonitici a fonoliti (Conticelli et al. 2002; Peccerillo 2005; Fedele et al. 2009).

L'attività vulcanica flegrea ha avuto inizio circa 48 ka fa (Cassignol & Gillot 1982; Rosi & Sbrana 1987) ed è caratterizzata da eruzioni esplosive rari episodi effusivi (Fedele et al. 2009). Tale attività vulcanica si è sviluppata in conseguenza delle fasi tettoniche distensive plio-quadernarie, a cui è

connessa la genesi della cosiddetta Piana Campana (Di Girolamo & Stanzione 1973; Luongo et al. 1991). Il persistente stato di attività del sistema magmatico è testimoniato dall'eruzione del Monte Nuovo del 1538, nonché dall'attuale presenza di fumarole, sorgenti di acque calde e dal fenomeno del bradisismo.

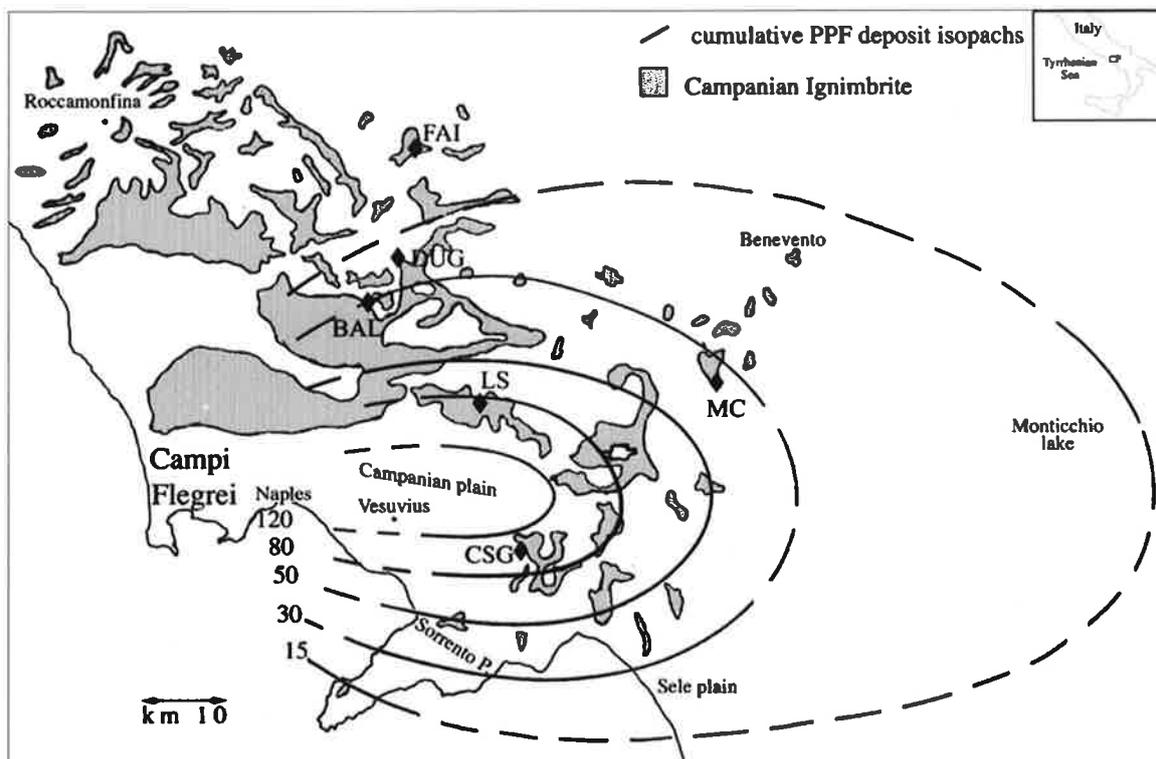


Figura 3 – Mappa della distribuzione prossimale del Tufo Grigio Campano (area ombreggiata) e dello spessore in cm dei depositi da caduta relativi all'eruzione dell'Ignimbrite Campana (da Cappelletti et al. 2003).

Le due grandi caldere che caratterizzano l'area di Campi Flegrei sono legate a due episodi di collasso (Perrotta et al. 2006), connessi rispettivamente alle eruzioni del Tufo Grigio Campano circa 39 ka fa (De Vivo et al. 2001; Fedele et al. 2009) e del Tufo Giallo Napoletano circa 15 ka fa (Deino et al. 2004), i cui prodotti sono per lo più limitati all'area flegrea (Rosi & Sbrana 1987). Le caldere sono caratterizzate da un articolato sistema di alimentazione magmatica, in quanto attraversate da ampie fratture che hanno interessato il basamento attraverso cui è risalito il magma (Di Girolamo et al. 1984; Rosi & Sbrana 1987; Peccerillo 2005; Papa 2011).

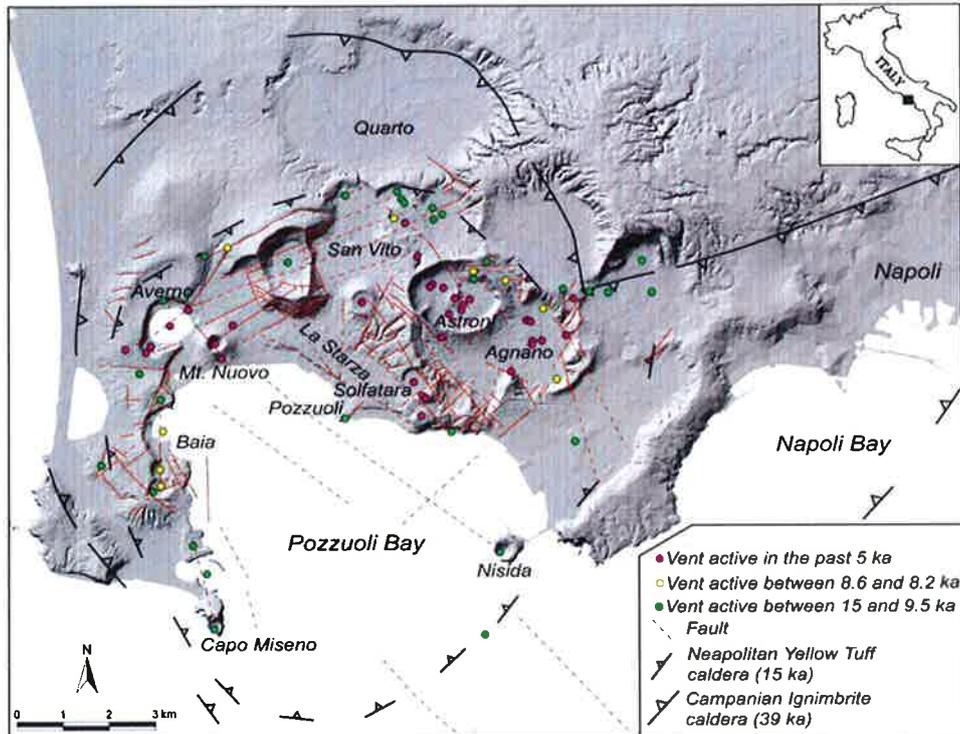


Figura 4 – Carta strutturale schematica dell'area dei Campi Flegrei (da Orsi et al. 2009).

L'attività precedente il Tufo Grigio Campano è stata caratterizzata dalla formazione di un gran numero di centri eruttivi, distribuiti su di un'area più vasta di quella degli attuali Campi Flegrei (Fedele et al. 2009). Questo primitivo campo vulcanico, definito Paleoflegrei (Cole et al. 1994), è stato sede di un'intensa attività vulcanica sia effusiva che esplosiva che si estendeva da Procida fino ai confini orientali dell'odierna città di Napoli (Fedele et al. 2009). Il periodo di attività compreso tra le eruzioni del Tufo Grigio Campano e del Tufo Giallo Napoletano è stato quindi caratterizzato da eruzioni subaeree, concentrate principalmente all'interno della caldera del Tufo Giallo Napoletano (Perrotta 1992; Fedele et al. 2009).

### 5.3 Caratteristiche stratigrafiche

La porzione di Catena Appenninica ricadente nel settore centrale della Regione Campania è costituita da tre grandi unità tettoniche meso-cenozoiche, derivanti dalla deformazione di domini paleogeografici di natura bacinale e di piattaforma carbonatica (Carannante et al. 2012). In particolare, le successioni terrigene di bacino sono riferibili all'Unità tettonica del Sannio (Patacca et al. 1992; Patacca & Scandone 2007), mentre le sequenze carbonatiche di piattaforma sono ascrivibili all'Unità tettonica dei

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO</b>  <b>VIABILITA' DI SOPPRESSIONE PL AL KM 143+883 – V. CALABRONI</b>					
	<b>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</b>	COMMESSA IF0L	LOTTO 01	CODIFICA E 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. A

Monti Lattari-Picentini-Alburni e dell'Unità tettonica Matese-Taburno-Camposauro (D'Argenio et al. 1973; Pescatore & Sgrosso 1973; Boscaino 2000; Carannante et al. 2012).

Su tali successioni poggiano, in discordanza stratigrafica, spesse sequenze sin-orogene tardo-mioceniche, costituite da terreni prevalentemente arenaceo-marnosi e conglomeratico-sabbiosi di scarpata e base scarpata (Carannante et al. 2012). I suddetti depositi sono ricoperti, infine, da estesi sedimenti quaternari di origine vulcanica, alluvionale e detritico-colluviale, particolarmente diffusi in corrispondenza della Piana Campana e della Valle di Maddaloni (Di Girolamo et al. 1973; Brancaccio et al. 1991; Carannante et al. 2012).

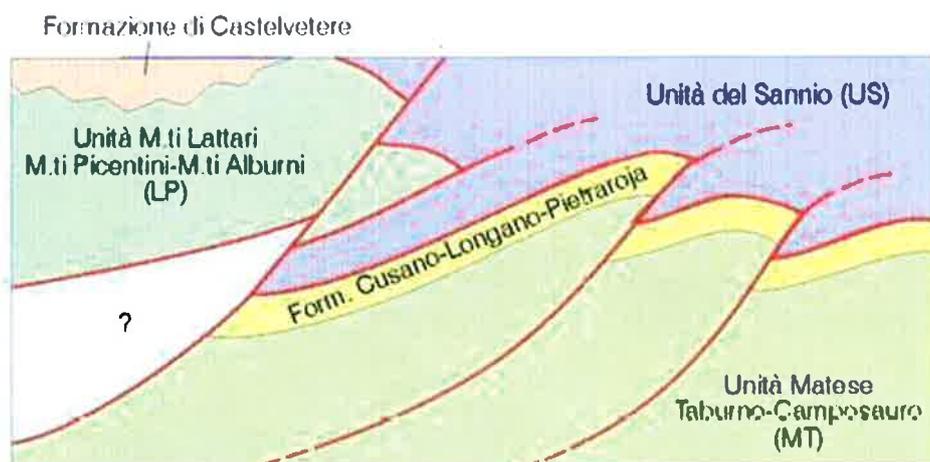


Figura 5 – Schema dei rapporti geometrici tra unità tettoniche e successioni stratigrafiche (da Carannante et al. 2012).

#### 5.4 Caratteristiche strutturali

Il settore della Catena Appenninica affiorante lungo i rilievi montuosi della zona di studio è costituito da tre grandi unità tettoniche meso-cenozoiche, derivanti dalla deformazione di domini paleogeografici di natura bacinale e di piattaforma carbonatica (Carannante et al. 2012). Come detto in precedenza, le successioni terrigene di bacino sono riferibili all'Unità tettonica del Sannio (Patacca et al. 1992; Patacca & Scandone 2007), mentre le sequenze carbonatiche di piattaforma sono ascrivibili all'Unità tettonica dei Monti Lattari-Picentini-Alburni e dell'Unità tettonica Matese-Taburno-Camposauro (D'Argenio et al. 1973; Pescatore & Sgrosso 1973; Boscaino 2000; Carannante et al. 2012).

L'attuale configurazione geometrica delle unità presenti è il risultato di una complessa storia deformativa, caratterizzata da fasi compressive mio-plioceniche seguite da episodi di trascorrenti ed estensionali durante il Pliocene superiore-Pleistocene (Patacca & Scandone 2007; Bonardi et al. 2009;

Carannante et al. 2012). In generale, dal basso verso l'alto è possibile riconoscere l'Unità Matese-Taburno-Camposauro, l'Unità dei Monti Lattari-Picentini-Alburni e l'Unità del Sannio (Carannante et al. 2012).

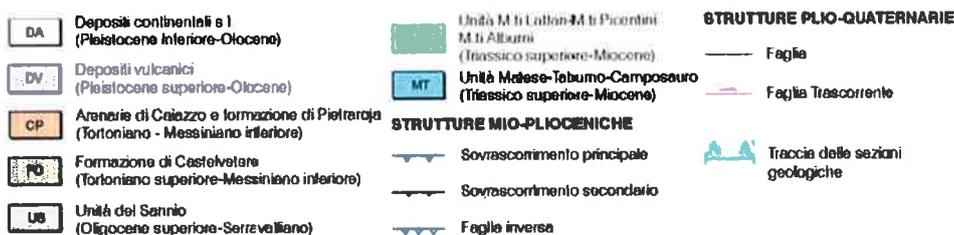
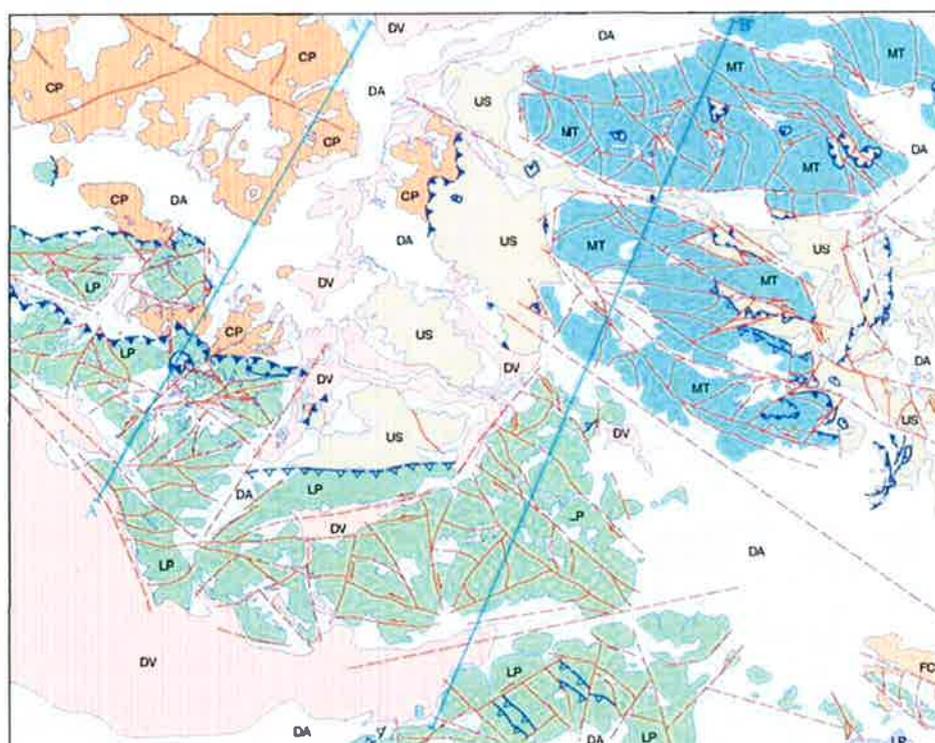


Figura 6 – Schema tettonico dell'Appennino casertano (da Carannante et al. 2012).

Nell'appennino casertano, l'elemento geometricamente più elevato della pila tettonica è rappresentato dall'Unità del Sannio con la sua copertura silicoclastica miocenica (Carannante et al. 2012). Tale unità, derivante da un dominio bacinale originariamente localizzato tra i vari domini di piattaforma (Mostardini & Merlini 1986; Patacca & Scandone 2007; Bonardi et al. 2009), si sovrappone con vergenza orientale sulle due unità mesozoiche di piattaforma carbonatica. L'età della sovrapposizione di tale unità su quella dei Monti Lattari-Picentini-Alburni è riferibile al Tortoniano

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO</b>  <b>VIABILITA' DI SOPPRESSIONE PL AL KM 143+883 – V. CALABRONI</b>					
<b>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</b>	COMMESSA IF0L	LOTTO 01	CODIFICA E 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. A	FOGLIO 17 di 71

inferiore-medio, mentre l'età della sovrapposizione sull'Unità Matese-Taburno-Camposauro risulterebbe successiva alla deposizione delle arenarie del Tortoniano superiore-Messiniano inferiore (Patacca et al. 1990; Di Nocera et al. 1993).

L'evoluzione strutturale della zona è contraddistinta, inoltre, dalla sovrapposizione dell'Unità dei Monti Lattari-Picentini-Alburni sui depositi sin-orogeni delle Arenarie di Caiazzo. Il quadro tettonico è complicato infine dalla presenza di numerosi piani inversi ad alto angolo, successivi ai *thrust* regionali a basso angolo, che determinano la sovrapposizione di differenti livelli stratigrafici delle unità carbonatiche sui depositi silicoclastici dell'Unità del Sannio (Bonardi et al. 2009; Carannante et al. 2012). Tali strutture contrazionali, nonostante risultino fortemente disarticolate dalla sovrapposizione dell'attività tettonica estensionale plio-quadernaria, mostrano una buona continuità laterale e marcate evidenze locali.

La pila tettonica precedentemente formata viene successivamente disarticolata dalla tettonica trascorrente ed estensionale plio-pleistocenica, coeva all'apertura della porzione meridionale del Bacino Tirrenico (Patacca et al. 1990; Casciello et al. 2006; Scrocca et al. 2007; Bonardi et al. 2009). In particolare, in tale settore della catena la tettonica del Pliocene superiore-Pleistocene agisce prevalentemente su lineamenti ad alto angolo con orientazione appenninica ed antiappenninica, riattivando localmente strutture compressive ereditate dalle precedenti fasi tettoniche mio-plioceniche (Carannante et al. 2012).

## **6. ASSETTO GEOLOGICO LOCALE**

L'assetto stratigrafico-strutturale dell'area di stretto interesse progettuale è stato ricostruito integrando i dati ottenuti dal rilevamento geologico effettuato con tutte le informazioni ricavate dalla fotointerpretazione appositamente condotta, dalle fonti bibliografiche disponibili e dalle indagini di sito esistenti o appositamente realizzate per il presente studio.

L'area di stretto interesse progettuale si trova nella porzione meridionale della Valle di Maddaloni, a nord dell'ampia depressione strutturale denominata Piana Campana.

### **6.1 Assetto litostratigrafico**

Le analisi effettuate ed i rilievi di campo condotti hanno permesso di distinguere e cartografare differenti unità geologiche, relative sia a sequenze marine di substrato che a successioni clastiche di copertura. In particolare, le perimetrazioni e le descrizioni geologico-strutturali delle unità individuate

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO</b>  <b>VIABILITA' DI SOPPRESSIONE PL AL KM 143+883 – V. CALABRONI</b>					
<b>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</b>	COMMESSA IF0L	LOTTO 01	CODIFICA E 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. A	FOGLIO 18 di 71

nell'area derivano da un'integrazione tra le informazioni riportate in letteratura ed i dati raccolti dal rilevamento geologico di superficie e dalle numerose indagini geognostiche a disposizione.

Nei settori di stretto interesse progettuale, quindi, sono state individuate nove unità geologiche, di seguito descritte dal basso verso l'alto stratigrafico. Si sottolinea che seguendo i criteri definiti dal Servizio Geologico (Pasquaré et al. 1992) le successioni sono state suddivise utilizzando Unità Stratigrafiche Convenzionali, talora ulteriormente suddivise in membri con particolare composizione litologica.

### 6.1.1 Unità sin-orogene

I presenti terreni sono rappresentati da un'unica successione marina tardo-cenozoica, localmente affiorante nel settore nord-orientale dell'area di intervento. A scala regionale, tali terreni poggiano in discordanza su termini non affioranti nell'area e risultano in contatto tettonico con i termini argilloso-marnosi dell'Unità del Sannio. Nei settori d'intervento, tale unità risulta generalmente ricoperta da spessi depositi quaternari di genesi alluvionale, fluvio-lacustre, vulcanoclastica e detritico-colluviale.

#### 6.1.1.1 Arenarie di Caiazzo

La presente formazione affiora in lembi di ridotta estensione nel settore settentrionale dell'area di studio, rispettivamente in corrispondenza di località Maiorano. Si tratta di depositi marini di base scarpata con sporadiche intercalazioni olistostromiche, costituiti da una singola litofacies a dominante arenaceo-marnosa. Poggiano in contatto stratigrafico discordante su unità non affioranti nell'area e risultano in contatto tettonico con le Argille Varicolori Superiori. Tale sequenza presenta uno spessore massimo di circa 600 m ed è riferibile al periodo Tortoniano superiore - Messiniano inferiore.

Tale successione è formata da arenarie quarzoso-feldspatiche e quarzoso-litiche di colore grigio e marrone chiaro (AIZ), in strati da medi a molto spessi, talora a geometria lenticolare, in alternanza con argille limose e argille marnose di colore grigio, nocciola e grigio-verdastro, in strati da molto sottili a sottili; si rinvengono frequenti intercalazioni di sabbie limose e sabbie limoso-argillose di colore grigio e nocciola, in strati da sottili a medi, e locali lenti e/o livelli di conglomerati poligenici a matrice sabbioso-limosa di colore grigio e marrone-rossastro; a luoghi sono presenti olistostromi a elementi extra-bacinali costituiti da calcari, calcilutiti e radiolariti di colore grigio, avana e biancastro in strati da sottili a medi, talora brecciati.

### 6.1.2 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.

#### 6.1.2.1 Unità di Maddaloni

L'unità in esame non affiora direttamente nell'area di studio, ma si rinviene diffusamente in tutto il settore di intervento al di sotto dei depositi vulcanici del Tufo Grigio Campano. Si tratta di depositi essenzialmente lacustri con frequenti intercalazioni fluviali e vulcanoclastiche, costituiti da tre differenti litofacies a dominante ghiaioso-sabbiosa, sabbioso-limosa e pelitica. Poggiano in contatto stratigrafico discordante sulle unità del substrato e rappresentano il riempimento delle paleo-depressioni morfologiche. A luoghi sono presenti locali paleosuoli brunastri a tessitura sabbioso-limosa e limoso-argillosa. L'unità è caratterizzata da uno spessore massimo di circa 30 m ed è ascrivibile al periodo Pleistocene inferiore - Pleistocene superiore.

La litofacies pelitica è costituita da argille limose, limi argillosi e limi argilloso-sabbiosi di colore grigio, nocciola e grigio-verdastro (**MDL3**), a struttura indistinta o debolmente laminata, con diffusi inclusi piroclastici e locali ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate; a luoghi di rinvengono passaggi di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi di colore grigio, nocciola e brunastro, a struttura indistinta o debolmente laminata, con diffusi inclusi piroclastici e locali ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate.

La litofacies sabbioso-limosa, invece, è formata da sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi di colore grigio, nocciola e giallastro (**MDL2**), a struttura indistinta o debolmente laminata, con diffusi inclusi piroclastici e frequenti ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate; talora sono presenti passaggi di ceneri a granulometria sabbiosa e sabbioso-limosa di colore grigio, marrone e giallastro, a struttura indistinta, con diffuse pomici e scorie di dimensioni millimetriche e centimetriche; a luoghi si rinvengono livelli torbosi di colore nerastro e intercalazioni di limi argillosi grigi e marroni.

Infine, la litofacies ghiaioso-sabbiosa è composta da ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-angolose ad arrotondate (**MDL1**), in matrice sabbiosa, sabbioso-limosa e sabbioso-argillosa di colore grigio, nocciola e giallastro, da scarsa ad abbondante; a luoghi si rinvengono passaggi di sabbie, sabbie

limose e limi sabbiosi di colore grigio, nocciola e grigio-verdastro, a struttura indistinta, con frequenti ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate.

I litotipi in questione sono costituiti da due unità vulcanoclastiche quaternarie ampiamente affioranti in tutta l'area di intervento e, in particolare, in corrispondenza della Valle di Maddalni. 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.

#### 6.1.2.2 Tufo Grigio Campano

La presente unità affiora diffusamente nei settori meridionali e settentrionali dell'area di studio. Si tratta di depositi vulcanici di colata ignimbratica, costituiti da tre differenti litofacies a dominante tufacea, cineritica e pelitica. Poggiano in contatto stratigrafico discordante sulle unità più antiche e rappresentano il riempimento di paleo-depressioni morfologiche. Al tetto è localmente presente un paleosuolo marrone-brunastro a tessitura sabbioso-limosa. La successione mostra uno spessore massimo di circa 45 m ed è riferibile al Pleistocene superiore.



Foto 2 – Affioramento della litofacies litoide del Tufo Grigio Campano lungo la S.P. 50, a NE di Dugenta.



ITINERARIO NAPOLI – BARI  
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO  
I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO

VIABILITA' DI SOPPRESSIONE PL AL KM 143+883 – V. CALABRONI

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA,  
IDROGEOLOGICA E SISMICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0L	01	E 69 RG	GE 00 01 001	A	21 di 71

La litofacies cineritica è composta prevalentemente da ceneri a granulometria sabbiosa e sabbioso-limoso di colore grigio, nocciola e giallastro (**TGC2**), a struttura indistinta, con diffuse pomice e scorie di dimensioni millimetriche e centimetriche e rare ghiaie poligeniche da angolose a sub-angolose; nella parte bassa della successione è localmente presente un livello di pomice grossolane di colore biancosato, angolose e a struttura indistinta.

La litofacies litoide, infine, è formata da tufi lapidei di colore grigio, grigio-violaceo e grigio-nocciola (**TGC1**), a struttura massiva, con diffuse pomice e scorie di dimensioni millimetriche e centimetriche e subordinati cristalli e litici lavici; verso l'alto passano a tufi lapidei di colore giallastro e nocciola-giallastro, a struttura massiva, con diffuse pomice e scorie di dimensioni millimetriche e centimetriche.

### 6.1.3 Depositi continentali

Questi terreni sono rappresentati da tre 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.

#### 6.1.3.1 Depositi alluvionali recenti

Tali depositi affiorano nei settori meridionali e settentrionali dell'area di studio, in corrispondenza del fondovalle del Vallone Migliara ad est del centro abitato di Dugenta. In generale, si tratta di depositi continentali di canale fluviale, argine, conoide alluvionale e piana inondabile, costituiti da una litofacies a dominante limoso-argillosa. Poggiano in contatto stratigrafico discordante sulle unità più antiche, e in particolare sui terreni vulcanoclastici del Tufo Grigio Campano. La successione in esame presenta uno spessore massimo di circa 12 m ed è riferibile all'Olocene.

La litofacies a dominante pelitica è costituita da argille limose, limi argillosi e limi argilloso-sabbiosi di colore marrone e bruno-rossastro (**bb2**), a struttura indistinta o debolmente laminata, con diffusi inclusi piroclastici e rare ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate; a luoghi si rinvencono passaggi di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi di colore marrone, grigio e giallastro, a struttura indistinta, con diffusi inclusi piroclastici e frequenti ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate.

#### 6.1.3.2 Depositi alluvionali attuali

I terreni in questione si rinvencono in tutto il settore di studio, in corrispondenza dell'alveo dei principali corsi d'acqua dell'area rappresentati dal Vallone Migliara, a sud, e dal Vallone del Ferro, a

nord. In generale, si tratta di depositi continentali di canale fluviale e argine, costituiti da una litofacies a sabbioso-limosa. Poggiano in contatto stratigrafico discordante sulle unità geologiche più antiche e, prevalentemente, sui Depositi alluvionali recenti e sulle Coltri eluvio-colluviali. L'unità presenta uno spessore massimo di circa 3 m ed è sempre ascrivibile all'Olocene.

La litofacies sabbioso-limosa è costituita da sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi di colore marrone, grigio e giallastro (**ba2**), a struttura indistinta o debolmente laminata, con locali inclusi piroclastici e frequenti ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate; a luoghi si rinvencono passaggi di ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-angolose ad arrotondate, in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa di colore marrone, grigio e giallastro, generalmente abbondante.

#### 6.1.3.3 Coltri eluvio-colluviali



Foto 3 – Affioramento delle Coltri eluvio-colluviali lungo Via Boscocupo, a SE del centro abitato di Dugenta, in appoggio sui termini litologici del Tufo Grigio Campano.

Tali terreni si rinvencono diffusamente in tutta l'area di studio, in località Fabricine a nord del centro abitato di Dugenta. 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

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO</b>  <b>VIABILITA' DI SOPPRESSIONE PL AL KM 143+883 – V. CALABRONI</b>					
<b>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</b>	COMMESSA IF0L	LOTTO 01	CODIFICA E 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. A	FOGLIO 23 di 71

unità più antiche. 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 rinvencono 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.

## 6.2 Assetto strutturale

Dal punto di vista strutturale, l'evoluzione dell'area di studio è connessa con la tettonica compressiva, trascorrente ed estensionale che ha interessato questo settore della Catena Appenninica a partire dal Miocene. In generale, le principali strutture tettoniche appaiono parzialmente sepolte al di sotto dei depositi quaternari e, pertanto, l'esatta definizione dei rapporti geometrici tra le varie unità geologiche è generalmente complessa e di non facile lettura.

### 6.2.1 Strutture compressive

L'Appennino Campano è caratterizzato dalla presenza di numerosi ed importanti sovrascorrimenti tettonici, responsabili della strutturazione della Catena Appenninica meridionale. Detti elementi determinano il contatto tra i differenti settori di Catena e portano, molto spesso, alla sovrapposizione delle varie unità stratigrafico-strutturali affioranti nell'area. Sulla scorta dei rilievi di campo condotti e degli studi bibliografici disponibili, è possibile suddividere i fronti di sovrascorrimento in due gruppi principali, con andamento e caratteristiche sensibilmente differenti.

Al primo gruppo di strutture compressive è riferibile il *thrust* che caratterizza i rilievi di Monte Aglio, Monte Longo e Monte Airola, lungo il margine meridionale della Valle di Maddaloni. Si tratta di un sovrascorrimento a medio e basso angolo, ad andamento circa NE-SW e vergenza Nord-occidentale, che determina la sovrapposizione dei termini carbonatici dell'Unità dei Monti Lattari-Picenti-Albuni sui depositi prevalentemente pelitici dell'Unità tettonica del Sannio. Tale elemento presenta un andamento fortemente arcuato e, in generale, tende ad approfondirsi nei settori centrali della dorsale, formando una tipica sinclinale di rampa. Il *thrust* è associato a una spessa fascia di tettonizzazione, nell'ordine di alcune decine di metri, e risulta dislocato da numerose faglie dirette e inverse ad alto angolo, ad andamento NE-SW, NW-SE e E-W.

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO</b>					
	<b>VIABILITA' DI SOPPRESSIONE PL AL KM 143+883 – V. CALABRONI</b>					
<b>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</b>	COMMESSA IF0L	LOTTO 01	CODIFICA E 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. A	FOGLIO 24 di 71

Il secondo gruppo di strutture, invece, è rappresentato dal *thrust* che delimita il margine settentrionale di Castello, a Sud del Torrente Isclero. Si tratta, in questo caso, di un sovrascorrimento a basso angolo con direzione circa WNW-ESE e vergenza settentrionale, che determina la sovrapposizione dei litotipi calcareo-dolomitici dell'Unità dei Monti Lattari-Picenti-Albuni sui terreni argilloso-marnosi dell'Unità tettonica del Sannio e sui depositi silicoclastici delle Unità sin-orogene.

Infine, a Sud del rilievo di Monte Airola, è presente un ulteriore gruppo di strutture compressive rappresentato da una faglia inversa ad alto angolo, ad andamento circa WNW-ESE. Tale elemento è caratterizzato da una spessa fascia di tettonizzazione e, in generale, determina la sovrapposizione del margine meridionale su quello più settentrionale, con rigetti nell'ordine di alcune decine di metri.

### 6.2.2 Strutture distensive

Le strutture distensive sono senza dubbio le più diffuse nei settori di studio, in quanto interessano buona parte dei termini litologici del substrato e, localmente, i termini vulcanoclastici che colmano le depressioni morfostrutturali della Piana Campana e della Valle di Maddaloni. Tali elementi tagliano gran parte delle strutture tettoniche più antiche e influenzano direttamente l'assetto morfologico superficiale dell'intera area di studio, soprattutto in corrispondenza dei rilievi carbonatici dei Monti Tifantini e di Durazzano.

Il rilievo di Monte Aglio, Monte Longo e Monte Airola è interessato da numerose strutture distensive, che dislocano i termini carbonatici formando un sistema a gradinata ribassato verso il margine meridionale e Nord-occidentale della dorsale. Le suddette faglie sono riferibili a due sistemi principali, orientati grossomodo NE-SW e NW-SE, e ad un sistema secondario, ad asse circa E-W. I primi due sono responsabili della dislocazione dei termini calcareo-dolomitici lungo il versante Nord-occidentale del rilievo e lungo il margine meridionale dello stesso, mentre il sistema secondario taglia la parte centrale della dorsale immediatamente a Sud di Monte Airola. Le faglie in questione sono generalmente ad alto angolo o sub-verticali e, nella maggioranza dei casi, mostrano rigetti variabili tra qualche metro e alcune decine di metri. Localmente, come nel caso delle strutture più settentrionali, i piani di taglio sono associati a spesse fasce di deformazione, che producono una fratturazione molto spinta delle rocce coinvolte fino alla formazione di vere e proprie fasce cataclastiche.

La dorsale di Monte Calvi, Monticello e Monte Castello, invece, è interessata da diverse faglie normali trasversali al rilievo, su cui si impostano buona parte degli elementi idrografici e morfologici più

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO</b>					
	<b>VIABILITA' DI SOPPRESSIONE PL AL KM 143+883 – V. CALABRONI</b>					
<b>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF0L	01	E 69 RG	GE 00 01 001	A	25 di 71

importanti. Tali elementi risultano orientati in direzione NW-SE o E-W e, generalmente, determinano il ribassamento dei termini carbonatici verso Sud.

La faglia bordiera di questo rilievo è rappresentata da una struttura distensiva ad asse NW-SE, che si sviluppa lungo tutta la Valle di Maddaloni tra l'Acquedotto Romano e il fondovalle del Fiume Isclero. A Nord di tale elemento, in prossimità della Stazione Ferroviaria di Frasso Telesino, è presente infine un'ulteriore faglia diretta ad andamento NW-SE, che ribassa verso NE i depositi silicoclastici delle Unità sin-orogene rispetto ai termini argilloso-marnosi dell'Unità del Sannio.

### **6.2.3 Assetto giaciturale**

Per quanto riguarda l'assetto giaciturale, i termini litologici del substrato sedimentario sono caratterizzati da un andamento piuttosto regolare ed omogeneo, ma fortemente influenzato dai numerosi elementi tettonici presenti nell'area. I litotipi calcareo-dolomitici dell'Unità dei Monti Lattari-Picentini-Alburni presentano un assetto generalmente monoclinale o blandamente ondulato, mentre i termini silicoclastici dell'Unità del Sannio e delle Coperture sin-orogene mostrano un assetto per lo più caotico e disordinato, caratterizzato da numerose strutture plicative a piccola e media scala.

I depositi vulcanoclastici che colmano la Piana Campana e la Valle di Maddaloni, invece, sono contraddistinti da un assetto fondamentalmente tabulare in quanto rappresentano in riempimento recente delle paleo-depressioni morfologiche. Tali depositi non sono stati interessati da tettonica compressiva e pertanto risultano privi di strutture plicative, anche se localmente risultano caratterizzati da strutture fragili connesse alla tettonica estensionale quaternaria.

## **7. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO REGIONALE**

L'assetto geomorfologico dell'Appennino campano risulta caratterizzato dalla presenza di spesse successioni marine meso-cenozoiche a dominante calcareo-dolomitica e arenaceo-marnosa, variamente affioranti in corrispondenza dei rilievi collinari e montuosi più estesi (Boscaino 2000; Patacca & Scandone 2007; Carannante et al. 2012). I depositi continentali quaternari, invece, sono particolarmente diffusi in corrispondenza delle principali pianure morfologiche dell'area, quali la Piana Campana, la Valle di Maddaloni e la media valle del Fiume Volturno (Di Girolamo et al. 1973; Brancaccio et al. 1991; Carannante et al. 2012).

I settori pianeggianti della Piana Campana, della Valle di Maddaloni e della media valle del Fiume Volturno derivano invece dall'aggradazione di materiali vulcanoclastici e fluvio-lacustri sul fondo di

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO</b> <b>VIABILITA' DI SOPPRESSIONE PL AL KM 143+883 – V. CALABRONI</b>				
	<b>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</b>	COMMESSA IF0L	LOTTO 01	CODIFICA E 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01 001

conche subsidenti, generatesi probabilmente in seguito all'attività tettonica delle faglie bordiere dei rilievi carbonatici (Carannante et al, 2012). Nel corso del Pleistocene medio buona parte dell'attuale *Graben* Campano risulta occupata dal mare, essenzialmente a causa della forte subsidenza tettonica registrata in tutto il settore della piana (Brancaccio et al. 1991; Romano et al. 1994; Carannante et al. 2012).



Figura 7 – Modello digitale del terreno della Regione Campania (da APAT 2007).

In seguito all'Ultimo Interglaciale, buona parte dell'attuale Piana Campana emerge dal mare e si registra la messa in posto dell'Ignimbrite Campana (Di Girolamo et al. 1973; De Vivo et al. 2001). La risposta dei sistemi fluviali a tale variazione del livello di base è associata agli inasprimenti climatici dell'Ultimo Glaciale (50-18 ka) e si traduce, fondamentalmente, in una intensa fase di incisione che determina la dissezione dei depositi vulcanici e la formazione di terrazzi lungo le principali aste vallive (Carannante et al. 2012). La dinamica recente ed attuale delle piane tettoniche e alluvionali, infine, è essenzialmente riconducibile a processi fluviali e gravitativi (Brancaccio et al. 1991; Carannante et al. 2012).

### 7.1 Morfologia dei sistemi fluviali

Uno dei principali elementi morfologici dell'area è rappresentato dal reticolo idrografico superficiale (Chiocchini 2007), che si sviluppa in maniera differente nei settori di territorio posti rispettivamente a

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO</b>  <b>VIABILITA' DI SOPPRESSIONE PL AL KM 143+883 – V. CALABRONI</b>					
<b>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</b>	COMMESSA IF0L	LOTTO 01	CODIFICA E 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. A	FOGLIO 27 di 71

Nord e a Sud della dorsale carbonatica di Monte Longano. 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 (Di Girolamo et al. 1973; Brancaccio et al. 1991; Carannante et al. 2012). 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. ASSETTO GEOMORFOLOGICO LOCALE**

L'area di studio, in relazione con la complessa evoluzione geologica subita, risulta fortemente influenzata dal locale assetto stratigrafico e strutturale, oltre che dai fenomeni di modellamento superficiale che l'hanno interessata durante il Quaternario e dalle importanti variazioni eustatiche succedutesi nel tempo.

Di seguito vengono descritti, nel dettaglio, i principali elementi geomorfologici presenti nell'area ed i relativi fattori morfoevolutivi, con esplicito riferimento a quanto riportato nelle cartografie tematiche in allegato alle presenti note.

### **8.1 Elementi idrografici**

In generale, il reticolo idrografico presenta uno sviluppo piuttosto articolato ed un *pattern* sub-dendritico o sub-angolato, che segue in buona sostanza le principali direttrici tettoniche dell'area. La struttura della rete idrografica, pertanto, risulta fortemente condizionata sia dalla natura litologica del substrato che dagli elementi strutturali che lo hanno interessato. Il reticolo idrografico infatti si presenta più esteso ed articolato nei settori di affioramento dei litotipi a dominante pelitica o metapelitica e meno articolato, con andamento sub-rettilineo, nelle aree di affioramento dei termini litologici a comportamento litoide o pseudo-litoide.

Il settore oggetto di studi è caratterizzato da numerosi corsi d'acqua, a carattere stagionale e/o torrentizio, e da diffusi canali e solchi di erosione concentrata di limitata estensione. Da Nord a Sud, i principali elementi idrografici sono rappresentati dal Vallone del Ferro, Torrente San Giorgio e Vallone Migliara. I corsi d'acqua presenti in corrispondenza della Valle di Maddaloni ricadono nel bacino idrografico del Fiume Volturno.

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO</b>					
	<b>VIABILITA' DI SOPPRESSIONE PL AL KM 143+883 – V. CALABRONI</b>					
<b>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</b>	COMMESSA IF0L	LOTTO 01	CODIFICA E 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. A	FOGLIO 28 di 71

## 8.2 Elementi strutturali e tettonici

Un importante ruolo nell'evoluzione morfologica del territorio è svolto, ovviamente, dall'assetto strutturale dei litotipi affioranti e dal loro differente grado di erodibilità, legato essenzialmente alla natura litologica e sedimentologica dei depositi. Ad essi si aggiungono i numerosi elementi tettonici presenti nell'area, connessi alla complessa evoluzione tettonica che ha interessato i settori di Catena in questione a partire dal Miocene.

La morfogenesi selettiva ha portato, infatti, allo sviluppo di forme morbide e poco marcate in corrispondenza dei settori di affioramento di termini litologici prevalentemente pelitici e arenaceo-marnosi, che risultano caratterizzati da ampie vallate e pendii poco acclivi privi di bruschi stacchi morfologici. Nelle aree di affioramento dei termini litologici a comportamento lapideo o pseudo-lapideo, al contrario, la morfogenesi selettiva ha portato allo sviluppo di forme più aspre e marcate, caratterizzate da strette vallate e versanti molto acclivi, spesso interrotti da bruschi stacchi morfologici connessi ad importanti elementi tettonici o con le superfici di strato dei livelli più competenti.

I settori di piana alluvionale, come la Valle di Maddaloni, sono caratterizzate dalla presenza di spessi depositi di copertura, di genesi prevalentemente alluvionale, fluvio-lacustre, vulcanica e detritico-colluviale. In tali aree la morfogenesi selettiva svolge un ruolo di secondaria importanza nell'evoluzione geomorfologica dei rilievi, in quanto subordinata ai processi deposizionali e di alterazione *in situ* dei litotipi affioranti.

## 8.3 Forme, processi e depositi dovuti alle acque correnti superficiali

Nell'intera area esaminata le principali forme di accumulo connesse al deflusso idrico superficiale derivano, essenzialmente, dai processi deposizionali dei principali sistemi fluviali presenti, come il T. San Giorgio e il V.ne Migliara. In corrispondenza di tali elementi, infatti, i meccanismi deposizionali risultano preponderanti sugli altri processi geomorfologici e, pertanto, conferiscono a tutto il territorio una morfologia blandamente ondulata e leggermente degradante verso NW.

I depositi alluvionali si distribuiscono su superfici sub-pianeggianti generalmente poco estese, strutturate su diversi ordini di terrazzi posti a differenti quote sui fondovalle attuali. Tali terreni presentano una granulometria generalmente sabbioso-limosa, anche se mostrano al loro interno vistose variazioni sedimentologiche dovute alle frequenti intercalazioni ghiaiose e argilloso-limose. Inoltre, lungo il margine meridionale di Monte Airola, i suddetti processi deposizionali determinano la formazione di una estesa



ITINERARIO NAPOLI – BARI  
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO  
I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO

VIABILITA' DI SOPPRESSIONE PL AL KM 143+883 – V. CALABRONI

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA,  
IDROGEOLOGICA E SISMICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0L	01	E 69 RG	GE 00 01 001	A	29 di 71

conoide alluvionale quiescente, che ricopre parzialmente i depositi piroclastici dell'Unità di Casalnuovo-Casoria e del Tufo Grigio Campano.

All'interno della Valle di Maddaloni i depositi alluvionali dei principali corsi d'acqua dell'area risultano generalmente incassati all'interno del Tufo Grigio Campano, che rappresenta a sua volta un terrazzo strutturale. Infine, in corrispondenza dello sbocco delle principali aste torrentizie nel fondovalle del T. Isclero si rinvengono diffuse conoidi di origine mista, attualmente quiescenti, dovute sia al deflusso delle acque correnti superficiali che a fenomeni di *debris flow*.

Lungo buona parte dei corsi d'acqua dell'area si rinvengono frequenti scarpate fluviali, di altezza ed estensione variabile, e zone di erosione laterale delle sponde. Gli alvei secondari mostrano, in generale, una marcata tendenza all'approfondimento, mentre gli alvei più importanti sono caratterizzati da prevalenti meccanismi deposizionali. Ulteriori scarpate fluviali, ormai inattive e fortemente degradate, sono presenti in corrispondenza dei margini esterni dei terrazzi morfologici più estesi, posti a quote variabili dal fondovalle attuale e impostati generalmente sui terreni del Tufo Grigio Campano.

Lungo i versanti e in corrispondenza delle parti alte dei bacini imbriferi, si rinvengono inoltre diffusi fenomeni erosivi sia areali che lineari, connessi al deflusso non regimato delle acque correnti superficiali. Tali fenomeni generano, ovviamente, forme caratteristiche quali solchi di erosione concentrata e vallecicole a V o a fondo concavo, particolarmente evidenti sia nei settori di affioramento dei terreni eluvio-colluviali che in corrispondenza dei versanti carbonatici che bordano la Valle di Maddaloni e la Piana Campana.

## 9. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO REGIONALE

La porzione centrale della Regione Campania è caratterizzata da una notevole complessità idrogeologica, strettamente connessa alla presenza di differenti successioni sedimentarie e numerose strutture tettoniche (Carannante et al. 2012). Tali settori presentano quindi 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 (Celico et al. 2007; Carannante et al. 2012).

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 (Celico 1978, 1983, 1986; Celico et al. 2007). 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 (Carannante et al. 2012). 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 (Celico et al. 2007; Carannante et al. 2012).

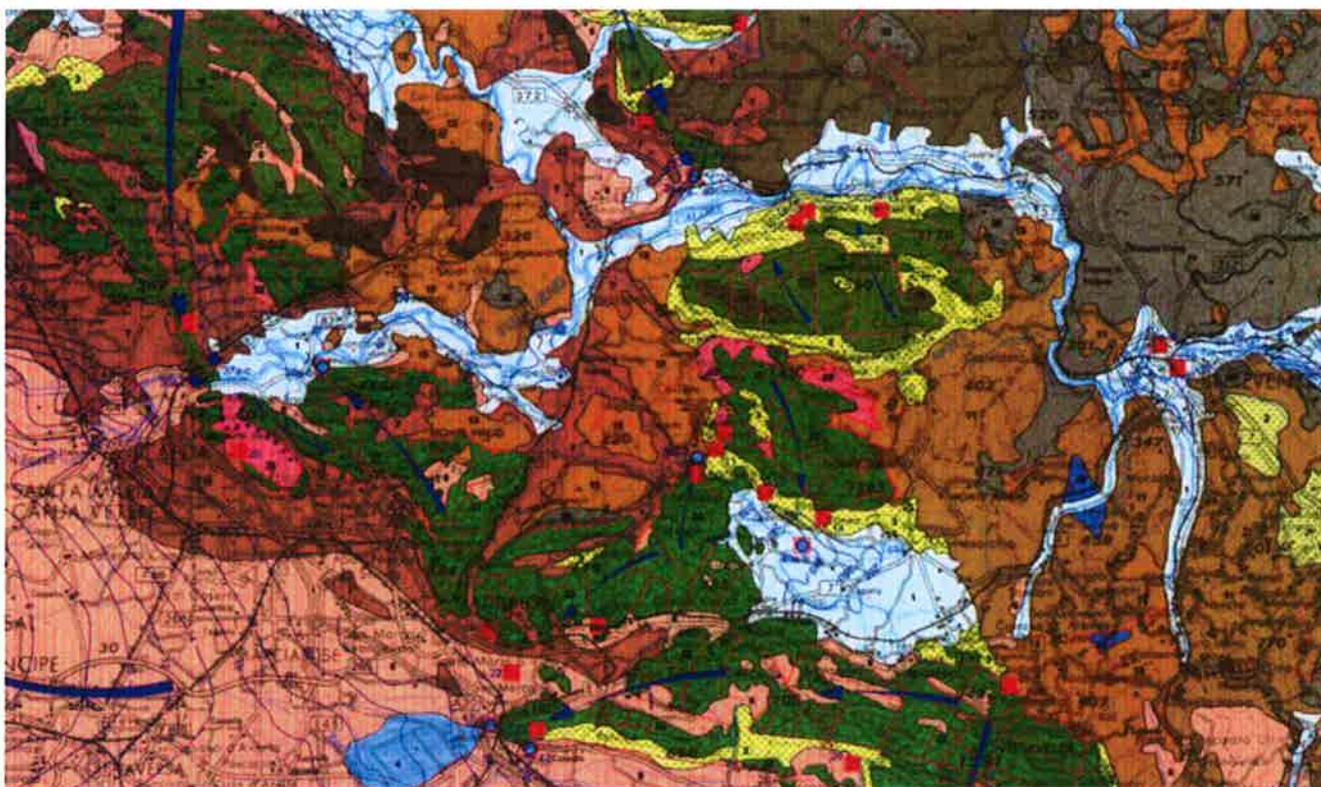


Figura 8 – Stralcio della Carta idrogeologica dell'Italia Meridionale, con indicazione delle principali linee di flusso (da Celico et al. 2007).

La 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 degli depositi piroclastici, alluvionali e marini più permeabili che le riempiono (Bellucci et al. 1990; Celico et al. 1994; Carannante et al. 2012). 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 (Bellucci et al. 1990; Celico et al. 1994).

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO</b>					
	<b>VIABILITA' DI SOPPRESSIONE PL AL KM 143+883 – V. CALABRONI</b>					
<b>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF0L	01	E 69 RG	GE 00 01 001	A	31 di 71

## 9.1 Acquiferi e unità idrogeologiche

Come detto, il territorio di studio è caratterizzato da una fortissima eterogeneità e complessità delle caratteristiche idrogeologiche, riconducibile sia al complesso assetto strutturale dell'area che alla grande varietà di termini litologici affioranti (Celico et al. 2007; Carannante et al. 2012). In particolare, i litotipi presenti nei settori di specifico interesse progettuale possono essere raggruppati in quattro differenti unità idrogeologiche, ognuna della quale costituisce degli acquiferi di importanza più o meno significativa (Celico et al. 2007).

**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 (Celico et al. 2007). Tali acquiferi rappresentano, in particolare, la principale fonte di approvvigionamento idropotabile della penisola italiana, essendo caratterizzati da un deflusso sotterraneo medio particolarmente elevato, dell'ordine di  $4100 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{anno}$ .

**Acquiferi delle successioni di bacino e di avanfossa:** tali acquiferi sono composti da depositi essenzialmente marini, riferibili a successioni sedimentarie di bacino o di avanfossa (Celico et al. 2007). Risultano particolarmente diffusi nei settori collinari di tutta la Catena Appenninica e, generalmente, danno luogo a strutture idrogeologiche di una certa importanza solo per l'approvvigionamento idrico di piccoli centri abitati (Celico et al. 2007).

**Complessi delle successioni vulcaniche:** i presenti acquiferi sono formati, prevalentemente, da prodotti connessi all'attività eruttiva plio-quadernaria dei principali distretti vulcanici dell'Appennino centro-meridionale (Celico et al. 2007). Nonostante la notevole complessità idrogeologica, tali acquiferi risultano molto importanti per l'elevato valore economico delle acque sotterranee, spesso contraddistinte da pregiate proprietà organolettiche tra cui, ad esempio, l'arricchimento di  $\text{CO}_2$  (Celico et al. 2007).

**Complessi delle successioni continentali e marine:** questi acquiferi sono costituiti da sedimenti plio-quadernari formati in ambiente subaereo o marino, riferibili quindi a depositi di detritico-colluviali, alluvionali, lacustri e costieri, in parte emersi a seguito delle fasi di sollevamento della Catena Appenninica (Maggiore et al. 1996; Celico et al. 2007). Si tratta, ovviamente, di acquiferi di particolare importanza ai fini del reperimento di risorse idriche sotterranee, sia per l'intenso uso del territorio che caratterizza le aree di affioramento di tali depositi sia per la soggiacenza relativamente bassa della zona di saturazione (Ricchetti et al. 1989; Celico et al. 2007).

	<p>ITINERARIO NAPOLI – BARI  RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO  I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO</p> <p>VIABILITA' DI SOPPRESSIONE PL AL KM 143+883 – V. CALABRONI</p>												
<p><b>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA,  IDROGEOLOGICA E SISMICA</b></p>	<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>IF0L</td> <td>01</td> <td>E 69 RG</td> <td>GE 00 01 001</td> <td>A</td> <td>32 di 71</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF0L	01	E 69 RG	GE 00 01 001	A	32 di 71
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF0L	01	E 69 RG	GE 00 01 001	A	32 di 71								

Ovviamente, 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 (Celico et al. 2007). Il recapito delle falde alluvionali è rappresentato, generalmente, da un limite a potenziale imposto corrispondente ad un corpo idrico superficiale, come fiumi, laghi e mari. Localmente, la tipologia di rapporti tra falde sotterranee e corpi idrici continentali può essere anche di segno opposto, o comunque mutare nel corso dell'anno idrologico in relazione alla variazione relativa dei livelli idrici (Celico et al. 2007).

## 9.2 Strutture idrogeologiche e idrodinamica degli acquiferi

L'Appennino Campano è caratterizzato da un assetto geologico-strutturale particolarmente complesso, che influenza direttamente lo schema di circolazione idrica dell'area. In questo settore, infatti, è possibile riscontrare il motivo idrogeologico tipico dell'Appennino meridionale, ovvero la giustapposizione laterale e verticale di unità carbonatiche ad elevata permeabilità con terreni silicoclastici poco permeabili (Carannante et al. 2012). I termini calcareo-dolomitici sono caratterizzati da una ingente circolazione idrica basale, mentre i depositi silicoclastici presentano un deflusso idrico frazionato o del tutto assente (Celico et al. 2007).

Al contatto con i terreni a permeabilità più bassa, il deflusso idrico sotterraneo delle unità carbonatiche viene a giorno e genera, pertanto, importanti sorgenti basali (Celico 1978; Celico et al. 2007). Nei settori di territorio dove le unità carbonatiche sono in contatto laterale con i depositi alluvionali e vulcanoclastici quaternari, invece, sono possibili travasi idrici sotterranei verso le valli fluviali e quindi l'alimentazione dei corpi idrici superficiali (Carannante et al. 2012). Locali variazioni di questo schema di circolazione idrica sono associabili a elementi strutturali quali faglie e sovrascorrimenti, che possono costituire un ostacolo alla circolazione idrica per una marcata riduzione della permeabilità.



	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO</b>  <b>VIABILITA' DI SOPPRESSIONE PL AL KM 143+883 – V. CALABRONI</b>					
	<b>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</b>	COMMESSA IF0L	LOTTO 01	CODIFICA E 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. A

carbonatiche che silicoclastiche (Brancaccio et al. 1991; Carannante et al. 2012). La falda è alimentata dalle limitrofe idrostrutture carbonatiche e dalle precipitazioni meteoriche (Celico 1983; Allocca & Grasso 1998), mentre il deflusso idrico di basse è orientato prevalentemente verso NE, in direzione del fondovalle del Fiume Volturno.

## 10. ASSETTO IDROGEOLOGICO LOCALE

L'approfondimento idrogeologico realizzato per il presente studio ha consentito di definire, con il dovuto grado di dettaglio, le principali caratteristiche dell'area e lo schema di deflusso idrico sotterraneo relativo a tale settore. Le analisi sono state basate, in particolare, sui dati geologico-strutturali a disposizione e sulle informazioni idrogeologiche presenti nella vasta letteratura scientifica riguardante l'area.

Il modello idrogeologico così sviluppato è stato quindi integrato, ove possibile, con ulteriori dati provenienti dal monitoraggio piezometrico delle strumentazioni appositamente installate nei fori di sondaggio, dalle numerose prove di permeabilità condotte in fase di perforazione e dal censimento dei principali punti d'acqua presenti nell'area. Inoltre, i dati piezometrici reperiti e le informazioni idrogeologiche contenute negli studi esistenti, hanno costituito un valido strumento per la ricostruzione del deflusso idrico sotterraneo di alcuni settori caratteristici dell'area di studio.

Infine, lo studio geologico condotto ha permesso di definire, in maniera puntuale e dettagliata, lo stato di alterazione/fessurazione/carsismo degli ammassi rocciosi e le caratteristiche granulometriche dei terreni interessati dalle opere in progetto. Infatti, tali elementi influenzano in maniera diretta il coefficiente di permeabilità dei vari corpi geologici e, quindi, la circolazione idrica sotterranea dell'area di studio.

### 10.1 Complessi idrogeologici

Nell'area in esame sono stati individuati otto complessi idrogeologici, distinti sulla base delle differenti caratteristiche di permeabilità e del tipo di circolazione idrica che li caratterizza. Di seguito, vengono descritti i caratteri peculiari dei diversi complessi individuati, seguendo uno schema basato sull'assetto geologico e litostratigrafico dell'area di intervento.

Si sottolinea, infine, che la stima del *range* di variazione del coefficiente di permeabilità relativo ad ogni complesso idrogeologico è stata effettuata in funzione delle caratteristiche sedimentologiche e

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO</b>  <b>VIABILITA' DI SOPPRESSIONE PL AL KM 143+883 – V. CALABRONI</b>					
<b>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</b>	COMMESSA IF0L	LOTTO 01	CODIFICA E 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. A	FOGLIO 35 di 71

litologiche dei terreni, nonché del grado di alterazione, fessurazione e carsismo dei singoli ammassi rocciosi.

### 10.1.1 Complessi delle unità del substrato sedimentario

Questo gruppo è rappresentato da un complesso idrogeologico, costituiti da una successione sedimentaria meso-cenozoiche a dominante arenaceo-pelitica.

#### 10.1.1.1 Complesso arenaceo-marnoso

Al complesso in questione sono riferiti i litotipi prevalentemente arenaceo-marnosi dell'unità **AIZ**. È formato, quindi, da arenarie quarzoso-feldspatiche e quarzoso-litiche in strati da medi a molto spessi (**CRM**), talora a geometria lenticolare, in alternanza con argille limose e argille marnose in strati da molto sottili a sottili; si rinvengono frequenti intercalazioni di sabbie limose e sabbie limoso-argillose, in strati da sottili a medi, e locali lenti e/o livelli di conglomerati poligenici a matrice sabbioso-limosa; a luoghi sono presenti spessi passaggi di calcari, calcilutiti e radiolariti in strati da sottili a medi, talora brecciati.

Costituiscono acquiferi misti di scarsa trasmissività, fortemente eterogenei ed anisotropi; sono sede di falde idriche di ridotta rilevanza, generalmente frazionate e a carattere stagionale. La permeabilità, per porosità e fessurazione, è variabile da bassa a media. A questo complesso si può attribuire un coefficiente di permeabilità  $k$  variabile tra  $1 \cdot 10^{-7}$  e  $1 \cdot 10^{-4}$  m/s.

### 10.1.2 Complessi dei depositi di copertura

Tale gruppo è rappresentato da sette differenti complessi idrogeologici, composti essenzialmente da depositi quaternari di natura vulcanica, alluvionale, lacustre e detritico-colluviale.

#### 10.1.2.1 Complesso fluvio-lacustre fine

Il presente complesso è rappresentato dai terreni fluvio-lacustri prevalentemente pelitici dell'unità di copertura **MDL3**. Si tratta di argille limose, limi argillosi e limi argilloso-sabbiosi a struttura indistinta o debolmente laminata (**CFF**), con diffusi inclusi piroclastici e locali ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate; a luoghi si rinvengono passaggi di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi a struttura indistinta o debolmente laminata, con diffusi inclusi piroclastici e locali ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate; talora sono presenti paleosuoli a tessitura sabbioso-limosa e limoso-argillosa.

Costituiscono limiti di permeabilità per gli acquiferi giustapposti verticalmente o lateralmente e, nello specifico contesto idrogeologico di riferimento, rappresentano degli *acquiclude* di importanza variabile in

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO</b>					
	<b>VIABILITA' DI SOPPRESSIONE PL AL KM 143+883 – V. CALABRONI</b>					
<b>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</b>	COMMESSA IF0L	LOTTO 01	CODIFICA E 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. A	FOGLIO 36 di 71

relazione allo spessore dei depositi; non sono presenti falde o corpi idrici sotterranei di una certa rilevanza. La permeabilità, esclusivamente per porosità, è variabile da impermeabile a molto bassa. Al presente complesso può quindi essere attribuito un coefficiente di permeabilità  $k$  compreso tra  $1 \cdot 10^{-10}$  e  $1 \cdot 10^{-7}$  m/s.

#### 10.1.2.2 Complesso fluvio-lacustre grossolano

Questo complesso è costituito dai terreni grossolani delle unità fluvio-lacustri **MDL1** e **MDL2**. È formato da ghiaie poligeniche ed eterometriche (**CFG**), da sub-angolose ad arrotondate, in matrice sabbiosa, sabbioso-limosa e sabbioso-argillosa da scarsa ad abbondante; sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi a struttura indistinta o debolmente laminata, con diffusi inclusi piroclastici e frequenti ghiaie poligeniche da sub-angolose ad angolose; a luoghi si rinvengono passaggi di ceneri a granulometria sabbiosa e sabbioso-limosa, sottili livelli torbosi e locali intercalazioni argilloso-limose.

Costituiscono acquiferi porosi di buona trasmissività, fortemente eterogenei ed anisotropi; sono sede di falde idriche di discreta rilevanza, localmente autonome ma globalmente a deflusso unitario, che possono avere interscambi con i corpi idrici sotterranei delle strutture idrogeologiche limitrofe. La permeabilità, esclusivamente per porosità, è variabile da media ad alta. Al complesso in questione si può attribuire, quindi, un coefficiente di permeabilità  $k$  variabile tra  $1 \cdot 10^{-5}$  e  $1 \cdot 10^{-2}$  m/s.

#### 10.1.2.3 Complesso vulcanoclastico grossolano

Tale complesso è rappresentato dai depositi vulcanoclastici grossolani dell'unità **TGC2**. Si tratta di ceneri a granulometria sabbiosa e sabbioso-limosa a struttura indistinta o debolmente laminata (**CVG**), con diffuse pomice e scorie di dimensioni millimetriche e centimetriche e rare ghiaie poligeniche da angolose a sub-angolose; a luoghi si rinvengono livelli di pomice grossolane, angolose e a struttura indistinta, e passaggi di ceneri a granulometria sabbiosa, sottilmente laminate e con abbondanti pomice di dimensioni centimetriche; talora sono presenti paleosuoli a tessitura sabbioso-limosa.

Costituiscono acquiferi porosi di elevata trasmissività, piuttosto eterogenei ed anisotropi; sono sede di falde idriche di notevole rilevanza, localmente frazionate ma generalmente a deflusso unitario, spesso confinate verso l'alto dai terreni del complesso vulcanico-tufaceo e vulcanoclastico-fine. La permeabilità, esclusivamente per porosità, è variabile da bassa a media. A questo complesso si può attribuire un coefficiente di permeabilità  $k$  compreso tra  $1 \cdot 10^{-6}$  e  $1 \cdot 10^{-4}$  m/s.

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO</b>  <b>VIABILITA' DI SOPPRESSIONE PL AL KM 143+883 – V. CALABRONI</b>					
<b>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</b>	COMMESSA IF0L	LOTTO 01	CODIFICA E 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. A	FOGLIO 37 di 71

#### 10.1.2.4 Complesso vulcanico-tufaceo

Al presente complesso sono associati i litotipi prevalentemente lapidei dell'unità **TGC1**. È formato quindi da tufi lapidei a struttura massiva (**CTF**), con diffuse pomici e scorie di dimensioni millimetriche e centimetriche e subordinati cristalli e litici lavici; talora sono presenti paleosuoli a tessitura sabbioso-limosa.

Costituiscono limiti di permeabilità per gli acquiferi giustapposti verticalmente o lateralmente e, nello specifico contesto idrogeologico di riferimento, rappresentano degli *acquitard* di una certa rilevanza per i terreni del complesso vulcanoclastico grossolano; non sono presenti falde o corpi idrici sotterranei di una certa rilevanza. La permeabilità, per porosità e fratturazione, è variabile da molto bassa a bassa. A questo complesso è possibile attribuire, quindi, un coefficiente di permeabilità  $k$  variabile tra  $1 \cdot 10^{-8}$  e  $1 \cdot 10^{-6}$  m/s.

#### 10.1.2.5 Complesso alluvionale fine

A tale complesso sono associati i terreni alluvionali essenzialmente fini dell'unità **bb2**. Si tratta di argille limose, limi argillosi e limi argilloso-sabbiosi a struttura indistinta o debolmente laminata (**CAF**), con diffusi inclusi piroclastici e rare ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate; a luoghi si rinvengono passaggi di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi a struttura indistinta, con diffusi inclusi piroclastici e frequenti ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate.

Costituiscono limiti di permeabilità per gli acquiferi giustapposti verticalmente o lateralmente e, nello specifico contesto idrogeologico di riferimento, rappresentano degli *acquiclude* di importanza variabile in relazione allo spessore dei depositi; non sono presenti falde o corpi idrici sotterranei di una certa rilevanza. La permeabilità, esclusivamente per porosità, è variabile da impermeabile a molto bassa. Al presente complesso può essere attribuito un coefficiente di permeabilità  $k$  compreso tra  $1 \cdot 10^{-10}$  e  $1 \cdot 10^{-7}$  m/s.

#### 10.1.2.6 Complesso alluvionale grossolano

Il presente complesso è rappresentato dai depositi alluvionali grossolani dell'unità **ba2**. È costituito da ghiaie poligeniche ed eterometriche (**CAG**), da sub-angolose ad arrotondate, in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa da scarsa ad abbondante; sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi a struttura indistinta o debolmente laminata, con locali inclusi piroclastici e frequenti ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate; a luoghi si rinvengono passaggi di limi argillosi e limi argilloso-sabbiosi a struttura indistinta, con diffusi inclusi piroclastici e rare ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate.

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO</b>					
	<b>VIABILITA' DI SOPPRESSIONE PL AL KM 143+883 – V. CALABRONI</b>					
<b>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</b>	COMMESSA IF0L	LOTTO 01	CODIFICA E 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. A	FOGLIO 38 di 71

Costituiscono acquiferi porosi di modesta trasmissività, piuttosto eterogenei ed anisotropi; sono sede di falde idriche sotterranee di ridotta rilevanza, localmente autonome ma globalmente a deflusso unitario, che possono avere interscambi con i corpi idrici superficiali e/o con quelli sotterranei delle strutture idrogeologiche limitrofe. La permeabilità, esclusivamente per porosità, è variabile da media a alta. A questo complesso si può quindi attribuire un coefficiente di permeabilità  $k$  variabile tra  $1 \cdot 10^{-4}$  e  $1 \cdot 10^{-1}$  m/s.

#### 10.1.2.7 Complesso detritico-colluviale

Tale complesso è costituito dai terreni di copertura dell'unità **b2**. È formato quindi da argille limose, limi argillosi e limi argilloso-sabbiosi a struttura indistinta (**CDC**), con abbondanti resti vegetali, diffusi inclusi piroclastici e rare ghiaie poligeniche da angolose a sub-arrotondate; ghiaie poligeniche ed eterometriche, da angolose a sub-arrotondate, in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa da scarsa ad abbondante; a luoghi si rinvengono passaggi di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi a struttura indistinta o debolmente stratificata, con locali resti vegetali, diffusi inclusi piroclastici e frequenti ghiaie poligeniche da angolose a sub-arrotondate.

Costituiscono acquiferi porosi di scarsa trasmissività, fortemente eterogenei ed anisotropi; sono privi di corpi idrici sotterranei di importanza significativa, a meno di piccole falde a carattere stagionale. La permeabilità, esclusivamente per porosità, è variabile da molto bassa ad alta. Al complesso in questione si può quindi attribuire un coefficiente di permeabilità  $k$  variabile tra  $1 \cdot 10^{-8}$  e  $1 \cdot 10^{-2}$  m/s.

## 10.2 Monitoraggio piezometrico

Allo scopo di indagare l'effettiva presenza di falde idriche sotterranee ed il relativo andamento della superficie piezometrica, nel corso dello studio è stata eseguita una apposita campagna di monitoraggio consistente nella misura del livello di falda dei tubi piezometrici precedentemente installati nei fori di sondaggio. Inoltre, sono state reperite le misurazioni piezometriche condotte nella precedente fase progettuale, in modo da poter integrare al meglio tutte le informazioni idrogeologiche disponibili nell'area di intervento.

Per la campagna "2013-2014", il monitoraggio delle strumentazioni piezometriche installate nei fori di sondaggio è stato condotto nel periodo compreso tra settembre 2014 e aprile 2015. Di seguito, si riporta una sintesi del monitoraggio piezometrico condotto sulle strumentazioni della campagna "2013-2014".

Sondaggio	Campagna indagine	Livello piezometrico massimo		Livello piezometrico minimo	
		Quota falda (m s.l.m.)	Data lettura (mese/anno)	Quota falda (m s.l.m.)	Data lettura (mese/anno)
P25	2013-2014	51.75	(02/2015)	49.72	(09/2014)
P26	2013-2014	52.95	(02/2015)	49.61	(12/2014)

Tabella 1 - Dati di monitoraggio piezometrico, condotto sulle strumentazioni installate nei fori di sondaggio della campagna indagini "2013-2014", utilizzati nello studio di ricostruzione della falda.

Nello specifico, nelle cartografie sono stati riportati unicamente i valori massimi e minimi della falda registrati nel corso delle diverse fasi di monitoraggio, mentre mancano tutte le letture intermedie.

### 10.3 Opere di captazione ed emergenze sorgentizie

Per poter ricostruire con maggior dettaglio l'andamento e le caratteristiche delle falde idriche presenti nell'area, nel corso dello studio si è provveduto ad acquisire tutte le informazioni disponibili relativamente ai punti d'acqua esistenti nel settore di intervento. Le emergenze sorgentizie risultano del tutto assenti, mentre le opere di captazione (pozzi) sono piuttosto diffuse anche se generalmente di scarsa rilevanza.

In particolare, all'interno dell'area di studio sono stati individuati n. 4 pozzi per il prelievo delle acque dal sottosuolo, ad uso prevalentemente irriguo e secondariamente ad uso idropotabile. Data l'inaccessibilità della maggior parte delle opere di captazione per l'ubicazione in proprietà private, non sono disponibili misure del livello piezometrico in foro. I punti di rilievo, individuati da un codice numerico univoco, sono inoltre riportati nella Carta geologica in scala 1:5000 (cfr. Appendice). Nella tabella seguente è riportata una sintesi dei dati raccolti, con indicazione dei principali dati per ogni singolo pozzo (Sigla, Longitudine, Latitudine, Quota, Località e Note).

Sigla	Longitudine (m)	Latitudine (m)	Quota (m s.l.m)	Località	Note
P23	2474385	4554048	56.00	Staz.e di Frasso T. Dugenta	non accessibile
P24	2475063	4554575	56.70	S. Nicola	non accessibile
P25	2475255	4554666	56.00	S. Nicola	accesso negato
P26	2475298	4555037	51.60	S. Nicola	non accessibile

Tabella 2 – Tabella dei sintesi del censimento pozzi eseguito nell'area di studio.

	<p>ITINERARIO NAPOLI – BARI  RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO  I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO</p> <p>VIABILITA' DI SOPPRESSIONE PL AL KM 143+883 – V. CALABRONI</p>					
<p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA,  IDROGEOLOGICA E SISMICA</p>	<p>COMMESSA  IF0L</p>	<p>LOTTO  01</p>	<p>CODIFICA  E 69 RG</p>	<p>DOCUMENTO  GE 00 01 001</p>	<p>REV.  A</p>	<p>FOGLIO  40 di 71</p>

#### 10.4 Condizioni di deflusso idrico sotterraneo

I dati raccolti durante lo studio condotto hanno permesso di definire le caratteristiche generali dell'area e di individuare il regime di deflusso idrico sotterraneo proprio dei settori di interesse. In particolare, per quanto concerne i dati strumentali, le ricostruzioni sono state effettuate utilizzando il livello piezometrico massimo registrato durante le differenti campagne di monitoraggio, al fine di considerare la condizione idrogeologica più cautelativa per le opere in questione.

Buona parte dei corpi idrogeologici individuati rappresentano, nello schema di circolazione idrica dell'area, degli acquiferi di importanza più o meno significativa, a seconda delle locali caratteristiche di permeabilità dei litotipi e della estensione latero-verticale dei depositi. Ad essi si aggiungono, inoltre, alcuni corpi idrogeologici secondari che, nello specifico contesto di riferimento, possono essere considerati come degli *acquiclude*, in quanto tamponano lateralmente e verticalmente gli acquiferi sotterranei principali, portando alla formazione di locali emergenze sorgentizie.

I sedimenti alluvionali, per la loro estensione e trasmissività, rappresentano degli acquiferi di una certa rilevanza dal punto di vista idrogeologico. Costituiscono dei sistemi idrogeologici particolarmente articolati e complessi, in quanto direttamente influenzati dalle forti variazioni granulometriche dei terreni costituenti l'acquifero e dalla presenza di importanti passaggi grossolani in corrispondenza alle antiche aste fluviali. Sono sede di corpi idrici sotterranei in parte separati ed in parte interconnessi, con caratteristiche di falde libere o semiconfinate. Queste ultime presentano dei gradienti idraulici generalmente piuttosto bassi e, quasi sempre, sono caratterizzate da una superficie libera posta a pochi metri di profondità dal piano campagna. Tali acquiferi risultano alimentati, in buona sostanza, dagli apporti superficiali e profondi dei principali corsi d'acqua dell'area, anche se non sono da escludere possibili scambi idrici sotterranei con gli acquiferi giustapposti lateralmente e verticalmente.

I depositi detritico-colluviali di copertura non presentano corpi idrici sotterranei di una certa rilevanza, sia per la scarsa trasmissività dei terreni che per il ridotto spessore degli stessi. Pertanto, la circolazione idrica avviene principalmente in senso verticale, tramite il passaggio delle acque meteoriche dalla superficie topografica alle falde più profonde degli acquiferi sottostanti. A tali coperture si collegano manifestazioni sorgentizie spesso effimere, che danno origine ad una diffusa circolazione di acque in superficie subito dopo gli eventi piovosi.

Infine, i litotipi argilloso-limosi e argilloso-marnosi del substrato presentano una permeabilità per porosità e fessurazione da impermeabile a molto bassa e, quindi, sono caratterizzati dall'assenza di falde o corpi idrici sotterranei. Nello schema di circolazione idrica dell'area tali terreni possono essere

considerati come degli *acquiclude*, in quanto tamponano lateralmente e verticalmente gli acquiferi sotterranei più importanti.

Nella piana alluvionale a nord (Valle di Maddaloni) è presente una falda a superficie libera contenuta all'interno dei depositi alluvionali attuali e recenti, alimentata dal deflusso del Fiume Volturno e del Fiume Calore. La falda si colloca a quote variabili tra i 40.6 ed i 41.3 m circa s.l.m..

## 11. SISMICITÀ DELL'AREA

Le caratteristiche di sismicità dell'area dell'Appennino meridionale sono da porre in relazione, sostanzialmente, con il complesso assetto strutturale dei settori più esterni della Catena Appenninica e della fascia di transizione tra i domini di Avanfossa e quelli di Avampaese (Del Gaudio et al. 2007; Pino et al. 2008). Nell'area sono stati condotti numerosi studi che hanno fornito una accurata interpretazione dei diversi terremoti storici verificatisi in questo settore di territorio, individuando le strutture sismogenetiche responsabili e le loro caratteristiche principali (Frepoli & Amato 2000; Venisti et al. 2004; Del Gaudio et al. 2007; Pierri et al. 2008; Pino et al. 2008).

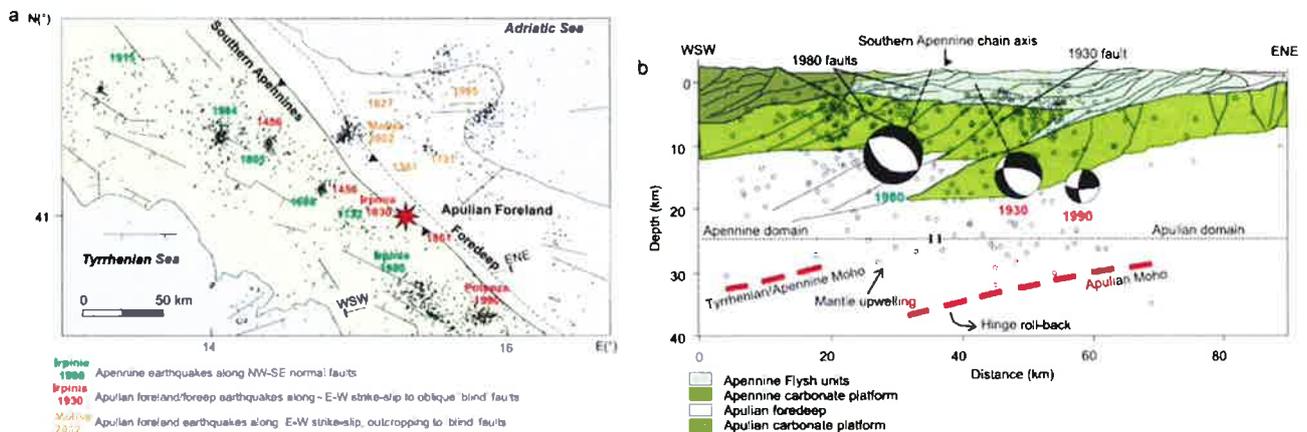


Figura 10 – Interpretazione dei principali elementi sismotettonici dell'Appennino meridionale: (a) in pianta e (b) in sezione (da Pino et al. 2008).

Gli eventi sismici più forti sono avvenuti in corrispondenza dei settori di Catena, lungo faglie normali ad asse circa NW-SE dovute al cuneo di mantello in risalita al di sotto dell'orogene appenninico (Frepoli & Amato 2000). In corrispondenza dei settori di avampaese, invece, i principali terremoti storici presentano intensità decisamente inferiori ai precedenti e risultano connessi, in buona sostanza, a faglie distensive e trascorrenti orientate circa E-W (Pierri et al. 2008).

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO</b>  <b>VIABILITA' DI SOPPRESSIONE PL AL KM 143+883 – V. CALABRONI</b>					
	<b>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</b>	COMMESSA IF0L	LOTTO 01	CODIFICA E 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. A

L'esistenza di tale campo di deformazione si manifesta con una sismicità localizzata entro i primi 20 km di crosta (Castello et al. 2005; Chiarabba et al. 2005) e con meccanismi focali prevalentemente distensivi o trastensivi (Montone et al. 2004; Vannucci & Gasperini 2004). Tuttavia, a dispetto di tale assetto geologico-strutturale, il settore di interesse progettuale non è sede epicentrale di sismi importanti, ma sicuramente ha risentito degli effetti collegati a terremoti localizzati nelle regioni adiacenti.

La consultazione del database DISS (2010), relativo alle potenziali sorgenti sismogenetiche con magnitudo maggiore di 5.5, mostra che la viabilità di progetto non risulta interessata dalla presenza di potenziali faglie sismogenetiche. La fascia di sorgenti composite più vicina è posta circa 23 km verso NE ed è rappresentata da ITCS024 *Miranda-Apice* (profondità stimata 1-14 Km, magnitudo massima 6.6, *Slip rate* 0.1-1 mm/anno).

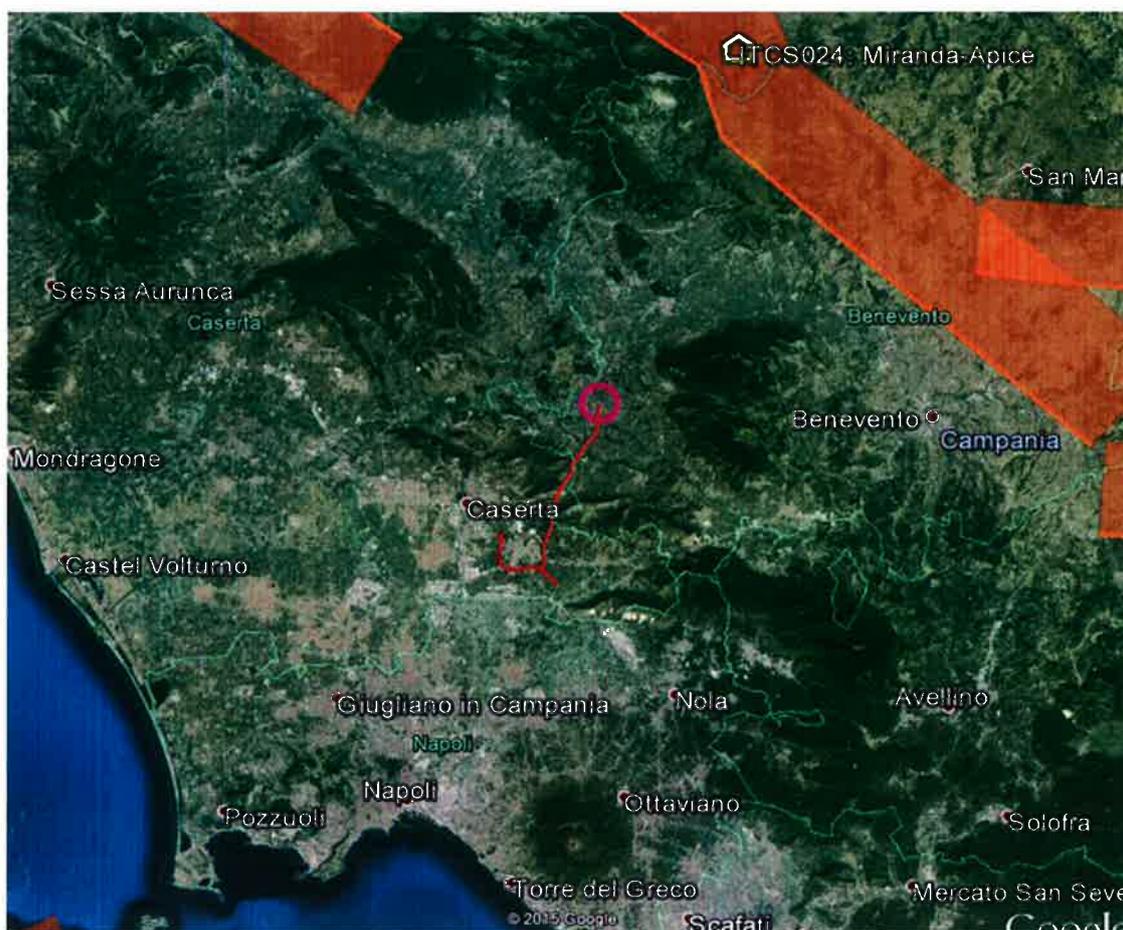


Figura 11 – Localizzazione delle potenziali sorgenti di terremoti con  $M > 5.5$  nell'area di studio (da DISS Working group 2010, Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), versione 3.1.1., <http://diss.rm.ingv.it/diss/index.html>); in colore viola è indicata l'ubicazione della viabilità di interesse progettuale.

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO</b>  <b>VIABILITA' DI SOPPRESSIONE PL AL KM 143+883 – V. CALABRONI</b>					
	<b>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</b>	COMMESSA IF0L	LOTTO 01	CODIFICA E 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. A

Relativamente alla vigente zonazione sismogenetica del territorio nazionale ZS9 (Meletti & Valensise 2004), la viabilità di progetto si trova nei pressi del margine sud-occidentale della **Zona 927 Sannio-Irpinia-Basilicata**, in cui sono attesi terremoti di profondità medio-elevata ( $P = 8-12$  km) e di elevata magnitudo ( $M_{max} = 7.06$ ), riconducibili a meccanismi di fagliazione prevalentemente normali e nei pressi del margine nord-occidentale della **Zona 928 Ischia-Vesuvio**, in cui sono attesi terremoti superficiali ( $P = 1-5$  km) e di bassa magnitudo ( $M_{max} = 5.91$ ), riconducibili a meccanismi di fagliazione prevalentemente normali.

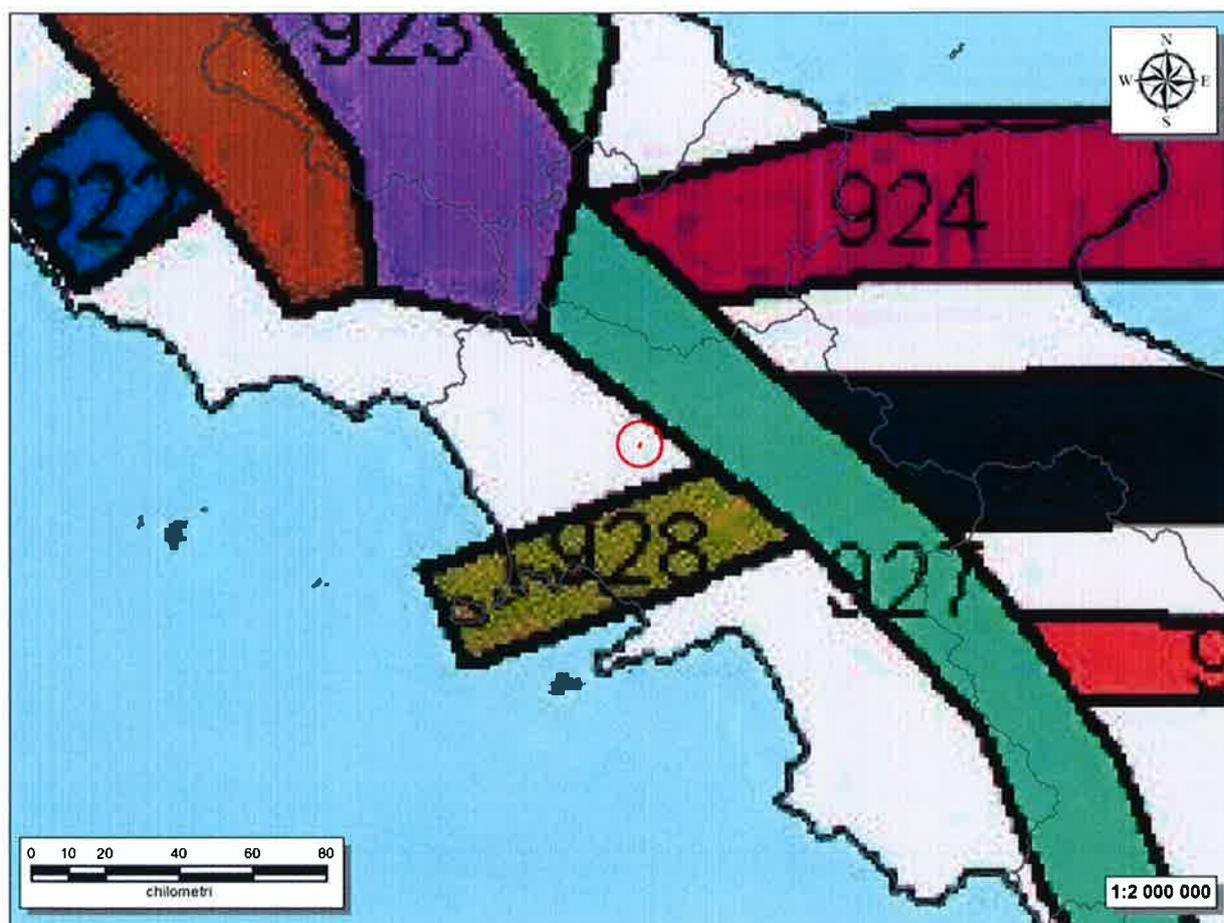


Figura 12 – Stralcio della zonazione sismogenetica ZS9 (da Meletti & Valensise 2004, <http://zone.mi.ingv.it>); in colore rosso è indicata l'ubicazione della viabilità di interesse progettuale.

## 11.1 Sismicità storica

Nonostante il catalogo sismico copra un intervallo di tempo di oltre 2000 anni, molti degli eventi registrati si sono concentrati nell'arco di sei secoli, tra il 1456 e il 1980, anche per via della maggiore accuratezza e della completezza dei documenti storici rinvenuti. L'ultimo terremoto di grande intensità epicentrale, infatti, è stato quello del 1980, la cui Magnitudo momento è stata valutata pari a 6.9. Nella tabella seguente sono riportati, in ordine temporale, i parametri sismici relativi ai principali terremoti registrati nell'Appennino meridionale, essenzialmente nell'area compresa tra le regioni Campania, Molise e Basilicata.

Come si può notare dai dati contenuti nel Catalogo Parametrico dei Terremoti italiani (CPTI11), l'area in questione è stata interessata dagli effetti di diversi eventi sismici di una certa intensità, come quello del 1688 di magnitudo 6.9 (Sannio) o del 1456 di magnitudo 7.2 (Molise). Tuttavia quest'area, in passato, ha mostrato di subire danni anche per terremoti localizzati in aree più lontane, come quello del 1857 di magnitudo 7.0 (Basilicata) o del 1930 di magnitudo 6.6 (Irpinia).

DATA	ORA	AREA EPICENTRALE	I (MCS)	I <sub>0</sub>	M <sub>w</sub>
05/12/1456	-	Molise	9	11	7.22 ±0.13
05/06/1688	15:30	Sannio	NC	11	6.98 ±0.12
29/10/1732	07:40	Irpinia	6	10-11	6.64 ±0.11
26/07/1805	21:00	Molise	7-8	10	6.62 ±0.11
14/08/1851	13:20	Basilicata	F	10	6.38 ±0.17
16/12/1857	21:15	Basilicata	7-8	11	7.03 ±0.08
13/01/1915	06:52	Avezzano	6	11	7.00 ±0.09
23/07/1930	00:08	Irpinia	7-8	10	6.62 ±0.09
21/08/1962	18:19	Irpinia	7	9	6.13 ±0.10
23/11/1980	18:34	Irpinia-Basilicata	7	10	6.89 ±0.09

Tabella 3 – Parametri sismici relativi ai principali terremoti storici verificatisi nell'Appennino meridionale, essenzialmente nell'area compresa tra le regioni Campania, Molise e Basilicata (<http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11>). Legenda: I= intensità massima, I<sub>0</sub>= intensità epicentrale, M<sub>w</sub>= Magnitudo momento.

Il sisma del 1980 è stato il primo per il quale è stata osservata una dislocazione in superficie, con rigetti fino a 1 m lungo le scarpate, e fu provocato da un complesso processo di fagliazione avvenuto lungo diversi segmenti di faglia compresi tra Nusco e Pano di S. Gregorio Magno (Carannante et al.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO</b>  <b>VIABILITA' DI SOPPRESSIONE PL AL KM 143+883 – V. CALABRONI</b>					
	<b>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</b>	COMMESSA IF0L	LOTTO 01	CODIFICA E 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. A

2012). Il meccanismo focale sintetico dell'intera rottura ha evidenziato, in particolare, un chiaro evento distensivo lungo un piano orientato N40W-N40W con pendenza di circa 60° e una bassa componente *strike slip*. Le scosse principali furono seguite da centinaia di *aftershocks*, compresi due eventi di  $M_l = 4.9$  (25 Novembre e 3 Dicembre), a profondità crostali differenti a seconda dei segmenti coinvolti, ma comunque entro i primi 20 km di profondità (Pantosti & Valensise 1990; Westaway 1992; Bernard & Zollo 1989).

Fatta eccezione per il terremoto del 1980, i dati derivanti dalla sismicità strumentale nella regione campana (Castello et al. 2005) e riferibili ad un periodo che va dal 1981 al 2007, mostrano come la sismicità si manifesti con sequenze sismiche di bassa energia e a sciame, i cui ipocentri sono concentrati all'interno dei primi 10-20 km di crosta (Chiarabba et al. 2005; Gruppo di Lavoro MPS 2004), in analogia con il resto della sismicità appenninica. Nell'area non si evidenziano sequenze sismiche di particolare importanza, fatta eccezione per quella verificatasi nel periodo Aprile-Ottobre 2005, i cui eventi hanno raggiunto il 21 Maggio una magnitudo locale di 3.7 ed una profondità massima di circa 17 km (Carannante et al. 2012). Nonostante la bassa sismicità che contraddistingue il settore casertano, l'area di intervento risulta comunque molto prossima al settore beneventano, che presenta al contrario un elevato rischio sismico (Alessio et al. 1996; Barbano et al. 1989).

Il settore beneventano, infatti, è condizionato dalla sismicità compresa all'interno di due importanti zone sismogenetiche, caratterizzate da elevati valori attesi in termini di intensità MCS (Carannante et al. 2012). Immediatamente a Sud del M. Camposauro, è stata ipotizzata la presenza nel sottosuolo di una importante struttura sismogenetica responsabile del terremoto del 1688 (Cinque et al. 2000; Valensise & Pantosti 2001; Vilardo et al. 2003; Di Bucci et al. 2005). In particolare bisogna porre l'attenzione sul forte rilascio di energia sismica in una zona dove *slip rates* bassi e quindi, tempi di ricorrenza lunghi, potrebbero trarre in inganno ed indurre a sottovalutare il potenziale sismogenetico di molte strutture (Valensise & Pantosti 2001). Un quadro differente è deducibile, invece, dalla sismicità storica delle regioni circostanti come il Molise e la Basilicata, per le quali sono noti molti eventi le cui intensità epicentrali superiori a IX grado MCS e magnitudo momento pari a 6.96 (Carannante et al. 2012).

Terremoto del 5 dicembre 1456, MOLISE

Studio macrosismico Meletti et al., 1988 [Np 199, lmax 11]

Epicentro CPT11  
macrosismico

□ Mw 7.22 ±0.13  
□ Mw 7.22 ±0.13

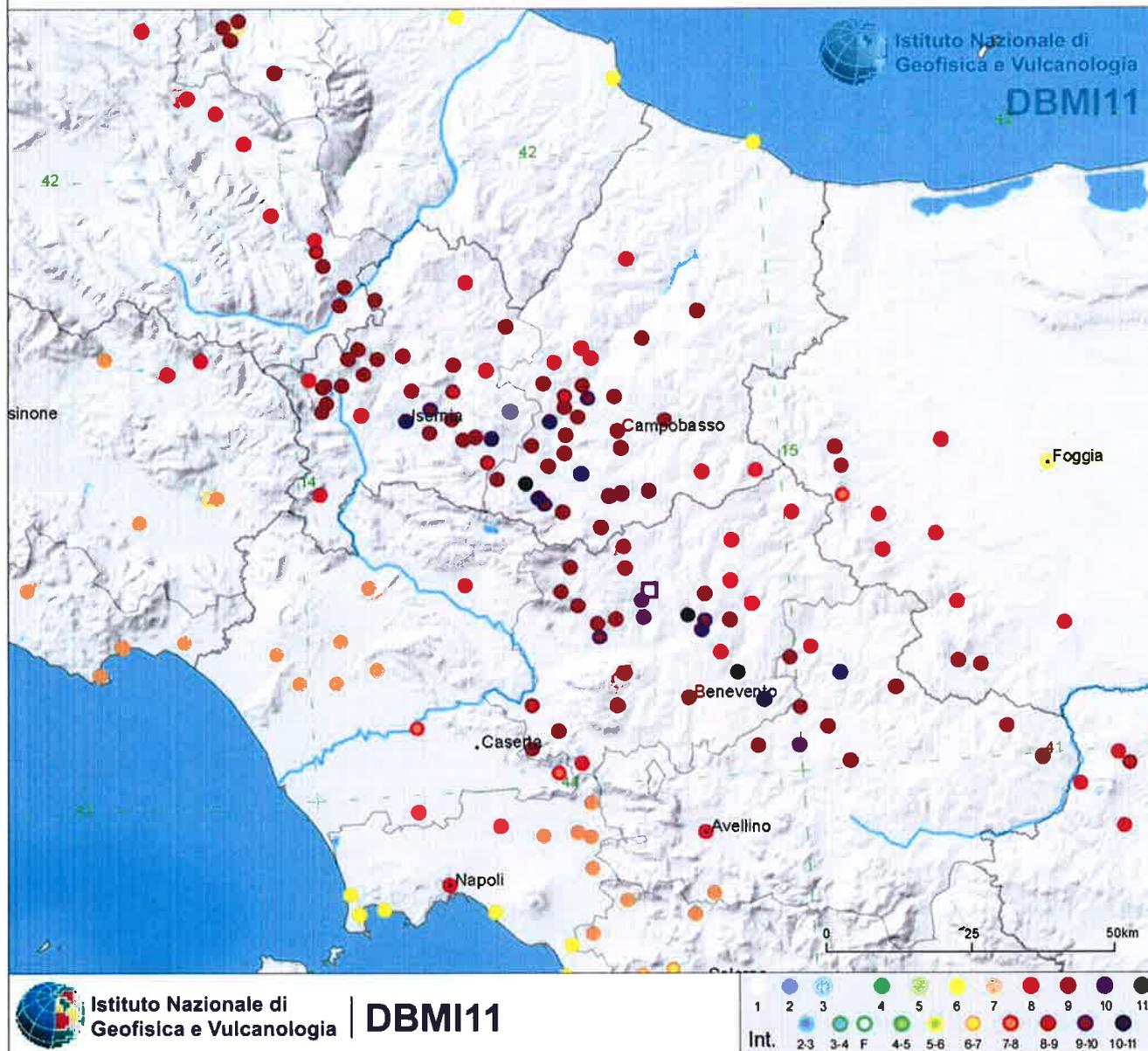


Figura 13 - Distribuzione del danneggiamento prodotto dal terremoto del 1456 (Molise) di magnitudo pari a 7.22 nell'area di studio (<http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11>).

In occasione del terremoto del 26 luglio 1805, l'isosista VIII grado MCS risulta curvata proprio in corrispondenza del Taburno-Camposauro e allungata in direzione della Piana Campana (Postpischl 1985; Esposito et al. 1987, Esposito et al. 1988), così come l'isosista VII grado MCS del terremoto

Lucano del 16 Dicembre 1857, investe la stessa area anche se con un andamento differente (Postpischl 1985; Porfido et al. 1988). Anche la ricostruzione dell'isosista IX grado MCS dei terremoti del 1456, 1688, 1702 e del 1930 mostra un parziale interessamento dell'area (Alessio et al. 1996), stavolta con un caratteristico allungamento in senso appenninico.

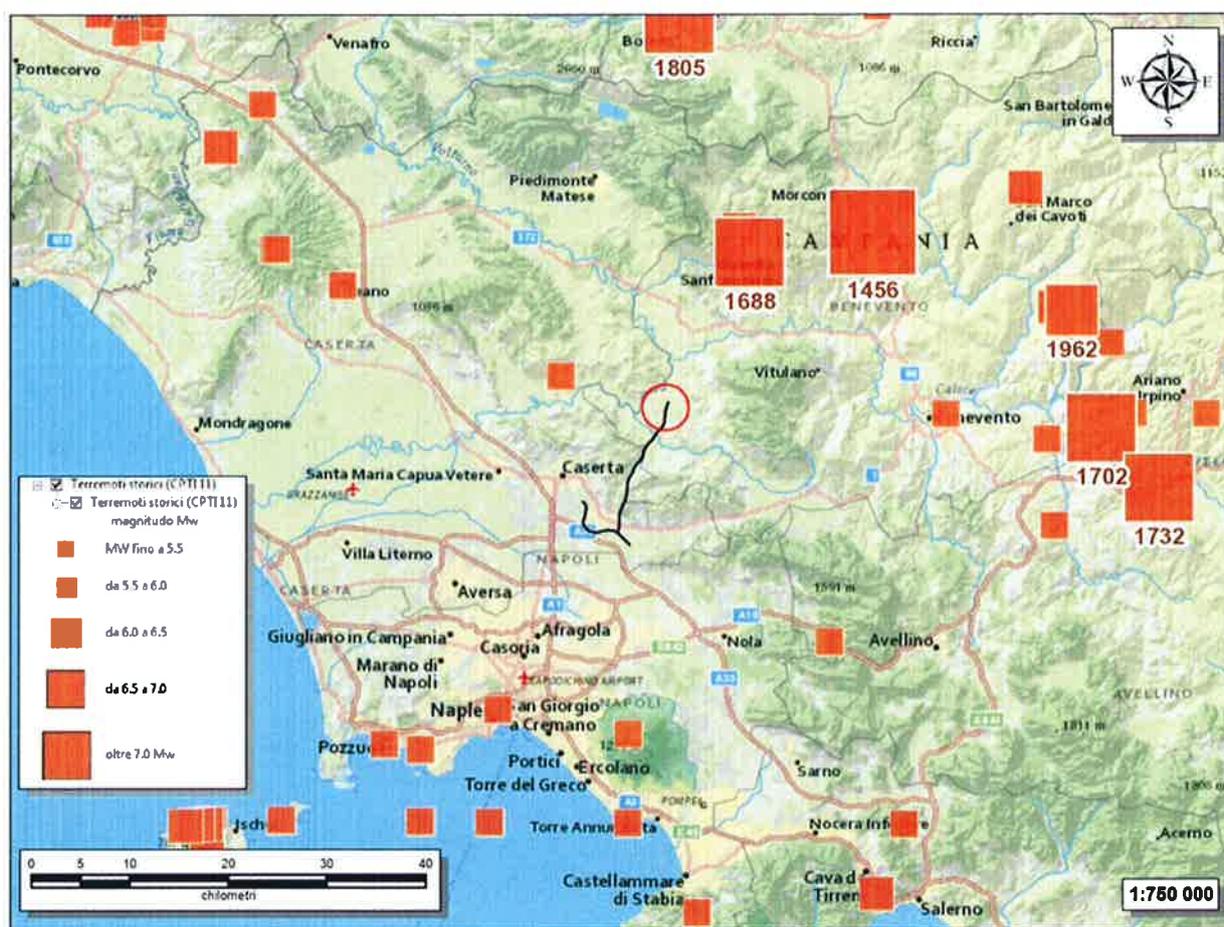


Figura 14 – Ubicazione dei principali terremoti storici che hanno interessato l'area di studio (da INGV, URL: <http://apps.arcgis.com/hosted/OnePane/basicviewer/index.html?appid=951d08eed7748909d2aa67317fb67c9>). In colore rosso è riportata l'ubicazione della viabilità di interesse progettuale.

In particolare, si ritiene che il terremoto del 1456 si sia manifestato attraverso scosse multiple su tre diversi segmenti di faglia, uno dei quali localizzato nel Sannio (Carannante et al. 2012). La sorgente sismogenetica di questo sisma, come degli altri eventi, sarebbe da ricercare nell'Avampese Apulo e nei lineamenti orientati E-W, differenzialmente dal resto della sismicità appenninica. Anche in questo caso è

riportata una vistosa curvatura delle isosiste in direzione della piana Campana, con l'estensione dell'area di danneggiamento che investe chiaramente la città di Caserta (Carannante et al. 2012).

Nelle figure seguenti sono elencati gli eventi sismici riportati nel Database Macrosismico Italiano pubblicato dall'INGV (versione DBMI11). Tale ricerca è stata svolta al fine di documentare la storia sismica dell'abitato di Dugenta (BN) (da <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11/consultazione/località>).

**Storia sismica di Dugenta**  
[41.132, 14.452]

Numero di eventi: 8

Effetti

In occasione del terremoto del:

I[MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
8-9	1456 12 05	MOLISE	199	11 7.22 ±0.13
F	1903 05 04 03:44	VALLE CAUDINA	80	7 4.73 ±0.22
6	1980 11 23 18:34	Irpinia-Basilicata	1394	10 6.89 ±0.09
NF	1991 05 26 12:26	Potentino	597	7 5.11 ±0.09
4-5	1996 04 03 13:04	Irpinia	557	6 4.93 ±0.09
4-5	1997 03 19 23:10	Matese	284	6 4.55 ±0.09
NF	2003 12 30 05:31	Monti dei Frentani	369	5-6 4.57 ±0.09
NF	2005 05 21 19:55	Irpinia	276	5-6 4.40 ±0.11

Figura 15 - Sintesi dei principali terremoti storici che hanno interessato il centro abitato di Dugenta (BN) (da Database Macrosismico Italiano, DBMI11). Legenda: I= intensità massima, Np= numero di osservazioni macrosismiche, Io= intensità epicentrale, Mw= Magnitudo momento.

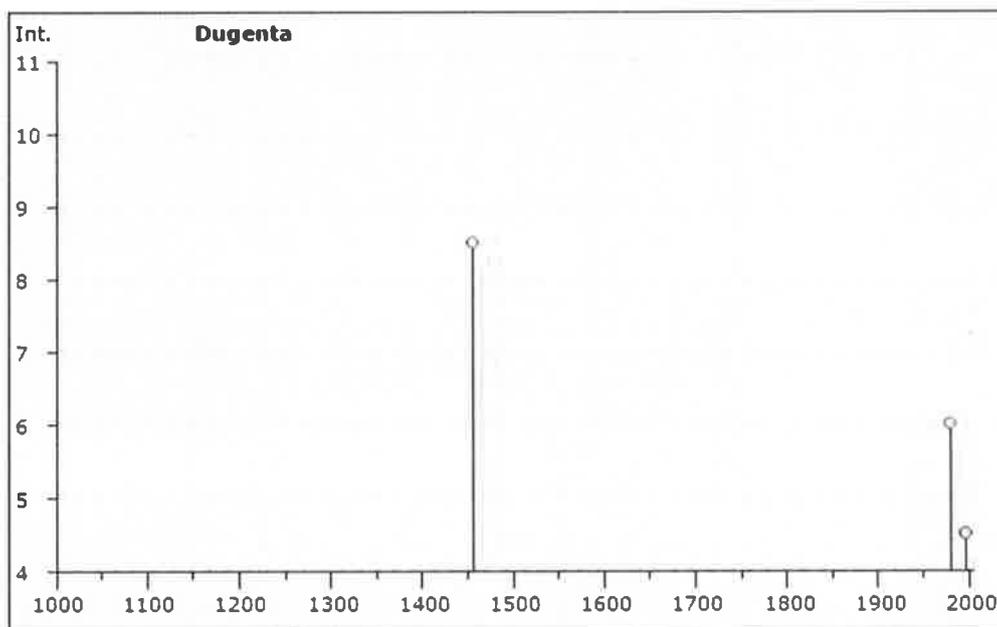


Figura 16 – Grafico illustrante la storia sismica di Dugenta (BN). Sulle ascisse sono riportati i riferimenti temporali espressi in anni, sulle ordinate le intensità sismiche (Int) degli eventi rilevati (da [http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11/query\\_place/](http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11/query_place/)).

## 11.2 Sismicità attuale

L'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20/03/2003 (e successive modifiche ed integrazioni) – “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di Normative tecniche per le costruzioni in zona sismica” disciplinava la classificazione sismica dei comuni d'Italia. Secondo tale normativa, il comune di Dugenta ricadeva in **Zona sismica 2**, ossia in aree che potrebbero essere interessate da eventi sismici abbastanza forti.

In seguito a tale classificazione, effettuata per ognuno dei comuni d'Italia, è stato emanato un nuovo provvedimento che prevede l'adozione delle stime di pericolosità sismica contenute nel Progetto S1 dell'INGV-DPC. Detto studio è stato condotto dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) che ha prodotto, per l'intera comunità nazionale, uno strumento scientificamente valido ed avanzato, nonché utilizzabile nell'immediato in provvedimenti normativi.

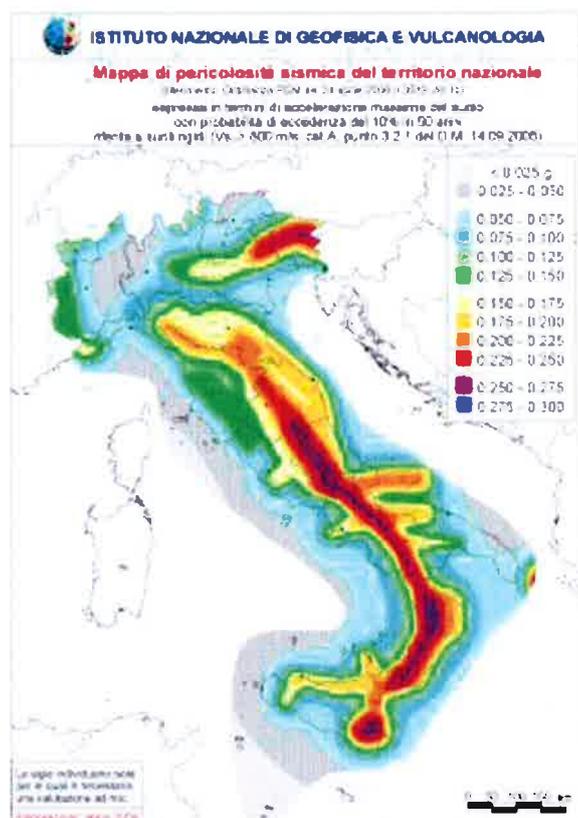
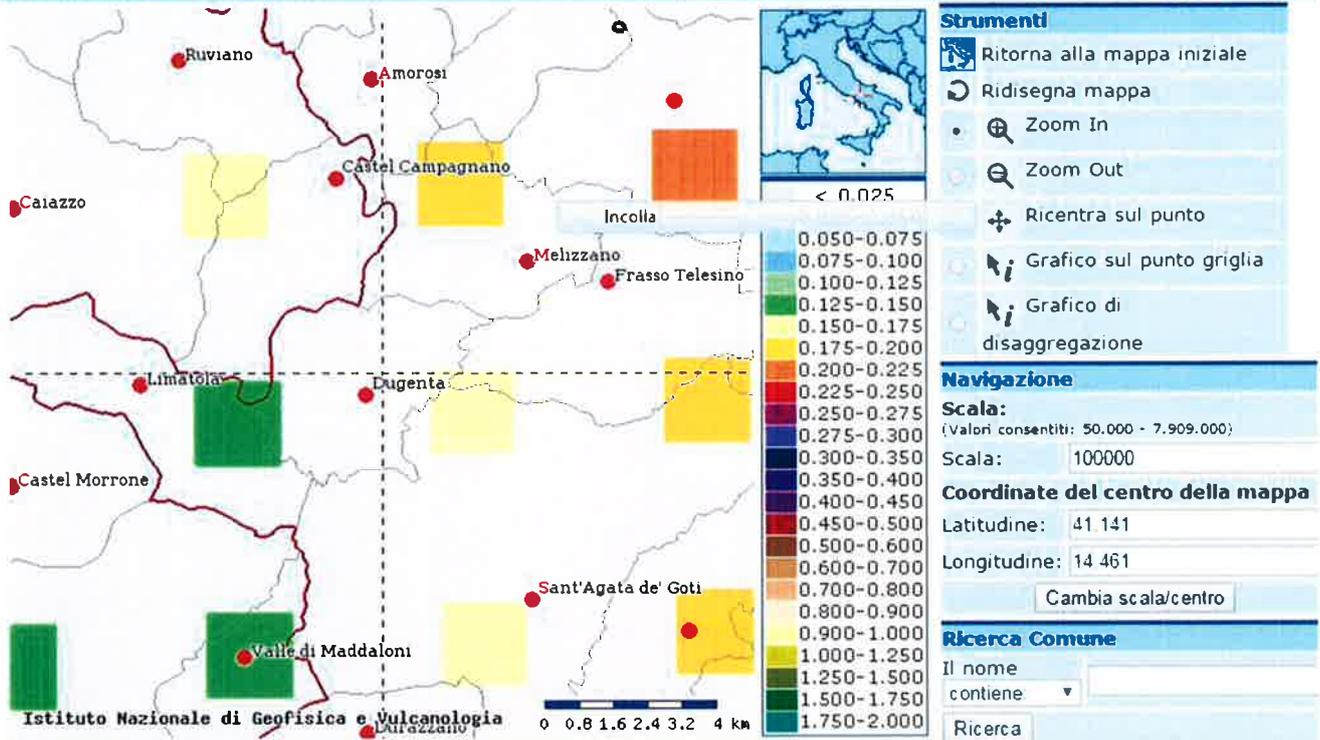


Figura 17 – Mapa di pericolosità sismica del territorio nazionale (da Meletti & Montaldo 2007) contenuta nel Progetto S1 dell'INGV-DPC (<http://esse1.mi.ingv.it/d2.html>).

In particolare, con tale provvedimento è stato superato il concetto di una classificazione sismica legata al singolo territorio comunale e si è posta nuova attenzione sul concetto di una pericolosità sismica uniforme a livello nazionale, stimata sulla base di quattro fondamentali zone sismiche. La vecchia classificazione sismica produceva, infatti, numerose situazioni in cui un comune classificato sismico era fisicamente confinante con un comune non classificato e, pertanto, si assisteva ad un brusco cambiamento nei parametri sismici in un breve arco di territorio.

## Mappe interattive di pericolosità sismica



Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

### Selezione mappa

<input checked="" type="checkbox"/>	Visualizza punti della griglia riferiti a:	Parametro dello scuotimento:	Probabilità in 50 anni:	Percentile:	Periodo spettrale (sec):
<input type="checkbox"/>	Ridisegna mappa	a(g)	10%	50	

Figura 18 – Mappa interattiva di pericolosità sismica per l'area a contorno a quella di interesse; i colori della legenda indicano le diverse accelerazioni del suolo (<http://esse1-gis.mi.ingv.it>).

Attualmente, la pericolosità sismica è stimata con una precisione maggiore e, di fatto, le variazioni tra le caratteristiche sismiche di aree adiacenti sono sempre continue e graduali. Successivamente verrà quindi mantenuta la classificazione del territorio nazionale in quattro differenti classi sismiche, ma a scopo esclusivamente amministrativo.

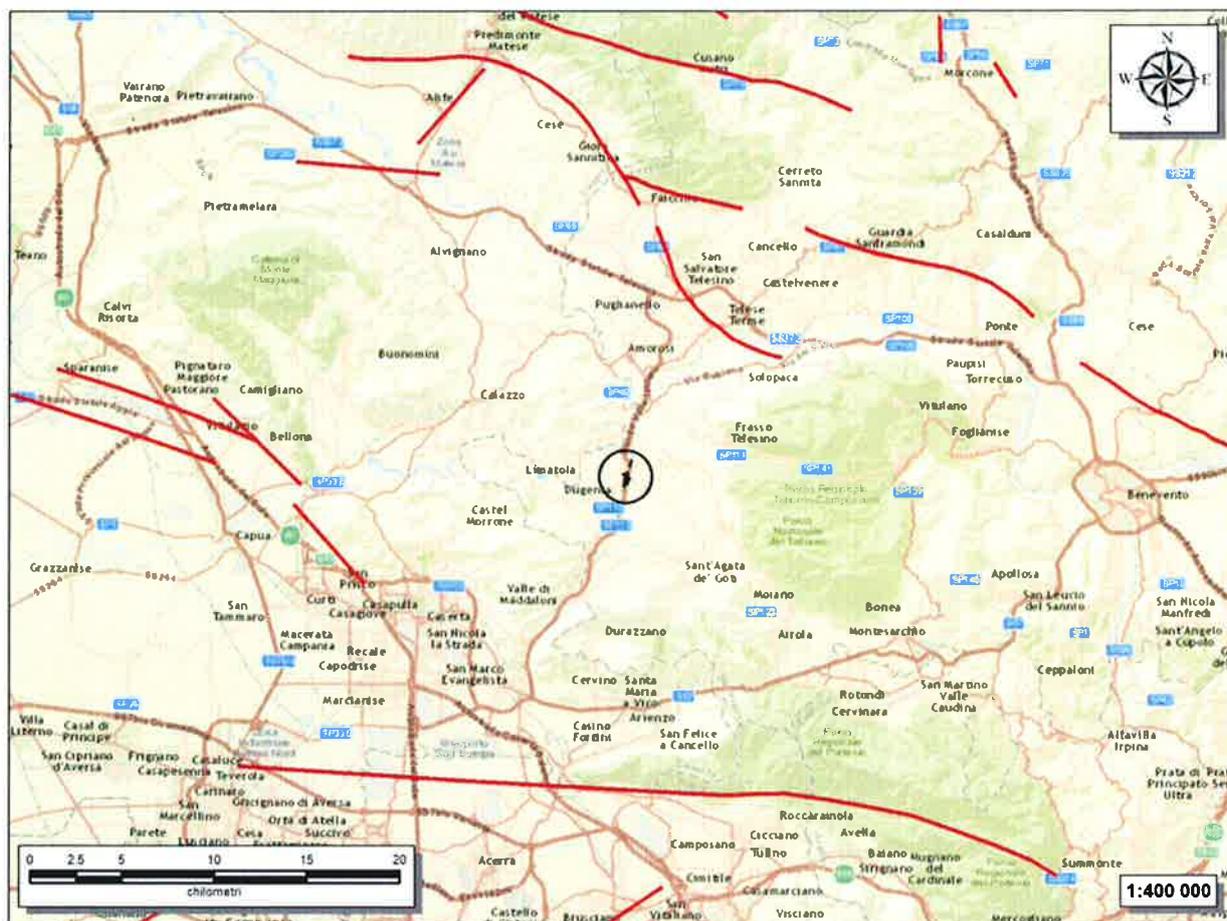


Figura 19 – Stralcio cartografico dell'area di studio con indicazione della viabilità di progetto (in nero) e delle faglie capaci (in rosso) (<http://sgi.isprambiente.it/ArcGIS/rest/services/servizi/ithaca/MapServer>).

All'attuale stato delle conoscenze e del progresso scientifico è possibile, attraverso l'applicazione *WebGIS*, consultare in maniera interattiva le mappe di pericolosità sismica (cfr. figura seguente). Nello specifico, per l'area a contorno a quella di interesse i valori di accelerazione al suolo (con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni) sono compresi all'incirca nell'intervallo 0.125-0.225  $a_g$  (accelerazione massima del suolo).

Infine, il database del progetto ITHACA (*Italy HAZARD from CAPable faults*) riporta, a distanze non inferiori a circa 9.5 km dalle opere in progetto, la presenza di alcune faglie capaci, ovvero di elementi tettonici attivi che potenzialmente possono creare deformazioni in superficie e produrre fenomeni dagli effetti distruttivi per le opere antropiche.

	<p>ITINERARIO NAPOLI – BARI  RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO  I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO</p> <p>VIABILITA' DI SOPPRESSIONE PL AL KM 143+883 – V. CALABRONI</p>												
<p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA,  IDROGEOLOGICA E SISMICA</p>	<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>IF0L</td> <td>01</td> <td>E 69 RG</td> <td>GE 00 01 001</td> <td>A</td> <td>53 di 71</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF0L	01	E 69 RG	GE 00 01 001	A	53 di 71
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF0L	01	E 69 RG	GE 00 01 001	A	53 di 71								

Nonostante il fatto che nessuno degli elementi tettonici presenti nell'area intersechi direttamente il tracciato di viabilità progettuale, le strutture tettoniche presenti nelle vicinanze costituiscono degli elementi di potenziale criticità per le opere, essendo in grado di produrre eventi sismici di una certa rilevanza e con sicuro risentimento nella zona di stretto interesse progettuale.

### 11.3 Pericolosità sismica

La pericolosità sismica di un territorio è funzione di un complesso insieme di parametri naturali e rappresenta la probabilità che un evento sismico di data intensità si manifesti in una certa area in un determinato intervallo di tempo. Diverso è, invece, il concetto di rischio sismico che è il risultato catastrofico dell'evento naturale sul sistema antropico.

Affinché si abbia rischio è necessario, pertanto, che uno o più degli elementi antropici esposti (vite umane, attività, beni) possieda un carattere di vulnerabilità tale da determinarne la perdita parziale o totale. La vulnerabilità, in tale accezione, è l'entità della perdita attesa derivante dal manifestarsi di un evento di data intensità nell'area in esame. Non potendo intervenire sulla pericolosità, che dipende esclusivamente da dinamiche naturali, si può intervenire sulla vulnerabilità degli elementi esposti al rischio e, quindi, sul rischio totale.

Oltre alla conoscenza della probabilità di accadimento di un evento sismico, delle caratteristiche della sorgente sismogenetica e delle modalità di propagazione della perturbazione, è necessario analizzare le caratteristiche locali del sito di studio. Queste, infatti, condizionano la reazione del terreno all'*input* sismico in termini di variazione del contenuto in frequenza del segnale, amplificazione/smorzamento dell'onda e perdita o modificazione delle sue caratteristiche di resistenza e deformabilità.

All'indomani della riclassificazione sismica del territorio nazionale scaturita dal progetto S1 dell'INGV-DPC, si dispone di parametri sismici di riferimento aggiornati e di maggior dettaglio rispetto alla classificazione macrosismica nazionale cui faceva riferimento il D.M. LL.PP. 16 gennaio 1996 (Norme Tecniche per le Costruzioni in zone sismiche). La rappresentazione di sintesi delle caratteristiche sismologiche e sismogenetiche del territorio è contenuta nella "Mappa di Pericolosità Sismica" dell'Italia, che costituisce oggi la base di riferimento per la valutazione delle azioni sismiche di progetto sul sito in esame secondo le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14 gennaio 2008).

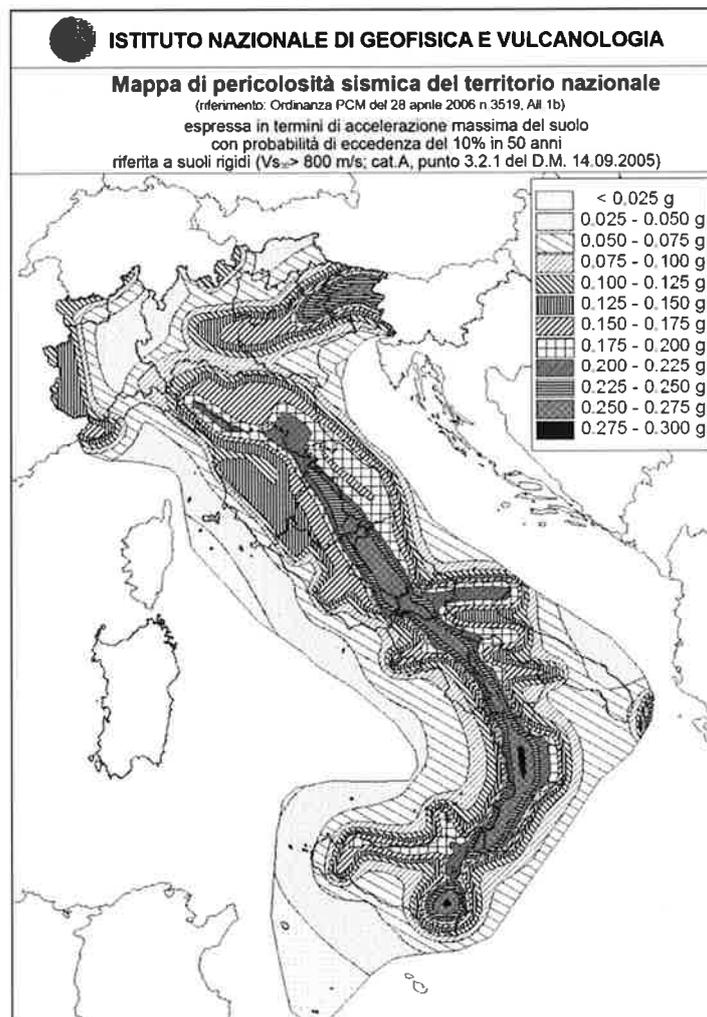


Figura 20 – Mapa di pericolosità sismica del territorio nazionale, espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (da INGV 2006).

Con riferimento al D.M. Infrastrutture 14 gennaio 2008, sono stati determinati i parametri sismici di progetto per la realizzazione delle opere previste. In particolare, sulla base delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 e dei dati relativi al progetto S1 dell'INGV-DPC, sono stati determinati i valori reticolari dei parametri di riferimento relativamente ad un suolo rigido, per un tempo di ritorno  $T_r$  pari a 475.



Figura 21 – Griglia di riferimento per il settore di studio, con individuazione della viabilità di progetto (in nero) e dei punti del grigliato selezionati (in rosso).

ID	Longitudine	Latitudine	$a_g$	$F_0$	$T_c$
31871	14.419	41.131	0.1464	2.48	0.42
31649	14.420	41.181	0.1641	2.42	0.42
31872	14.486	41.131	0.1615	2.46	0.41
31650	14.487	41.181	0.1870	2.38	0.39

Tabella 4 – Parametri di riferimento del moto sismico su suolo rigido per un periodo di ritorno  $T_r$  pari a 475 anni.

I parametri forniti, in funzione di quanto previsto delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008, possono essere direttamente utilizzati per la ricostruzione degli spettri di risposta del sito e, quindi, per la progettazione di tutte le opere previste in conformità con le vigenti normative a livello nazionale.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO</p> <p>VIABILITA' DI SOPPRESSIONE PL AL KM 143+883 – V. CALABRONI</p>					
	<p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</p>	<p>COMMESSA IF0L</p>	<p>LOTTO 01</p>	<p>CODIFICA E 69 RG</p>	<p>DOCUMENTO GE 00 01 001</p>	<p>REV. A</p>

La Nuova Normativa Tecnica per le Costruzioni prevede, relativamente alla caratterizzazione sismica di un sito (D.M. 14/01/2008 – Capitoli 3.2 e 7.11), la determinazione del valore  $V_{S,30}$ , inteso come velocità media di propagazione delle onde di taglio (S) entro i primi 30 m di profondità, al di sotto del piano di fondazione.

Sulla scorta dei dati a disposizione, tale determinazione è stata effettuata attraverso indagini di tipo geofisico, quali prove *down-hole*, che forniscono indicazioni dirette relativamente al valore di  $V_{S,30}$ . Si riportano nel seguito le categorie di sottosuolo previste dalla normativa vigente:

**A** - Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di  $V_{S,30}$  superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m;

**B** - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{S,30}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero  $N_{SPT,30} > 50$  nei terreni a grana grossa e  $c_{u,30} > 250$  kPa nei terreni a grana fina);

**C** - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento con la profondità e da valori di  $V_{S,30}$  compresi tra 180 e 360 m/s (ovvero  $15 < N_{SPT,30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < c_{u,30} < 250$  kPa nei terreni a grana fina);

**D** - Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{S,30}$  inferiori a 180 m/s (ovvero  $N_{SPT,30} < 15$  nei terreni a grana grossa e  $c_{u,30} < 70$  kPa nei terreni a grana fina);

**E** - Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con  $V_{S,30} > 800$  m/s).

La norma differenzia altre due categorie di terreni che necessitano di studi speciali per la definizione dell'azione sismica:

**S1** - Depositi di terreni caratterizzati da valori di  $V_{S,30}$  inferiori a 100 m/s (ovvero  $10 < c_{u,30} < 20$  kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche;

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO</b>					
	<b>VIABILITA' DI SOPPRESSIONE PL AL KM 143+883 – V. CALABRONI</b>					
<b>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</b>	COMMESSA IF0L	LOTTO 01	CODIFICA E 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. A	FOGLIO 57 di 71

**S2** - Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

In relazione alla specifica campagna di indagini condotte ed alle specifiche prove a disposizione, la categoria di sottosuolo per l'area di intervento è stata definita in funzione della prova sismica in foro *down-hole* appositamente realizzata nel foro di sondaggio S2. Nella tabella seguente si riporta una sintesi della prova effettuata contenente il valore di  $V_{S,30}$  determinato, la categoria di sottosuolo corrispondente e una sintesi dell'assetto litostratigrafico in corrispondenza della prova.

Sigla	Tipologia	Profondità (m)	Vs30 (m/s)	Categoria di Suolo	Unità geologiche
S2	Sondaggio attrezzato per sismica in foro	35.30	295	CLASSE C	TGC2/MDL3/MDL2

Tabella 5 – Risultati della prova sismica di tipo *down-hole* realizzata nel foro di sondaggio S2.

In relazione a quanto emerso dalle analisi geofisiche a disposizione, i terreni presenti nei settori di intervento possono essere caratterizzati con la categoria di sottosuolo "C".

## 12. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Nel corso del presente studio sono state consultate ed analizzate le risultanze delle indagini geognostiche disponibili realizzate nel settore di territorio interessato dagli interventi in progetto nell'ambito di diverse campagne indagini. L'intero set di dati derivanti dalle indagini di sito ha permesso di configurare un quadro di conoscenze soddisfacente, in relazione alla specifica fase di approfondimento progettuale in corso, circa l'assetto litostratigrafico di riferimento per le opere in progetto.

Nel corso dell'iter progettuale sino ad oggi espletato si sono succedute diverse campagne di indagini geognostiche nelle quali sono state realizzate sia indagini dirette che indirette; complessivamente sono stati esaminati i dati di n. 8 sondaggi geognostici di cui 4 non attrezzati, 3 strumentati con piezometro, 1 attrezzato per sismica in foro, n. 1 prova penetrometrica statica CPTU, n. 1 stendimento sismico a rifrazione e n. 4 prospezioni elettromagnetiche FDEM. Nella tabella seguente è riportata una sintesi dei sondaggi consultati, con indicazione dei principali dati tecnici relativi ad ogni singolo punto di indagine (sigla, tipologia, strumentazione, profondità, numero totale di campioni prelevati in fase di perforazione, SPT).

Sigla	Tipologia indagine e strumentazione	Quota (m s.l.m.)	Profondità (m)	Campioni	SPT
S12	Sondaggio non attrezzato	55.30	25.5	2	5
S11	Sondaggio non attrezzato	45.96	26.0	4	6

Tabella 6 - Sintesi dei sondaggi geognostici realizzati nell'ambito della campagna indagini "1984-1985".

Sigla	Tipologia indagine e strumentazione	Quota (m s.l.m.)	Profondità (m)	Campioni	SPT
P25	Sondaggio attrezzato con piezometro	54.80	50.0	7	5
P26	Sondaggio attrezzato con piezometro	55.40	50.0	4	4

Tabella 7 - Sintesi dei sondaggi geognostici realizzati nell'ambito della campagna indagini "2013-2014".

Sigla	Tipologia indagine e strumentazione	Quota (m s.l.m.)	Profondità (m)	Campioni	SPT
S1	Sondaggio attrezzato con piezometro	54.74	40.00	4	7
S2	Sondaggio attrezzato per sismica in foro	55.70	35.30	5	7
S3	Sondaggio non attrezzato	55.51	10.00	3	0
S4	Sondaggio non attrezzato	55.55	10.00	3	0
CPTU	Prova penetrometrica statica	55.29	4.70	-	-

Tabella 8 - Sintesi delle indagini realizzate nell'ambito della campagna indagini "viabilità 2015".

Inoltre, nella tabella seguente è riportata la prova sismica lineare effettuata nella campagna indagini "2013-2014" con indicazione dei principali dati (sigla, tipologia di indagine, lunghezza).

Sigla	Tipologia indagine	Lunghezza (m)
101	Stendimento sismico a rifrazione	240

Tabella 9 - Sintesi delle indagini sismiche di tipo lineare, realizzate nell'ambito della campagna indagini "2013-2014".

Infine, nella tabella seguente è riportata la sintesi delle prospezioni elettromagnetiche realizzate nella campagna indagini "viabilità 2015" in corrispondenza dei rispettivi sondaggi con indicazione dei principali dati (sigla, tipologia di indagine, area investigata).

Sigla	Tipologia indagine	Area (m <sup>2</sup> )
FDEM1	Prospezione elettromagnetica	49

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO</b>					
	<b>VIABILITA' DI SOPPRESSIONE PL AL KM 143+883 – V. CALABRONI</b>					
<b>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</b>	COMMESSA IF0L	LOTTO 01	CODIFICA E 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. A	FOGLIO 59 di 71

Sigla	Tipologia indagine	Area (m <sup>2</sup> )
FDEM2	Prospezione elettromagnetica	49
FDEM3	Prospezione elettromagnetica	49
FDEM4	Prospezione elettromagnetica	49

Tabella 10 - Sintesi delle prove elettromagnetiche realizzate nell'ambito della campagna indagini "viabilità 2015" in corrispondenza dei sondaggi.

### 13. CRITICITÀ E DESCRIZIONE DEL TRACCIATO

A conclusione delle presenti note, vengono di seguito sintetizzati i principali elementi di potenziale criticità per le opere in progetto, che risultano direttamente connessi con le caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche che contraddistinguono l'area di studio.

#### 13.1 Criticità geologiche

Dal punto di vista geologico, i principali elementi di criticità per le opere in progetto sono connessi con il locale assetto stratigrafico-strutturale dell'area e con la sismicità attuale dell'Appennino meridionale. Per questo secondo aspetto, in particolare, si rimanda a quanto riportato nel Capitolo "Sismicità dell'area", dove sono descritte in maniera dettagliata tutte le caratteristiche sismogenetiche dell'area ed i principali elementi di pericolosità dal punto di vista sismico.

Per quanto concerne l'assetto litostratigrafico locale, i principali elementi di criticità geologica sono connessi con la presenza di depositi di copertura fortemente eterogenei, sia dal punto di vista litologico che per quanto concerne le caratteristiche fisico-meccaniche. Nei settori di piana alluvionale, pertanto, sono presenti locali orizzonti di alluvionali e transizionali con caratteristiche geotecniche mediocri o addirittura scadenti.

In particolare, gli orizzonti argilloso-limosi intercalati alle porzioni granulometriche più grossolane dei suddetti terreni sono caratterizzati da una resistenza al taglio variabile, ma generalmente modesta, e da una elevata compressibilità, sia elastica che edometrica. I livelli sabbioso-limosi presenti all'interno dei depositi di copertura, invece, presentano una discreta resistenza al taglio ed una modesta compressibilità elastica.

Inoltre, è opportuno segnalare la diffusa presenza di coltri di copertura di genesi pedologica e detritico-colluviale. Tali terreni, infatti, presentano un comportamento meccanico generalmente

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO</b>  <b>VIABILITA' DI SOPPRESSIONE PL AL KM 143+883 – V. CALABRONI</b>					
<b>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</b>	COMMESSA IF0L	LOTTO 01	CODIFICA E 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. A	FOGLIO 60 di 71

scadente, fortemente eterogeneo e di certa inaffidabilità geotecnica, tale da consigliarne la bonifica preventiva ai fini dell'individuazione del piano di posa delle strutture fondali e dei rilevati ferroviari.

Per quanto detto, i suddetti depositi non garantiscono alcun tipo di tenuta lungo i fronti di scavo, neanche nel breve periodo e soprattutto se esposti agli agenti atmosferici. Nel caso di opere realizzate in settori di affioramento di spesse coltri di copertura detritico-colluviali, quindi, dovranno essere previste delle specifiche analisi di carattere geotecnico volte alla definizione delle effettive condizioni di stabilità di eventuali tagli o scarpate.

### 13.2 Criticità geomorfologiche

In relazione con quanto emerso dagli studi condotti, l'area di intervento risulta priva di elementi di pericolosità geomorfologica, potenziali o in atto, che possano determinare condizioni di rischio imminente ed interferenze dirette con le opere in progetto. Ciò in quanto i tratti in esame si sviluppano essenzialmente in settori di territorio sub-pianeggianti o a debole acclività, che limitano fortemente lo sviluppo di fenomeni erosivi o di dissesto di particolare rilevanza e intensità.

Quanto detto trova riscontro nelle cartografie tematiche del Piano stralcio di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di bacino dei Fiumi Liri, Garigliano e Volturno (2006).

### 13.3 Criticità idrogeologiche

Per quanto concerne gli aspetti connessi con la circolazione delle acque nel sottosuolo, si evidenzia la presenza di falde idriche sotterranee all'interno dei differenti acquiferi individuati lungo il tracciato ferroviario in esame. Tali falde infatti potrebbero rappresentare dei potenziali elementi di criticità per le opere in progetto, sia per le possibili venute d'acqua lungo i fronti di scavo che per la notevole influenza esercitata sul comportamento meccanico dei termini litologici attraversati.

I litotipi vulcanici, per loro estensione e trasmissività, rappresentano gli acquiferi di maggiore interesse nell'area di studio. Costituiscono dei sistemi idrogeologici particolarmente articolati e complessi, in quanto direttamente influenzati dalle forti variazioni granulometriche dei terreni costituenti l'acquifero. Le importanti falde freatiche a carattere perenne sono spesso captate con pozzi per l'approvvigionamento idrico dei centri abitati. Tali acquiferi sono spesso in comunicazione con le falde idriche dei sistemi alluvionali, cui sono giustapposti sia lateralmente che verticalmente. Sono sede di corpi idrici sotterranei in parte separati ed in parte interconnessi, con caratteristiche di falde libere o

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO</b>  <b>VIABILITA' DI SOPPRESSIONE PL AL KM 143+883 – V. CALABRONI</b>					
<b>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</b>	COMMESSA IF0L	LOTTO 01	CODIFICA E 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. A	FOGLIO 61 di 71

semiconfinate. Le direzioni di deflusso sono generalmente piuttosto variabili e disomogenee, in quanto controllate dalla presenza di fratture e cavità.

Relativamente ai sedimenti alluvionali, si sottolinea la presenza di importanti falde freatiche. Costituiscono dei sistemi idrogeologici particolarmente articolati e complessi, in quanto direttamente influenzati dalle forti variazioni granulometriche dei terreni costituenti l'acquifero e dalla presenza di importanti passaggi grossolani in corrispondenza delle antiche aste fluviali. Queste ultime presentano dei gradienti idraulici generalmente piuttosto bassi e, quasi sempre, sono caratterizzate da una superficie libera posta a pochi metri di profondità dal piano campagna. Tali acquiferi risultano alimentati, in buona sostanza, dagli apporti superficiali e profondi dei principali corsi d'acqua dell'area, anche se non sono da escludere possibili scambi idrici sotterranei con gli acquiferi giustapposti lateralmente e verticalmente.

I depositi detritico-colluviali di copertura non presentano corpi idrici sotterranei di una certa rilevanza, sia per la scarsa trasmissività dei terreni che per il ridotto spessore degli stessi. Pertanto, la circolazione idrica avviene principalmente in senso verticale, tramite il passaggio delle acque meteoriche dalla superficie topografica alle falde più profonde degli acquiferi sottostanti. A tali coperture si collegano manifestazioni sorgentizie spesso effimere, che danno origine ad una diffusa circolazione di acque in superficie subito dopo gli eventi piovosi.

In relazione allo sviluppo plano-altimetrico dell'opera e alla ricostruzione dei livelli piezometrici, elaborata sulla base dei dati di monitoraggio disponibili, le opere in progetto risultano poste generalmente a quote maggiori del tetto degli acquiferi individuati, sia nei depositi vulcanici sia in quelli alluvionali.

Massima attenzione dovrà essere posta anche agli impatti ambientali; infatti la soggiacenza della falda dal piano campagna è localmente bassa e gli acquiferi presentano una discreta vulnerabilità anche in relazione alla permeabilità dei depositi affioranti e sub-affioranti.

#### 13.4 Descrizione dei settori di intervento

Le analisi condotte e le ricostruzioni degli assetti geologico-strutturali riportati in carta hanno permesso di definire, in maniera commisurata al grado di approfondimento del progetto in corso, il contesto geologico di riferimento e tutti gli elementi di potenziale criticità per le opere in progetto. Nelle pagine che seguono viene quindi analizzato l'intero settore di intervento. Per ogni singolo tratto, in

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO</b>  <b>VIABILITA' DI SOPPRESSIONE PL AL KM 143+883 – V. CALABRONI</b>					
<b>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</b>	COMMESSA IF0L	LOTTO 01	CODIFICA E 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. A	FOGLIO 62 di 71

particolare, vengono descritte tutte le principali caratteristiche geologiche s.l. e gli aspetti più salienti ai fini progettuali.

Nel seguito si fa esplicito riferimento a quanto riportato nelle apposite cartografie tematiche ed ai profili ricostruiti lungo l'asse relativo alla viabilità di soppressione pl al km 143+883, Via Calabroni. In particolare, per quanto concerne le unità geologiche presenti nei vari settori di interesse, si riportano direttamente i nomi e le sigle contenute nelle diverse cartografie geologiche realizzate a corredo della presente relazione. Infine, per quanto riguarda gli spessori e l'assetto delle singole unità litostratigrafiche, si fa riferimento ai dati contenuti negli studi bibliografici a disposizione e alle risultanze delle diverse indagini geognostiche appositamente realizzate lungo il tracciato in esame nel corso delle diverse campagne di indagine.

#### **13.4.1 Asse 1**

Il presente tratto interessa il settore centro-settentrionale dell'area di studio, a quote comprese tra 53.5 e 59.1 m s.l.m.. Il tratto attraversa per tutto il suo sviluppo i depositi eluvio-colluviali (**b2**), con uno spessore variabile tra 0.5 e 2.8 m, in copertura sui depositi sabbioso-limosi del Tufo Grigio Campano (**TGC2**), con una potenza di circa 27 m, con banchi e lenti di tufo lapideo (**TGC1**), con spessori di circa 1.0 m. Nel tratto finale si rinvencono lembi di limitata estensione di riporto antropico, con uno spessore variabile tra 0.7 e 4.1 m. I depositi vulcanici poggiano con contatto discordante sui depositi pelitici dell'Unità di Maddaloni (**MDL3**), con lenti sabbioso-limose (**MDL2**), con uno spessore massimo di circa 7.0 m. Il substrato geologico dell'area è rappresentato dai termini litologici delle Arenarie di Caiazzo (**AIZ**). Il tetto delle arenarie è segnato da una superficie erosiva ondulata, con immersione verso sud e posta a profondità variabili tra circa 50 e 30 m circa dal piano campagna.

Dal punto di vista geomorfologico, non sono da rilevare elementi di potenziale criticità per le opere in progetto. Sotto l'aspetto idrogeologico, si sottolinea invece la presenza di una falda a superficie libera all'interno dei depositi vulcanici sabbioso-limosi e litoidi del Tufo Grigio Campano.

#### **13.4.2 Asse 2**

Il presente tratto interessa il settore centro-meridionale dell'area di studio, a quote comprese tra 54.1 e 56.3 m s.l.m.. Il tratto attraversa per tutto il suo sviluppo i depositi eluvio-colluviali (**b2**), con uno spessore variabile tra 0.4 e 1.9 m, in copertura sui depositi sabbioso-limosi del Tufo Grigio Campano (**TGC2**), con uno spessore di circa 24 m. I depositi vulcanici poggiano con contatto discordante sui



ITINERARIO NAPOLI – BARI  
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO  
I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO

VIABILITA' DI SOPPRESSIONE PL AL KM 143+883 – V. CALABRONI

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA,  
IDROGEOLOGICA E SISMICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0L	01	E 69 RG	GE 00 01 001	A	63 di 71

depositi pelitici dell'Unità di Maddaloni (**MDL3**), con lenti ghiaioso-sabbiose e sabbioso-limose (**MDL2**), con uno spessore massimo di circa 3.6 m. Il substrato geologico dell'area è rappresentato dai termini litologici delle Arenarie di Caiazzo (**AIZ**). Il tetto delle arenarie è segnato da una superficie erosiva ondulata, con immersione verso sud e posta a profondità di circa 50 m dal piano campagna.

Dal punto di vista geomorfologico, non sono da rilevare elementi di potenziale criticità per le opere in progetto. Sotto l'aspetto idrogeologico si sottolinea, invece, la presenza di una falda a superficie libera all'interno dei depositi vulcanici sabbioso-limosi del Tufo Grigio Campano.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO</b>  <b>VIABILITA' DI SOPPRESSIONE PL AL KM 143+883 – V. CALABRONI</b>					
	<b>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</b>	COMMESSA IF0L	LOTTO 01	CODIFICA E 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. A

#### 14. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Alessio G., Gorini A., Vilaro G. & Iannacone G. (1996) – *Low energy sequences in areas with high seismic potential: benevento (Southern Apennines), April 1990*. In: Schenk V. (ed), *Earthquake Hazard and Risk*. Springer Neatherlands, **1996**, 3-16.
- Allocca V. & Grasso T. (1998) – *L'idrostruttura dei Monti di Durazzano: idrodinamica, potenzialità e interconnessioni con gli acquiferi adiacent*. Tesi di Laurea, Università degli Studi di Napoli Federico II.
- Alvarez W., Cocozza T. & Wezel F.C. (1974) - *Fragmentation of the Alpine orogenic belt by microplate dispersal*. *Nature*, **248**, 309-314.
- Aprile F., Brancaccio L., Cinque A., Di Nocera S., Guida M., Iaccarino G., Lambiase S., Ortolani F., Pescatore T., Sgrosso I. & Torre M. (1978) - *Dati preliminari sulla neotettonica dei fogli 161 (Isernia), 171 (Gaeta), 173 (Benevento), 209 (Vallo della Lucania)*. Contributi preliminari alla realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia, CNR - Progetto Finalizzato Geodinamica
- Bally A.W., Burbi L., Cooper C. & Ghelardoni R. (1986) - *Balanced sections and seismic reflection profiles across the Central Apennines*. *Memorie della Società Geologica Italiana*, **35**, 257-310.
- Barbano M.S., Colombo F. & Zonno G. (1989) – *Preliminary results of seismic hazard assessment in the Sannio-Matese Area of Southern Italy*. *Natural Hazard*, **2**, 307-328.
- Bellucci F., Corniello A., De Riso R. & Russo D. (1990) - *Idrogeologia della piana a N-E di Napoli*. *Memorie della Società Geologica Italiana*, **45**, 339-349.
- Bernard P. & Zollo A. (1989) – *The Irpinia (Italy) 1980 earthquake: detailed analysis of a complex normal faulting*. *Journal of Geophysical Research*, **94**, 1631-1647.
- Bigi S., Cosentino D., Parotto M., Sartori R. & Scandone P. (1992) - *Structural model of Italy. Scale 1:500,000*. CNR - Progetto Finalizzato Geodinamica.
- Bisson M., Pareschi M.T., Zanchetta G., Sulpizio R. & Santacroce R. (2007) - *Volcanoclastic debris-flow occurrences in the Campania region (Southern Italy) and their relation to Holocene-Late Pleistocene pyroclastic fall deposits: implications for large-scale hazard mapping*. *Bulletin of Volcanology*, **70**, 157-167.
- Bonardi G., Ciarcia S., Di Nocera S., Matano F., Sgrosso I. & Torre M. (2009) - *Carta delle principali unità cinematiche dell'Appennino meridionale. Nota illustrativa*. *Bollettino della Società Geologica Italiana*, **128**, 47-60.
- Boscaino M. (2000) - *Relazione tra tettonica estensionale plio-pleistocenica e assetto strutturale del gruppo del Camposauro (Appennino Meridionale)*. *Bollettino della Società Geologica Italiana*, **119**, 623-635.
- Brancaccio A., Cinque A., Romano P., Roskopf C., Russo F., Santangelo N. & Santo A. (1991) - *Geomorphology and neotectonic evolution of a sector of the tyrrhenian flank of the southern Apennines (region of Naples, Italy)*. *Zeitschrift fur Geomorphologie*, **82**, 47-58.
- Brancaccio L., Cinque A., Romano P., Roskopf C. & Santangelo N. (1994) - *L'evoluzione delle pianure*

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO</b></p> <p><b>VIABILITA' DI SOPPRESSIONE PL AL KM 143+883 – V. CALABRONI</b></p>												
<p><b>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</b></p>	<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>IF0L</td> <td>01</td> <td>E 69 RG</td> <td>GE 00 01 001</td> <td>A</td> <td>65 di 71</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF0L	01	E 69 RG	GE 00 01 001	A	65 di 71
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF0L	01	E 69 RG	GE 00 01 001	A	65 di 71								

*costiere della Campania: geomorfologia e neotettonica*. Memorie della Società Geografica Italiana, **53**, 313-337.

Brocchini F., Principe C., Castradori D., Laurenzi M.A. & Gorla L. (2001) - *Quaternary evolution of the southern sector of the Campanian Plain and early Somma-Vesuvius activity: insights from the Trecase well*. Mineralogy and Petrology, **73**, 67-91.

Budetta P. & De Risio R. (1982) - *Osservazioni sulla tettonica e sulla idrogeologia della media valle del F. Isclero a sud del Taburno*. Memorie e Note dell'Istituto di Geologia Applicata, **12**, 5-27.

Calcaterra D., Parise M., Palma B. & Pelella L. (1999) - *The May 5th 1998, landsliding event in Campania (southern Italy): inventory of slope movements in the Quindici area*. In: Yagi N., Yamagami T. & Jiang J. (eds), Proceedings of International Symposium On Slope Stability Engineering. Balkema, **1999**, 1361-1366.

Calcaterra D., Parise M., Palma B. & Pelella L. (2000) - *Multiple debris-flows in volcanoclastic materials mantling carbonate slopes*. In: Wicczorek G.F. & Naeser N.D. (eds), Debris-Flow Hazards Mitigation: Mechanics, Prediction, and Assessment. Balkema, **2000**, 99-107.

Carannante G., Cesarano M., Pappone G. & Putignano M.L. (2012) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000. Foglio 431 Caserta Est*. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale.

Casciello E., Cesarano M. & Pappone G. (2006) - *Extensional detachment faulting on the Tyrrhenian margin of the Southern Apennines contractional belt (Italy)*. Journal of Geological Society, **163**, 617-629.

Cassignol C., Gillot P.Y. (1982) - *Range and effectiveness of unspiked potassium-argon dating: experimental groundwork and application*. In: Odin G.S. (ed), Numerical Dating in Stratigraphy. John Wiley & Sons, 160-179.

Castello B., Selvaggi G., Chiarabba C. & Amato A. (2005) - *CSI Catalogo della sismicità italiana 1981-2002, versione 1.0*. INGV-CNT.

Celico P. (1978) - *Schema idrogeologico dell'Appennino carbonatico centro-meridionale*. Memorie e Note dell'Istituto di Geologia Applicata, **14**, 3-97.

Celico P. (1981) - *Studi idrogeologici sui massicci carsici dell'Appennino centro-meridionale*. Notiziario della sezione di Napoli del Club Alpino Italiano, **30**, 43-46.

Celico P. (1983) - *Idrogeologia dei massicci carbonatici, delle piane quaternarie e delle aree vulcaniche dell'Italia centro-meridionale (Marche e Lazio meridionale, Abruzzo, Molise e Campania)*. Quaderni della Cassa per il Mezzogiorno, **4**, 1-225.

Celico P. (1986) - *Prospezioni idrogeologiche*. Liguori Editore.

Celico P., Civita M. & Corniello A. (1977) - *Idrogeologia del margine nordorientale della conca campana (massicci dei Tifatini e del M. Maggiore)*. Memorie e Note dell'Istituto di Geologia Applicata, **13**, 1-29.

Celico P., De Gennaro M., Ferreri M., Ghiara M.R., Russo D., Stanzione D. & Zenone F. (1980) - *Il margine orientale della piana Campana: indagini idrogeologiche e geochimiche*. Periodico di Mineralogia, **49**.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO</p> <p>VIABILITA' DI SOPPRESSIONE PL AL KM 143+883 – V. CALABRONI</p>												
<p><b>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</b></p>	<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>IF0L</td> <td>01</td> <td>E 69 RG</td> <td>GE 00 01 001</td> <td>A</td> <td>66 di 71</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF0L	01	E 69 RG	GE 00 01 001	A	66 di 71
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF0L	01	E 69 RG	GE 00 01 001	A	66 di 71								

Celico P., De Vita P., Manacelli G., Scalise A.R. & Tranfaglia G. (2007) – *Carta Idrogeologica dell'Italia meridionale*. Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato.

Celico P., Esposito L., De Gennaro M. & Mastrangelo E. (1994) - *La falda ad oriente della città di Napoli: idrodinamica e qualità delle acque*. *Geologica Romana*, **30**, 653-660.

Chiarabba C., Jovane L. & Di Stefano R. (2005) – *A new view of Italian seismicity using 20 years of instrumental recordings*. *Tectonophysics*, **395**, 251-268.

Chiocchini U. (2007) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000. Foglio 432 Benevento*. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale.

Cinque A., Ascione A. & Caiazza C. (2000) - *Distribuzione spazio-temporale e caratterizzazione della fagliazione quaternaria in Appennino meridionale*. *CNR-GNDT*, 203-218.

Cinque A., Patacca E., Scandone P. & Tozzi M. (1993) - *Quaternary kinematic evolution of the Southern Apennines. Relationship between surface geological features and deep lithospheric structures*. *Annali di Geofisica*, **36**, 249-260.

Civita M. (1975) - *Idrogeologia*. In: Ippolito F., Nicotera P., Lucini P. Civita M. & De riso R. (eds), *Geologia tecnica per ingegneri e geologi*. Isedi.

Civita M., De Masi R., De Risio R. & Vallario A. (1970) - *Possibilità di rinvenimento di nuove fonti di approvvigionamento idrico nella media valle dell'Isclero e nella bassa valle del Calore (Campania)*. *Geologia Tecnica e Ambientale*, **5**.

Cole P., Perrotta A. & Scarpati C. (1994) - *The volcanic history of SW part of the city of Naples*. *Geological Magazine*, **131**, 789-799.

Conticelli S., D'Antonio M., Pinarelli L. & Civetta L. (2002) - *Source contaminations and mantle heterogeneity in the genesis of Italian potassic and ultrapotassic volcanic rocks: Sr-Nd-Pb isotope data from Roman Province and Southern Tuscany*. *Mineralogy and Petrology*, **74**, 189-222.

Corniello A. (1988) - *Considerazioni idrogeologiche su talune acque minerali e termo-minerali della Provincia di Caserta*. *Memorie della Società Geologica Italiana*, **41**, 1053-1063.

Corniello A., Ducci D. & De Risio R. (1990) - *Idrogeologia e idrochimica della Piana Campana*. *Memorie della Società Geologica Italiana*, **45**, 351-360.

Cotecchia V. (1956) - *Gli aspetti idrogeologici del Tavoliere delle Puglie*. *L'Acqua*, **34**, 168-180.

Cubellis E., Ferri M., Luongo G. & Obrizzo F. (2001) - *The roots of Mt. Vesuvius deduced from gravity anomalies*. *Mineralogy and Petrology*, **73**, 23-38.

Custodio E. (1978) – *Geohidrologia de terrenos e islas volcanicas*. Centro de Estudios Hidrográficos Publications, **128**.

D'Argenio B., Pescatore T. & Scandone P. (1973) - *Schema geologico dell'Appennino meridionale (Campania e Lucania)*. *Accademia Nazionale dei Lincei*, **183**, 49-72.

De Niscio G. (2007) - *Definizione della struttura litosferica del Somma-Vesuvio mediante tomografia sismica delle onde superficiali*. Tesi di dottorato, Università degli Studi di Napoli Federico II.

De Vivo B., Rolandi G., Gans P.B., Calvert A., Bohrsen W.A., Spera F.J. & Belkin H.E. (2001) - *New constraints on the pyroclastic eruptive history of the Campanian Volcanic Plain (Italy)*. *Mineralogy and Petrology*, **73**, 47-65.

Deino A.L., Orsi G., De Vita S. & Piochi M. (2004) - *The age of the Neapolitan Yellow Tuff caldera forming eruption (Campi Flegrei caldera - Italy) assessed by <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar dating method*. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **133**, 157-170.

Del Gaudio V., Pierri P., Frepoli A., Calcagnile G., Venisti N. & Cimini G.B. (2007) - *A critical revision of the seismicity of Northern Apulia (Adriatic Plate - Southern Italy) and implication of seismogenic structures*. *Tectonophysics*, **436**, 9-35.

Di Bucci D. & Tozzi M. (1992) - *La linea "Ortona-Roccamonfina": Revisione dei dati esistenti e nuovi contributi per il settore settentrionale (Media valle del Sangro)*. *Studi Geologici Camerti*, vol.spec. **1991/92**, 397-406.

Di Bucci D., Corrado S., Naso G., Parotto M. & Praturlon A. (1999) - *Evoluzione tettonica neogenico-quadernaria dell'area molisana*. *Bollettino della Società Geologica Italiana*, **118**, 13-30.

Di Crescenzo G. & Santo A. (2013) - *Dati preliminari sull'assetto tettonico e fessurativo dei versanti carbonatici interessati da sinkhole nell'Appennino centro-meridionale*. *Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia*, **93**, 219-238.

Di Girolamo P. & Stanzione D. (1973) - *Lineamenti geologici e petrologici dell'Isola di Procida*. *Rendiconti della Società Italiana di Mineralogia e Petrologia*, **29**, 81-125.

Di Nocera S., Torre M. & Viti P. (1993) - *Le arenarie di Caiazzo nell'evoluzione tortoniano-messiniana dell'Appennino campano*. *Atti Ticinesi di Scienze della Terra*, **36**, 91-102.

Di Staso A. & Giardino S. (2002) - *New integrate biostratigraphic data about the Saraceno Formation (North-Calabrian Unit, Southern Apennines)*. *Bollettino della Società Geologica Italiana*, vol. spec. **1**, 517-526.

DISS Working Groupe (2010) - *Database of individual Seismogenic Sources (DISS)*, version 3.1.1., disponibile in internet all'indirizzo <http://diss.rm.ingv.it/diss/index.html>.

Doglioni C., Moretti I. & Roure F. (1991) - *Basal lithospheric detachment, eastward mantle flow and Mediterranean geodynamics: a discussion*. *Journal of Geodynamics*, **13**, 47-65.

Esposito E., Luongo G., Marturano A. & Porfido S. (1987) - *Il terremoto di S. Anna del 26 luglio 1805*. *Memorie della Società Geologica Italiana*, **37**, 171-191.

Esposito E., Luongo G., Marturano A. & Porfido S. (1988) - *I terremoti recenti dal 1980 al 1986 nell'Appennino Meridionale*. *Memorie della Società Geologica Italiana*, **41**, 1117-1128.

Fedele L., Morra V., Perrotta A., Scarpati C., Putignano M.L., Orrù P., Schiattarella M., Aiello G., D'Argenio B. & Conforti A. (2009) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000. Foglio 465 Isola di Procida*. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale.

Frepoli A. & Amato A. (2000) - *Spatial variation in stresses in peninsular Italy and Sicily from background seismicity*. *Tectonophysics*, **317**, 109-124.

Grassi D. & Tadolini T. (1992) – *Caratteristiche chimico-fisiche delle acque della falda carsica del Gargano*. CNR-GNDCI, **538**, 375-416.

Gruppo di Lavoro MPS (2004) – *Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM del 20 marzo 2003*. INGV, Rapporto Conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile.

Guadagno F.M., Piscopo V., Iesce M.T., Vecchiarelli R. & Aquino S. (1998) - *Caratterizzazione idrogeologica e potenzialità della bassa valle del fiume Calore (Campania)*. Quaderni di Geologia Applicata, **5**, 25-39.

Guerrera F., Martin Algarra A. & Perrone V. (1993) - *Late Oligocene-Miocene syn-late-orogenic successions in western and central Mediterranean Chains from the Betic Cordillera to the southern Apennines*. Terra Nova, **5**, 525-544.

Ippolito F., Ortolani F. & Russo M. (1973) - *Struttura marginale tirrenica dell'Appennino campano: reinterpretazione di dati di antiche ricerche di idrocarburi*. Memorie della Società Geologica Italiana, **12**, 227-250.

Lentini F., Carbone S., Catalano S. & Monaco C. (1990) - *Tettonica a thrust neogenica nella Catena appenninico-maghebide: esempi dalla Lucania e dalla Sicilia*. Studi Geologici Camerti, vol.suppl. **1990**, 19-26.

Luongo G., Cubellis E., Obrizzo F. & Petrazzuoli S.M. (1991) - *A physical model for the origin of volcanism of the Tyrrhenian margin: the case of neapolitan area*. Journal of Volcanology and Geothermal Research, **48**, 173-185.

Maggiore M., Masciale R., Massari R., Pappagallo G., Passarella G. & Vurro M. (2004) – *Caratteri idrostrutturali del Tavoliere di Puglia ed elaborazione di una carta geolitologica a finalità idrogeologiche*. Geologi e Territorio, **2/2004**, 6-16.

Maggiore M., Nuovo G. & Pagliarulo P. (1996) – *Caratteristiche idrogeologiche e principali differenze idrochimiche delle falde sotterranee del Tavoliere di Puglia*. Memorie della Società Geologica Italiana, **51**, 669-684.

Malinverno A. & Ryan W.B.F. (1986) - *Extension in the Tyrrhenian Sea and shortening in the Apennines as result of arc migration driven by sinking of the lithosphere*. Tectonics, **5**, 227-245.

Meletti C. & Valensise G. (2004) – *Zonazione sismogenetica ZS9 – App.2 al Rapporto Conclusivo*. Gruppo di Lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

Montone P., Amato A. & Pondrelli S. (1999) - *Active stress map of Italy*. Journal of Geophysical Research, **104**, 25595-25610.

Mostardini F. & Merlini S. (1986) - *Appennino centro-meridionale. Sezioni geologiche e proposta di un modello strutturale*. Memorie della Società Geologica Italiana, **35**, 177-202.

Pantosti D. & Valensise G. (1990) – *Faulting mechanism and complexity of the Novembre 23, 1980, Campani-Lucania Earthquake, inferred from surface observations*. Journal of Geophysical Research, **95**, 15319-15341.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO</p> <p>VIABILITA' DI SOPPRESSIONE PL AL KM 143+883 – V. CALABRONI</p>					
	<p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</p>	<p>COMMESSA IF0L</p>	<p>LOTTO 01</p>	<p>CODIFICA E 69 RG</p>	<p>DOCUMENTO GE 00 01 001</p>	<p>REV. A</p>

Papa L. (2011) - *Tufi vulcanici nel costruito storico: vulnerabilità e possibili trattamenti per la conservazione e il restauro*. Tesi di dottorato, Università degli Studi di Sassari.

Pasquarè G., Abbate E., Castiglioni G.B., Merenda M., Mutti E., Ortolani F., Parotto M., Pignone R., Polino R. & Sassi F.P. (1992) – *Carta geologica d'Italia 1:50.000, Guida al Rilevamento*. Quaderni serie III, **1**.

Patacca E. & Scandone P. (1989) - *Post Tortonian mountain building in the Apennines. The role of the passive sinking of a relic lithospheric slab*. In: Boriani A., Bonafede M., Piccardo G.B. & Vai G.B. (eds), *The lithosphere in Italy: Advances in Earth Science Research*. Atti dei Convegni Lincei, **80**, 157-176.

Patacca E. & Scandone P. (2007) - *Geology of the Southern Apennines*. Bollettino della Società Geologica Italiana, vol. spec. **7**, 75-199.

Patacca E., Sartori R. & Scandone P. (1990) - *Tyrrhenian basin and Apenninic arcs: Kinematic relations since late Tortonian times*. Memorie della Società Geologica Italiana, **45**, 425-451.

Patacca E., Scandone P., Bellatalla M., Perilli N. & Santini U. (1992) - *La zona di giunzione tra l'arco appenninico settentrionale e l'arco appenninico meridionale nell'Abruzzo e nel Molise*. Studi Geologici Camerti, vol. spec. **1991/92**, 417-441.

Peccerillo A. (2005) - *Plio-Quaternary volcanism in Italy: Petrology, geochemistry, geodynamics*. Springer.

Perrotta A. (1992) - *Evoluzione vulcanologica dei Campi Flegrei tra 20000 e 12000 anni e dinamica dell'eruzione della Breccia Museo*. Tesi di Dottorato, Università degli Studi di Napoli Federico II.

Perrotta A., Scarpati C., Luongo G. & Morra V. (2006) - *The Campi Flegrei caldera boundary in the city of Naples*. In: De Vivo B. (ed), *Volcanism in the Campania Plain: Vesuvius, Campi Flegrei and Ignimbrites*. Elsevier, *Developments in Volcanology*, **9**, 85-96.

Pescatore T. & Sgrosso I. (1973) - *I rapporti tra la piattaforma Campano-Lucana e la piattaforma Abruzzese-Campana nel Casertano*. Bollettino della Società Geologica Italiana, **92**, 925-938.

Pierri P., Del Gaudio V. & Calcagnile G. (2008) – *Ridefinizione della zonazione sismogenetica della Puglia settentrionale e implicazioni per le stime di pericolosità*. Atti del Convegno GNGTS, Sessione 2.2.

Pino N.A., Palombo B., Ventura G., Perniola B. & Ferrari G. (2008) - *Waveform modeling of historical seismograms of the 1930 Irpinia earthquake provides insight on "blind" faulting in southern Apennines (Italy)*. *Journal of Geophysical Research*, **113**, B05303.

Porfido S., Esposito E., Luongo G. & Maturano A. (1988) – *I terremoti del XIX secolo dell'Appennino Campano-lucano*. Memorie della Società Geologica Italiana, **41**, 1105-1116.

Postpischl D. (1985) – *Atlas of isoseismal of Italian earthquakes*. CNR - Progetto Finalizzato Geodinamica.

Principe C., Rosi M., Santacroce R. & Sbrana A. (1987) - *Explanatory notes to the geological map*. Quaderni della Ricerca Scientifica, **114**, 11-51.

Rosi M. e Sbrana A. (1987) - *Phlegrean Fields*. Quaderni della Ricerca Scientifica, **114**, 133-144.



ITINERARIO NAPOLI – BARI  
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO  
I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO

VIABILITA' DI SOPPRESSIONE PL AL KM 143+883 – V. CALABRONI

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA,  
IDROGEOLOGICA E SISMICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0L	01	E 69 RG	GE 00 01 001	A	70 di 71

Roure F., Casero P. & Vially R. (1991) - *Growth processes and melange formation in the southern Apennines accretionary wedge*. Earth and Planetary Science Letters, **102**, 395-412.

Santacroce R. (1987) - *Somma-Vesuvius*. Quaderni della Ricerca Scientifica, **114**, 53-104.

Santangelo N. (2011) - *Nuovi dati sulla stratigrafia e sull'evoluzione tardo-quadernaria-olocenica del bordo settentrionale della Piana Campana*. Rendiconti online della Società Geologica Italiana, **12**, 87-90.

Sartori R. (1989) - *Evoluzione neogenico-recente del bacino tirrenico e suoi rapporti con la geologia delle aree circostanti*. Giornale di Geologia, **51**, 1-39.

Scrocca D. & Tozzi M. (1999) - *Tetogenesi mio-pliocenica dell'Appennino molisano*. Bollettino della Società Geologica Italiana, **118**, 255-286.

Scrocca D., Sciamanna S., Di Luzio E., Tozzi M., Nicolai C. & Gambini R. (2007) - *Structural setting along the CROP-04 deep seismic profile (Southern Apennines - Italy)*. Bollettino della Società Geologica Italiana, vol. spec. **7**, 283-296.

Valensise G. & Pantosti D. (2001) - *The investigation of potential earthquake sources in peninsular Italy: a review*. Journal of Seismology, **5**, 287-306.

Vannucci G. & Gasperini P. (2004) - *The new release of the database of Earthquake mechanisms of the Mediterranean Area (EMMA vers. 2)*. Annali di Geofisica, suppl. **47**, 307-334.

Vilardo G., Nappi R., Petti P. & Ventura G. (2003) - *Fault geometries from the space distribution of the 1990-1997 Sannio-Benevento earthquake: inference on the active deformation in Southern Apennines*. Tectonophysics, **363**, 259-271.

Westaway R. (1992) - *Revised hypocentre and fault rupture geometry for the 1980 November 23 Campania-Basilicata earthquake in southern Italy*. Geophysical Journal International, **109**, 376-390.

Zanchetta G., Sulpizio R. & Di Vito M.A. (2004) - *The role of volcanic activity and climate in alluvial fan-growth at volcanic areas: an example from southern Campania (Italy)*. Sedimentary Geology, **168**, 249-280.



ITINERARIO NAPOLI – BARI  
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO  
I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO

VIABILITA' DI SOPPRESSIONE PL AL KM 143+883 – V. CALABRONI

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA,  
IDROGEOLOGICA E SISMICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0L	01	E 69 RG	GE 00 01 001	A	71 di 71

# APPENDICE

### Depositi continentali

#### Coltri eluvio-colluviali

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 eteropici ai Depositi di versante e al Poggio in origine mista. Lo spessore massimo non è determinabile.

(b2) Argille limose, limi argillosi e limi argilloso-sabbiosi di colore marrone, grigio e bruno-rossastro, a struttura indistinta, con abbondanti resti vegetali, diffusi inclusi piroclastici e rare ghiale poligeniche da argilose a sub-arrotondate; a luoghi si rinvergono 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 ghiale poligeniche da argilose a sub-arrotondate.

b2

#### Depositi alluvionali attuali

Depositi continentali di canale fluviale e argine, costituiti da una litofacies a dominante sabbioso-limosa, Poggiano in contatto stratigrafico discordante sulle unità più antiche. Lo spessore massimo è di circa 3 m.

(ba2) Sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi di colore marrone, grigio e giallastro, a struttura indistinta o debolmente laminata, con locali inclusi piroclastici e frequenti ghiale poligeniche da sub-angolose ad arrotondate; a luoghi si rinvergono passaggi di ghiale poligeniche ed eterometriche, da sub-angolose ad arrotondate, in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa di colore marrone, grigio e giallastro, generalmente abbondante.

ba2

#### Depositi alluvionali recenti

Depositi continentali di canale fluviale, argine, conoidi alluvionale e plana inondabile, costituiti da una litofacies a dominante limoso-argillosa. Poggiano in contatto stratigrafico discordante sulle unità più antiche. Lo spessore massimo è di circa 12 m.

(bb2) Argille limose, limi argillosi e limi argilloso-sabbiosi di colore marrone e bruno-rossastro, a struttura indistinta o debolmente laminata, con diffusi inclusi piroclastici e rare ghiale poligeniche da sub-angolose ad arrotondate; a luoghi si rinvergono passaggi di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi di colore marrone, grigio e giallastro, a struttura indistinta, con diffusi inclusi piroclastici e frequenti ghiale poligeniche da sub-angolose ad arrotondate.

bb2

### Depositi vulcanoclastici

#### Tufo Grigio Campano

Depositi vulcanici di colata tuffobrica, costituiti da due differenti litofacies a dominante tuffacea e cinetica. Poggiano in contatto stratigrafico discordante sulle unità più antiche e rappresentano il riempimento di paleo-depressioni morfologiche. Al tetto e localmente presente un paleosuolo marrone-brunastro a tessitura sabbioso-limosa. Lo spessore massimo è di circa 45 m.

(TGc1) Tufi lapidei di colore grigio, grigio-violaceo e grigio-neroccia, a struttura massiva, con diffuse pomice e scorie di dimensioni millimetriche e centimetriche e subordinati cristalli e litici lavici, verso l'alto passano a tufi lapidei di colore giallastro e nocciola-giallastro, a struttura massiva, con diffuse pomice e scorie di dimensioni millimetriche e centimetriche.

(TGc2) Cenere a granulometria sabbiosa e sabbioso-limosa di colore grigio, nocciola e giallastro, a struttura indistinta, con diffuse pomice e scorie di dimensioni millimetriche e centimetriche e rare ghiale poligeniche da angolose a sub-angolose; nella parte bassa della successione è localmente presente un livello di pomice grossolane di colore bianco-rosato, angolose e a struttura indistinta.

TGc1

TGc2

#### Unità di Maddaloni

Depositi lacustri con frequenti intercalazioni fluviali e vulcanoclastiche, costituiti da tre differenti litofacies a dominante ghialoso-sabbiosa, sabbioso-limosa e pelitica. 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 e limoso-argillosa. Lo spessore massimo è di circa 30 m.

(MDL1) Ghiale poligeniche ed eterometriche, da sub-angolose ad arrotondate, in matrice sabbiosa, sabbioso-limosa e sabbioso-argillosa di colore grigio, nocciola e giallastro, da scarsa ad abbondante; a luoghi si rinvergono passaggi di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi di colore grigio, nocciola e giallastro, a struttura indistinta, con frequenti ghiale poligeniche da sub-angolose ad arrotondate.

(MDL2) Sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi di colore grigio, nocciola e giallastro, a struttura indistinta o debolmente laminata, con diffusi inclusi piroclastici e frequenti ghiale poligeniche da sub-angolose ad arrotondate; a luoghi si rinvergono passaggi di cenere a granulometria sabbiosa e sabbioso-limosa di colore grigio, marrone e giallastro, a struttura indistinta, con diffuse pomice e scorie di dimensioni millimetriche e centimetriche; a luoghi si rinvergono sottili livelli torbosi di colore nerastro e intercalazioni di limi argillosi grigi e marroni.

(MDL3) Argille limose, limi argillosi e limi argilloso-sabbiosi di colore grigio, nocciola e grigio-verdastro, a struttura indistinta o debolmente laminata, con diffusi inclusi piroclastici e locali ghiale poligeniche da sub-angolose ad arrotondate; a luoghi di rinvergono passaggi di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi di colore grigio, nocciola e bruno-rossastro, a struttura indistinta o debolmente laminata, con diffusi inclusi piroclastici e locali ghiale poligeniche da sub-angolose ad arrotondate.

MDL1

MDL2

MDL3

Pleistocene inferiore - Pleistocene superiore

### Unità sin-orogene

#### Arenarie di Calazzo

Depositi marini di base scarpata con sporadiche intercalazioni olistostromiche, costituiti da una singola litofacies a dominante arenaceo-marmosa. Poggiano in contatto stratigrafico discordante su unità non affioranti nell'area e risultano in contatto tettonico con le Argille Varicolori Superiori. Lo spessore massimo è di circa 600 m.

(AIZ) Arenarie quarzoso-feldspatiche e quarzoso-litiche di colore grigio e marrone chiaro, in strati da medi a molto spessi, talora a geometria lenticolare, in alternanza con argille limose e argille marmose di colore grigio, nocciola e grigio-verdastro, in strati da molto sottili a sottili; si rinvergono frequenti intercalazioni di sabbie limose e sabbie limose-argillose di colore grigio e nocciola, in strati da sottili a medi, e locali lenti e/o livelli di conglomerati poligenici a matrice sabbioso-limosa di colore grigio e marrone-rossastro; a luoghi sono presenti olistostromi a elementi extrabacinali costituiti da calcari, calcilutiti e radiolariti di colore grigio, avana e biancastro in strati da sottili a medi, talora brecciati.

AIZ

Tortoniano superiore - Messiniano inferiore

### SIMBOLOGIA

#### Elementi idrografici

Corso d'acqua

#### Elementi strutturali e tettonici

Limite stratigrafico

Faglia diretta, a tratteggio se presunta e/o sepolta

#### Forme e processi dovuti alle acque correnti superficiali

Orlo di scarpata di erosione fluviale o torrentizia

Alveo con tendenza all'approfondimento

#### Forme antropiche e manufatti

Riperto antropico: rilevato ferroviario e/o stradale

Argine

#### Indagini

Sondaggio a carotaggio continuo non attrezzato

Sondaggio a carotaggio continuo attrezzato con piezometro

Sondaggio a carotaggio continuo attrezzato per sismica in foro

Prova penetrometrica statica

Stendimento sismico a rifrazione

planimetria

profilo

in asse

proiettati

#### Campagna Indagini

Viabilità di soppressione PL al km 143+833 - via Calabroni (2015)

Progettazione definitiva per il "Raddoppio Cancello - Benevento" (2013-2014)

Progetto definitivo Lotto 1 Linea Caserta - Foggia (1984-1985)

#### Litofacies

Limmi e argille

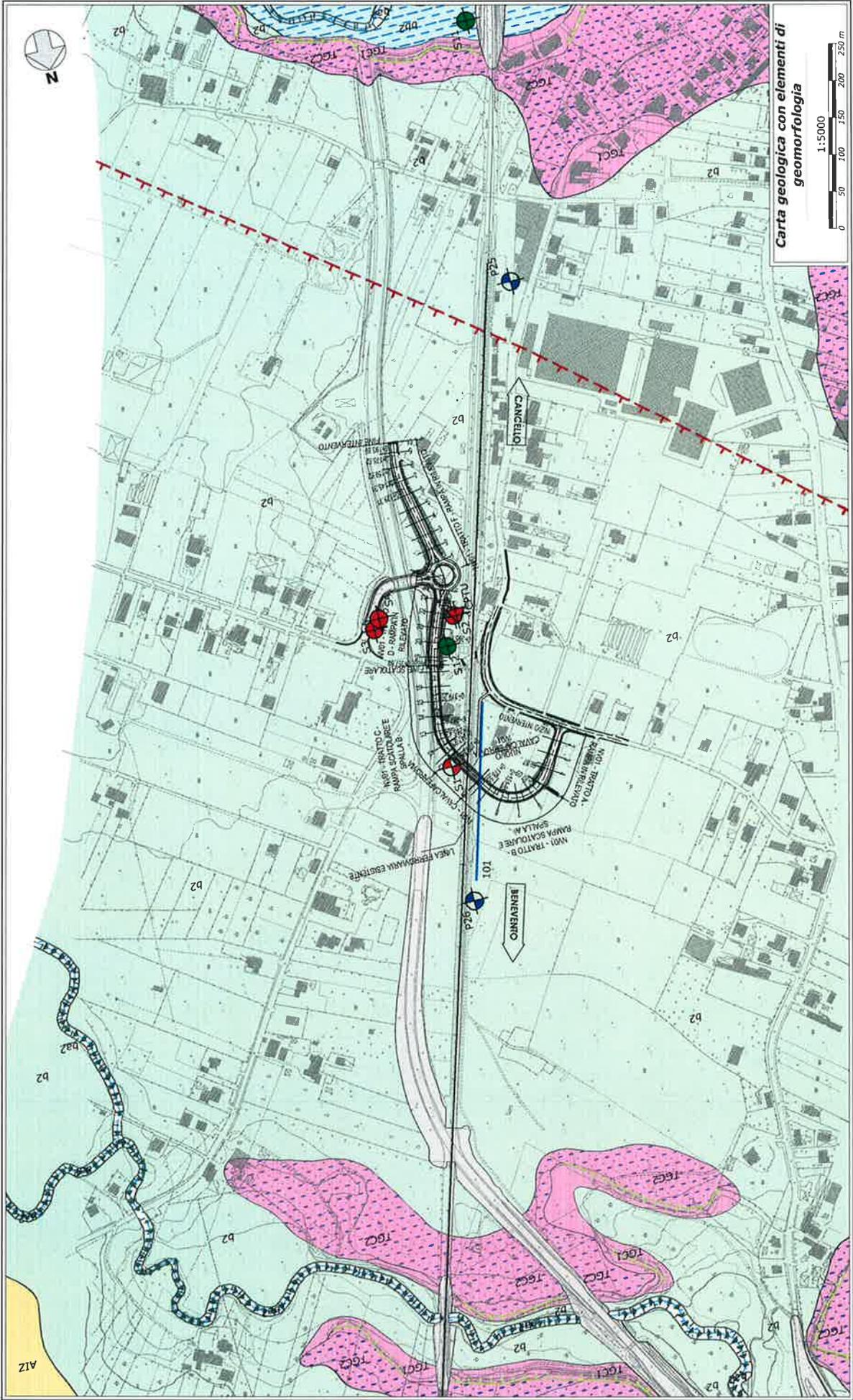
Sabbie e limi

Tufi lapidei

~Ngr-13 Prova SPT

■ Campione indisturbato

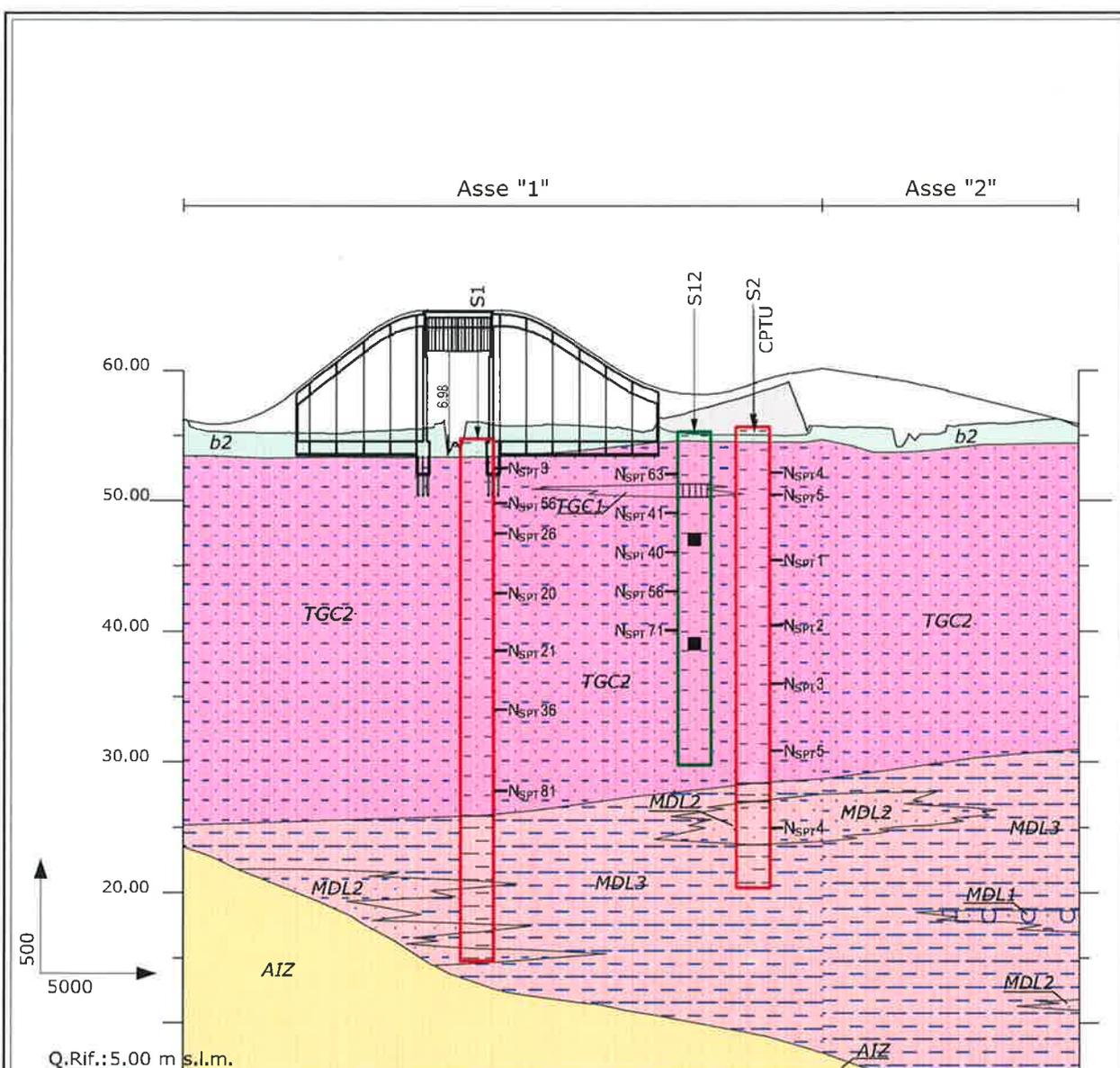
### Legenda geologica



Carta geologica con elementi di geomorfologia



ALZ



SEZIONI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
QUOTE PROGETTO	56.23	56.13	55.87	56.15	56.99	58.51	59.97	61.57	63.16	64.24	64.60	64.60	64.52	63.85	62.60	61.27	59.96	58.88	58.88	58.37	58.17	58.38	58.98	59.58	59.85	60.15	59.85	59.55	59.21	58.79	58.30	57.78	57.27	56.76	56.24	55.89		
QUOTE TERRENO	56.23	56.00	55.31	55.26	55.24	55.23	55.21	55.22	55.36	55.44	55.59	55.91	55.76	55.80	55.83	55.74	55.63	55.26	55.26	55.47	57.04	57.60	58.20	58.84	57.66	59.85	55.77	55.68	59.85	55.65	54.21	55.13	55.73	55.95	55.94	56.16	56.26	55.69
DISTANZE PROGRESSIVE	0.00	4.00	-24.00	-44.00	-64.00	-85.65	-104.00	-124.00	-144.00	-164.00	-182.75	-230.75	-249.00	-269.00	-289.00	-309.00	-329.00	-349.00	-369.00	-389.00	-409.00	-429.00	-447.81	-461.49	-481.49	-20.00	-40.00	-60.00	-80.00	-100.00	-120.00	-140.00	-160.00	-180.00	-193.88			

**Profilo geologico**  
**Asse 1 e asse 2**  
 1:5000/500