

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

U.O. GEOLOGIA

PROGETTO DEFINITIVO

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

INTERCONNESSIONI NORD SU LS ROMA- NAPOLI VIA CASSINO

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA

SCALA:

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

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | F | 0 | F | 0 | 4 | D | 6 | 9 | R | G | G | E | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | A |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

| Rev. | Descrizione | Redatto | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizz. | Data |
|------|---------------------|--------------|-----------|-------------|-----------|------------|-----------|-----------|------|
| A | EMISSIONE ESECUTIVA | G. Benedetti | Apr. 2016 | R. Briganti | Apr. 2016 | F. Cerrone | Apr. 2016 | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

INDICE

| | | |
|---------|---|-----------|
| 1 | PREMESSA | 8 |
| 2 | RIFERIMENTI LEGISLATIVI E BIBLIOGRAFICI | 9 |
| 2.1 | NORMATIVA..... | 9 |
| 2.2 | BIBLIOGRAFIA E DOCUMENTI PROGETTUALI | 9 |
| 3 | AFFIDABILITÀ DEL MODELLO GEOLOGICO | 11 |
| 4 | LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA | 15 |
| 5 | INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE..... | 16 |
| 5.1 | EVOLUZIONE GEOLOGICA | 18 |
| 5.2 | APPARATI VULCANICI DEL SOMMA-VESUVIO E DEI CAMPI FLEGREI..... | 20 |
| 5.3 | ASSETTO STRATIGRAFICO | 24 |
| 5.4 | CARATTERISTICHE STRUTTURALI..... | 25 |
| 6 | ASSETTO GEOLOGICO LOCALE..... | 31 |
| 6.1 | ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO | 31 |
| 6.1.1 | <i>Depositi vulcanoclastici</i> | <i>31</i> |
| 6.1.1.1 | <i>Unità di Maddaloni.....</i> | <i>32</i> |
| 6.1.1.2 | <i>Tufo Grigio Campano.....</i> | <i>32</i> |
| 6.1.1.3 | <i>Unità di Casalnuovo – Casoria.....</i> | <i>34</i> |
| 7 | INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO REGIONALE..... | 36 |
| 7.1 | ATTIVITÀ ESTRATTIVE | 38 |
| 8 | ASSETTO GEOMORFOLOGICO LOCALE..... | 39 |
| 8.1 | ELEMENTI STRUTTURALI E TETTONICI..... | 39 |
| 8.2 | FORME ANTROPICHE E MANUFATTI | 39 |
| 9 | INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO REGIONALE | 40 |
| 9.1 | ACQUIFERI E UNITÀ IDROGEOLOGICHE..... | 41 |
| 9.2 | STRUTTURE IDROGEOLOGICHE E IDRODINAMICA DEGLI ACQUIFERI | 46 |
| 9.3 | SORGENTI E OPERE DI CAPTAZIONE | 47 |

| | | | | | | |
|---|--|-------------------------|-----------------------|--------------------------------|------------------|---------------------------|
|  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | 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 | | | | | |
| | INTERCONNESSIONI NORD SU LS ROMA-NAPOLI VIA CASSINO | | | | | |
| RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA | COMMESSA IF0F | LOTTO 04 D 69 | CODIFICA RG | DOCUMENTO GE0001 001 | REV. A | FOGLIO 4 di 100 |

| | | |
|------|--|----|
| 9.4 | VULNERABILITÀ ALL'INQUINAMENTO DELLA PIANA CAMPANA..... | 48 |
| 10 | ASSETTO IDROGEOLOGICO LOCALE | 50 |
| 10.1 | COMPLESSI DEI DEPOSITI DI COPERTURA..... | 51 |
| | 10.1.1 <i>Complesso vulcanoclastico grossolano</i> | 51 |
| | 10.1.2 <i>Complesso vulcanico-tufaceo</i> | 52 |
| 10.2 | MONITORAGGIO PIEZOMETRICO..... | 52 |
| 10.3 | OPERE DI CAPTAZIONE ED EMERGENZE SORGENTIZIE..... | 53 |
| 10.4 | CONDIZIONI DI DEFLUSSO IDRICO SOTTERRANEO | 54 |
| 11 | SISMICITÀ DELL'AREA..... | 56 |
| 11.1 | SISMICITÀ STORICA | 58 |
| 11.2 | SISMICITÀ ATTUALE | 64 |
| 11.3 | PERICOLOSITÀ SISMICA | 67 |
| 12 | INDAGINI GEOGNOSTICHE..... | 72 |
| 13 | CRITICITÀ E DESCRIZIONE DEL TRACCIATO | 74 |
| 13.1 | CRITICITÀ GEOLOGICHE | 74 |
| 13.2 | INTERCONNESSIONI NORD SU LS ROMA-NAPOLI VIA CASSINO | 74 |
| | 13.2.1 <i>Interconnessione Nord – BP e BD</i> | 74 |
| | 13.2.2 <i>Collegamento Nord Binario pari/dispari</i> | 75 |
| | 13.2.3 <i>Collegamento Marcianise</i> | 75 |
| 14 | BIBLIOGRAFIA | 77 |

ELENCO DELLE TABELLE

| | |
|---|----|
| TABELLA 1. CALCOLO DEI PARAMETRI DI INVESTIGAZIONE (DPQ, MPQ E GPQ) (DA PERELLO 2011)..... | 12 |
| TABELLA 2. PROSPETTO SINTETICO DELLE PROVE DI PERMEABILITÀ REALIZZATE NEI FORI DI SONDAGGIO (CAMPAGNA INDAGINI 2007)..... | 50 |
| TABELLA 3. PROSPETTO SINTETICO DELLE PROVE DI PERMEABILITÀ REALIZZATE NEI FORI DI SONDAGGIO RELATIVAMENTE ALLE CAMPAGNE INDAGINI “2013-2014” | 51 |

| | | | | | | |
|---|--|------------------|----------------|-------------------------|-----------|--------------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | 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 | | | | | |
| | INTERCONNESSIONI NORD SU LS ROMA-NAPOLI VIA CASSINO | | | | | |
| RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA | COMMESSA IF0F | LOTTO 04 D 69 | CODIFICA RG | DOCUMENTO GE0001 001 | REV. A | FOGLIO 5 di 100 |

| | |
|--|----|
| TABELLA 4. DATI DI MONITORAGGIO PIEZOMETRICO CONDOTTO SULLE STRUMENTAZIONI INSTALLATE NEI FORI DI SONDAGGIO DELLA CAMPAGNA INDAGINI "2013-2014", UTILIZZATI NELLO STUDIO DI RICOSTRUZIONE DELLA FALDA. | 53 |
| TABELLA 5. DATI DI MONITORAGGIO PIEZOMETRICO, CONDOTTO NELLA PRECEDENTE FASE PROGETTUALE SULLE STRUMENTAZIONI INSTALLATE NEI FORI DI SONDAGGIO DELLE CAMPAGNE INDAGINI "2007", "2008-2009", UTILIZZATI NELLO STUDIO DI RICOSTRUZIONE DELLA FALDA. | 53 |
| TABELLA 6. PARAMETRI DI RIFERIMENTO DEL MOTO SISMICO SU SUOLO RIGIDO PER UN PERIODO DI RITORNO T_r PARI A 475 ANNI. | 69 |
| TABELLA 7. SINTESI DELLE INDAGINI SISMICHE DI TIPO LINEARE, REALIZZATE NELL'AMBITO DELLA CAMPAGNA INDAGINI "2013-2014". | 71 |
| TABELLA 8. SINTESI DEI SONDAGGI GEOGNOSTICI, REALIZZATI NELL'AMBITO DELLA CAMPAGNA INDAGINI 1984-1985, ELENCATI IN ORDINE ALFA-NUMERICO. | 72 |
| TABELLA 9. SINTESI DEI SONDAGGI GEOGNOSTICI, REALIZZATI NELL'AMBITO DELLA CAMPAGNA INDAGINI 2008-2009, ELENCATI IN ORDINE ALFA-NUMERICO. | 73 |
| TABELLA 10. SINTESI DEI SONDAGGI GEOGNOSTICI, REALIZZATI NELL'AMBITO DELLA CAMPAGNA INDAGINI 2013-2014, ELENCATI IN ORDINE ALFA-NUMERICO. | 73 |
| TABELLA 11. SINTESI DELLE INDAGINI SISMICHE DI TIPO LINEARE, REALIZZATE NELL'AMBITO DELLA CAMPAGNA INDAGINI "2013-2014", ELENATE IN ORDINE ALFA-NUMERICO. | 73 |

ELENCO DELLE FIGURE

| | |
|---|----|
| FIGURA 1. CLASSI E GRADO DI AFFIDABILITÀ SECONDO L'INDICE GMR – GEOLOGICAL MODEL RATING (DA PERELLO ET AL. 2005)..... | 13 |
| FIGURA 2. COROGRAFIA IN Scala 1:250000 DELL'AREA OGGETTO DI STUDI, CON INDIVIDUAZIONE DEL TRACCIATO DI INTERESSE PROGETTUALE (IN NERO) E DELLE INTERCONNESSIONI NORD (IN ROSSO) | 15 |
| FIGURA 3. 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-PLAISTOCENICI 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 SOVRASCORRIMENTI PRINCIPALI; 8) FAGLIE NORMALI; 9) FAGLIE AD ALTO ANGOLO, SOPRATTUTTO FAGLIE TRASCORRENTI; 10) ASSE DI ANTICLINALE; 11) ASSE DI SINCLINALE (DA PATACCA & SCANDONE 2007). | 17 |
| FIGURA 4. RICOSTRUZIONE PALINSPASTICA DELL'AREA CENTRO-MEDITERRANEA NELL'OLIGOCENE SUPERIORE, MOSTRANTE 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 | |

| | | | | | | |
|---|--|------------------|----------------|-------------------------|-----------|--------------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | 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 | | | | | |
| | INTERCONNESSIONI NORD SU LS ROMA-NAPOLI VIA CASSINO | | | | | |
| RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA | COMMESSA IF0F | LOTTO 04 D 69 | CODIFICA RG | DOCUMENTO GE0001 001 | REV. A | FOGLIO 6 di 100 |

| | |
|---|----|
| CONTINENTALE ASSOTTIGLIATA; 5) AREE BACINALI CON ALTI STRUTTURALI ISOLATI; 6) PLATEAUX PELAGICI; 7) FRONTE DI CATENA (DA PATACCA & SCANDONE, 2007) | 18 |
| FIGURA 5. SEZIONE GEOLOGICA DELLA CATENA APPENNINICA MERIDIONALE, MOSTRANTE I RAPPORTI TRA LE PRINCIPALI UNITÀ STRATIGRAFICO-STRUTTURALI A SEGUITO DELLA STRUTTURAZIONE DELL'EDIFICIO A FALDE (DA SCROCCA ET AL. 2007)..... | 19 |
| FIGURA 6. 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) | 22 |
| FIGURA 7. CARTA STRUTTURALE SCHEMATICA DELL'AREA DEI CAMPI FLEGREI (DA ORSI ET AL. 2009) | 23 |
| FIGURA 8. SCHEMA DEI RAPPORTI GEOMETRICI TRA UNITÀ TETTONICHE E SUCCESSIONI STRATIGRAFICHE (DA CARANNANTE ET AL. 2012). | 24 |
| FIGURA 9. SCHEMA TETTONICO DELL'APPENNINO CASERTANO (DA CARANNANTE ET AL. 2012)..... | 26 |
| FIGURA 10. SCHEMA GEOLOGICO DELLA PIANA CAMPANA: 1) DEPOSITI QUATERNARI; 2) PRINCIPALI EDIFICI VULCANICI; 3) RILIEVI CARBONATICI; 4) AREA INVESTIGATA DA STUDI GEOLOGICI DI DETTAGLIO; 5) SONDAGGIO GEOGNOSTICO SME; 6) TRACCIA DI SEZIONE GEOLOGICA (DA SANTANGELO 2011). | 29 |
| FIGURA 11. AFFIORAMENTO DELLA LITOFACIES LITOIDE DEL TUFO GRIGIO CAMPANO LUNGO LA S.P. 50, A NE DI DUGENTA | 33 |
| FIGURA 12. AFFIORAMENTO DELL'UNITÀ DI CASALNUOVO-CASORIA IN CORRISPONDENZA DELLA S.S. FONDO VALLE ISCLERO, A SUD DI LOCALITÀ MASSERIA VISCARDI | 35 |
| FIGURA 13. MODELLO DIGITALE DEL TERRENO DELLA REGIONE CAMPANIA (DA APAT 2007) | 36 |
| FIGURA 14. STRALCIO DELLA CARTA IDROGEOLOGICA DELL'ITALIA MERIDIONALE, CON INDICAZIONE DELLE PRINCIPALI LINEE DI FLUSSO (DA CELICO ET AL. 2007) | 41 |
| FIGURA 15 – INTERPRETAZIONE DEI PRINCIPALI ELEMENTI SISMOTETTONICI DELL'APPENNINO MERIDIONALE: (A) IN PIANTA E (B) IN SEZIONE (DA PINO ET AL. 2008). | 56 |
| FIGURA 16. – LOCALIZZAZIONE DELLE POTENZIALI SORGENTI DI TERREMOTI CON $M > 5.5$ NELL'AREA DI STUDIO (DA DISS WORKING GROUP 2010, HTTP://DISS.RM.INGV.IT/DISS/INDEX.HTML); IN COLORE ROSSO È INDICATO IL TRACCIATO DI INTERESSE PROGETTUALE..... | 57 |
| FIGURA 17. STRALCIO DELLA ZONAZIONE SISMOGENETICA ZS9 (DA MELETTI & VALENSISE 2004, HTTP://ZONE.MI.INGV.IT); IN COLORE ROSSO È INDICATO IL TRACCIATO DI PROGETTO..... | 58 |
| FIGURA 18. DISTRIBUZIONE DEL DANNEGGIAMENTO PRODOTTO DAL TERREMOTO DEL 1456 NELL'AREA DI STUDIO (HTTP://EMIDIUS.MI.INGV.IT/DBMI11). | 60 |
| FIGURA 19. UBICAZIONE DEI PRINCIPALI TERREMOTI STORICI CHE HANNO INTERESSATO L'AREA DI STUDIO (DA INGV). IN COLORE NERO È RIPORTATA LA TRATTA FERROVIARIA DI INTERESSE PROGETTUALE, IL CERCHIO ROSSO L'AREA DELLE INTERCONNESSIONI NORD..... | 61 |
| FIGURA 20. SINTESI DEI PRINCIPALI TERREMOTI STORICI CHE HANNO INTERESSATO IL CENTRO ABITATO DI MADDALONI (CE) (DA DATABASE MACROSISMICO ITALIANO, DBMI11). LEGENDA: I= INTENSITÀ MASSIMA, NP= NUMERO DI OSSERVAZIONI MACROSISMICHE, IO= INTENSITÀ EPICENTRALE, MW= MAGNITUDO MOMENTO. | 63 |
| FIGURA 21. GRAFICO ILLUSTRANTE LA STORIA SISMICA DI MADDALONI (CE) SULLE ASCISSE SONO RIPORTATI I RIFERIMENTI TEMPORALI ESPRESSI IN ANNI, SULLE ORDINATE LE INTENSITÀ SISMICHE (I) DEGLI EVENTI RILEVATI (DA HTTP://EMIDIUS.MI.INGV.IT/DBMI11/QUERY_PLACE/)..... | 64 |

|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | 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 INTERCONNESSIONI NORD SU LS ROMA-NAPOLI VIA CASSINO | | | | | | | | | | | | |
|--|--|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|----------|
| RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF0F</td> <td>04 D 69</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>7 di 100</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF0F | 04 D 69 | RG | GE0001 001 | A | 7 di 100 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF0F | 04 D 69 | RG | GE0001 001 | A | 7 di 100 | | | | | | | | |

| | |
|---|----|
| FIGURA 22. MAPPA DI PERICOLOSITÀ SISMICA DEL TERRITORIO NAZIONALE (DA MELETTI & MONTALDO 2007) CONTENUTA NEL PROGETTO S1 DELL'INGV-DPC (HTTP://ESSE1.MI.INGV.IT/D2.HTML). | 65 |
| FIGURA 23. MAPPA INTERATTIVA DI PERICOLOSITÀ SISMICA PER LE ZONE DI INTERESSE; I COLORI DELLA LEGENDA INDICANO LE DIVERSE ACCELERAZIONI DEL SUOLO (HTTP://ESSE1-GIS.MI.INGV.IT). | 66 |
| FIGURA 24. STRALCIO CARTOGRAFICO DELL'AREA DI STUDIO CON INDICAZIONE DELLA TRATTA FERROVIARIA DI PROGETTO (IN NERO), DI CUI LE INTERCONNESSIONI NORD FANNO PARTE (CERCHIO NERO) E DELLE FAGLIE CAPACI (IN ROSSO) (HTTP://SGI.ISPRAMBIENTE.IT/ARCGIS/REST/SERVICES/SERVIZI/ITHACA/MAPSERVER). | 67 |
| FIGURA 25. GRIGLIA DI RIFERIMENTO PER IL SETTORE DI STUDIO, CON INDIVIDUAZIONE DEL TRACCIATO FERROVIARIO DI PROGETTO (IN NERO), DI CUI LE INTERCONNESSIONI NORD FANNO PARTE, (CERCHIO NERO) E DEI PUNTI DEL GRIGLIATO DI PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE (IN ROSSO). | 68 |

APPENDICI

| | |
|--|-----|
| APPENDICE 1 – CARTA GEOLOGICA – SCALA 1:5000 | 95 |
| APPENDICE 2 – PROFILI GEOLOGICO-TECNICI - SCALA 1:500 / 1:5000 | 96 |
| APPENDICE 3 – CARTA IDROGEOLOGICA – SCALA 1:5000..... | 97 |
| APPENDICE 4 – PROFILI IDROGEOLOGICI - SCALA 1:500 / 1:5000 | 98 |
| APPENDICE 5 - RAPPORTO CERTIFICATIVO DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE | 99 |
| APPENDICE 6 - RISULTANZE INDAGINI GEOFISICHE..... | 100 |

1 **PREMESSA**

Il presente studio è stato redatto con lo scopo di fornire il quadro dei caratteri geologici, geolitologici, geomorfologici ed idrogeologici per la progettazione definitiva delle Interconnessioni Nord su LS Roma-Napoli via Cassino nell'ambito dell'itinerario Napoli – Bari, Raddoppio Tratta Canello – Benevento, 1° lotto funzionale Canello - Frasso Telesino e variante alla linea Roma Napoli via Cassino nel comune di Maddaloni. Sono stati effettuati i rilievi e gli approfondimenti propedeutici alla redazione degli elaborati previsti dal progetto stesso.

Il lavoro si è 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;
- acquisizione ed analisi delle indagini geognostiche realizzate nell'area sia durante le precedenti fasi di progettazione che nell'ambito del presente studio;
- analisi dei dati e redazione delle presenti note di sintesi e degli elaborati cartografici a corredo.

Il presente documento contiene 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 dell'assetto e delle caratteristiche litotecniche nei settori di territorio interessati dalle opere in progetto.

| | | | | | | |
|---|--|------------------|----------------|-------------------------|-----------|--------------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | 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 | | | | | |
| | INTERCONNESSIONI NORD SU LS ROMA-NAPOLI VIA CASSINO | | | | | |
| RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA | COMMESSA IF0F | LOTTO 04 D 69 | CODIFICA RG | DOCUMENTO GE0001 001 | REV. A | FOGLIO 9 di 100 |

2 RIFERIMENTI LEGISLATIVI E BIBLIOGRAFICI

2.1 Normativa

- Decreto Min. Infrastrutture e Trasporti 14 gennaio 2008 *"Norme tecniche per le costruzioni"*.
- Ord. P.C.M. 20 marzo 2003, n.3274 e s.m.i. *"Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"*.

2.2 Bibliografia e documenti progettuali

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 preliminare per il "Raddoppio tratta Canello - Benevento; 1° lotto funzionale Canello - Frasso Telesino e variante alla linea Roma-Napoli via Cassino nel comune di Maddaloni":
 - IF32 01 R69 RG GE0001 001B Relazione geologica ed idrogeologica;
 - IF32 01 R69 G4 GE0001 001-2B Carta geologica - geomorfologica a scala 1:10000;
 - IF32 01 R69 F4 GE0001 001A Profilo geologico a scala 1:10000;
 - IF32 01 R69 G4 GE0002 001-2B Carta idrogeologica a scala 1:10000;
 - IF32 01 R69 F4 GE0002 001A Profilo idrogeologico a scala 1:10000;
 - IF32 01 R69 PR GE0005 001A Certificati prove di laboratorio - Campagna indagini 2008-2009;
 - IF32 01 R69 SG GE0005 001A Stratigrafie, prove in sito, rilievo geomeccanico e documentazione fotografica - Campagna indagini 2008-2009.
- Progettazione preliminare per la "Velocizzazione e raddoppio tratta Canello - Benevento variante alla linea Canello - Caserta nel comune di Maddaloni":

- IF32 01 R69 RG GE0001 001A Relazione geologica ed idrogeologica;
 - IF32 01 R69 G4 GE0001 001A Carta e profilo geologico a scala 1:10000;
 - IF32 01 R69 G4 GE0002 001A Carta e profilo idrogeologico a scala 1:10000.
- 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.

| | | | | | | |
|---|--|------------------|----------------|-------------------------|-----------|---------------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | 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 | | | | | |
| | INTERCONNESSIONI NORD SU LS ROMA-NAPOLI VIA CASSINO | | | | | |
| RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA | COMMESSA IF0F | LOTTO 04 D 69 | CODIFICA RG | DOCUMENTO GE0001 001 | REV. A | FOGLIO 11 di 100 |

3 AFFIDABILITÀ DEL MODELLO GEOLOGICO

La conoscenza della complessità della geologia del sottosuolo è alla base di qualsiasi strategia di progettazione e di costruzione delle grandi opere di ingegneria civile e, pertanto, particolarmente importante risulta il Modello Geologico di Riferimento - MGR (Venturini et al. 2001). Il modello Geologico di Riferimento è un approccio metodologico rivolto alla ricostruzione concettuale tridimensionale (3D) e all'evoluzione temporale e spaziale (4D) degli eventi geologici che caratterizzano una determinata porzione della crosta terrestre all'interno della quale si localizza il progetto (Bianchi et al. 2006). In questo modo, il modello geologico di riferimento e la quantificazione della sua affidabilità sono strumenti necessari per progettare le opere, per ridurre i rischi e ottimizzare i costi di realizzazione.

Il processo di progettazione e costruzione deve tenere conto della eterogeneità delle condizioni del sottosuolo e la variabilità dei costi di costruzione associati ad essa. Una totale eliminazione dell'incertezza non è possibile, poiché le strutture geologiche sono generalmente complesse e per la maggior parte non osservabili direttamente. Per questo un corretto approccio nella progettazione di strutture lineari deve puntare a quantificare l'affidabilità del modello geologico proposto. Per affidabilità si intende il grado di conformità tra un modello geologico e la realtà.

In generale, per la valutazione dell'affidabilità è possibile fare riferimento a numerosi standard e raccomandazioni (IAEG 2009; ISRM 1975; AFTES GT32 2012; Essex 2007; Gunnink et al. 2010; ISSMGE 2006; ITA/AITES 2004).

Nel presente lavoro la quantificazione dell'affidabilità del modello geologico è stata eseguita adottando le linee guida proposte da Perello (2011). Tale metodo prevede l'analisi di dati oggettivi (dati di sottosuolo e di superficie) disponibili al momento della formulazione del modello, secondo uno schema concettuale che contiene le relazioni esistenti fra le entità rilevanti, le regole e gli assiomi. Le correlazioni tra i vari parametri sono stabilite attraverso matrici di interazione e, pertanto, il processo che tiene conto di parametri importanti (ad esempio, il numero sondaggi, la profondità, la scala disponibile della cartografia geologica, ecc).

Factors contributing to DPQ (drillholes potential quality)

| Factor | Value | Rating | Factor | Value | Rating | Factor | Value | Rating | Factor | Value | Rating |
|---|-------|--------|--|-------|--------|---|-------|--------|---|-------|--------|
| Drillholes quantity in an interval of 2 km | 1 | 3 | m% of cored drillhole | 0% | 1 | Average distance from tunnel axis (m) | 2000 | 1 | Average drillholes depth vs. tunnel depth | 0,25 | 1 |
| | 3 | 5 | | 30% | 3 | | 500 | 4 | | 0,75 | 5 |
| | 5 | 8 | | 60% | 5 | | 250 | 8 | | 1,00 | 9 |
| | >7 | 10 | | 100% | 9 | | 0 | 10 | | 1,20 | 10 |
| Add the rating (10-rating) × 0.5 if some of the drillholes are extrapolable with certainty to the considered stretch; rating 10 with 1 drillhole intersecting the stretch | | | Add the rating (10-rating) × 0.5 if BHTV is available; rating=10 for 100% cored drillhole + BHTV | | | Add the rating (10-rating) × 0.5 if some of the drillholes are extrapolable with certainty to the considered stretch; rating 10 with 1 drillhole intersecting the stretch | | | Rating 10 with 1 drillhole intersecting the stretch | | |

Factors contributing to MPQ (mapping potential quality) derivation

| Factor | Value | Rating | Factor | Value | Rating | Factor | Value | Rating | Factor | Value | Rating |
|---------------|---------|--------|--|-------|--------|---|-------|--------|------------------------------|-------|--------|
| Mapping scale | 1:50000 | 1 | Mapped area (km ²) vs. tunnel depth (km) | 2 | 1 | Outcrop percentage | <10% | 1 | Field data collection method | A | 2 |
| | 1:25000 | 3 | | 4 | 4 | | 30% | 4 | | B | 5 |
| | 1:10000 | 7 | | 10 | 8 | | 60% | 8 | | C | 10 |
| | 1:5000 | 8 | | >20 | 10 | | >90% | 10 | | | |
| | | | This parameter is not referred to a specific section, but to the whole tunnel layout | | | This parameter must be evaluated over a distance of some km (0.5–3) around the considered layout, depending on tunnel depth (see also note 2 below) | | | See note (1) below | | |

Factors contributing to GPQ (geophisic potential quality) derivation

| Factor | Value | Rating | Factor | Value | Rating | Factor | Value | Rating | Factor | Value | Rating |
|--|-------|--------|--|-------|--------|--|-------|--------|--|-------|--------|
| km of sampling lines in an interval of 2 km | <0,1 | 1 | Method resolution | A | 2 | Average distance from tunnel axis (m) | 2000 | 1 | Average investigated depth vs. tunnel depth | 0,25 | 1 |
| | 0,5 | 4 | | B | 4 | | 500 | 4 | | 0,75 | 5 |
| | 1 | 7 | | C | 7 | | 250 | 7 | | 1 | 9 |
| | 2 | 9 | | D | 10 | | 0 | 10 | | 1,2 | 10 |
| Add the rating (10-Rating) × 0.5 if some line is extrapolable with certainty to the considered stretch; rating 10 with 1 line intersecting the stretch | | | A=low resolution without validation drillholes; B=high resolution without validation drillholes; C=low resolution with validation drillholes; D=high resolution with validation drillholes | | | Add the rating (10-Rating) × 0.5 if some line is extrapolable with certainty to the considered stretch; rating 10 with 1 line intersecting the stretch | | | Rating 10 with 1 line intersecting the stretch | | |

Note (1) A no genetic interpretation available concerning structures and stratigraphic successions, poor collection of structural and stratigraphic data (e.g. joint sets, schistosity and/or bedding surfaces orientation); B no genetic interpretation available but relevant collection of structural and stratigraphic data; C genetic interpretation available with relevant collection of structural and stratigraphic data

Note (2) If most outcrops are not accessible due to rough topography or other reasons, introduce a rating reduction of 50%

Tabella 1. Calcolo dei parametri di investigazione (DPQ, MPQ e GPQ) (da Perello 2011)

L'esperienza acquisita nel corso degli anni ha permesso di modificare il modello proposto da Perello (2011), sviluppato per valutare l'affidabilità del modello geologico per la realizzazione di gallerie. Infatti

tale modello è stato adattato anche ai tratto all'aperto, modificando alcuni parametri, ma sempre con gli stessi criteri e modalità di calcolo degli indici e le stesse classi.

Per quantificare l'affidabilità del modello geologico il metodo proposto da Perello (2011) prevede la suddivisione dell'asse in sezioni uniformi di circa 2 km. Per ogni tratto, in primo luogo, devono essere analizzati i parametri relativi alla qualità delle indagini geognostiche (DPQ), alla qualità delle carte geologiche (MPQ) e alla qualità delle prove geofisiche (GPQ). In secondo luogo devono essere analizzate i parametri relativi alla ricostruzione concettuale dell'assetto geometrico tridimensionale e della successione temporale e spaziale degli eventi geologici che caratterizzano una determinata porzione del sottosuolo, in particolare sono prese in considerazione l'assetto litologico (LC grade), la deformazione duttile (DC grade) e la deformazione fragile (BC grade).

Questi ultimi parametri rappresentano dei pesi per i parametri DPQ, MPQ e GPQ, e quindi per ogni contesto analizzato l'effetto dei tre parametri sulle relazioni tra DPQ, MPQ e GPQ deve essere considerato separatamente, creando 3 diverse matrici. Inoltre, deve essere valutata la qualità dell'interpretazione (IQ), che è a sua volta dato da 3 punteggi (EC, CM e IE). Infine, deve essere stimato il coefficiente BIM che indica il grado di eterogeneità meccanica.

Il valore così ottenuto di GMR - Geological Model Rating è un punteggio compreso tra 0 e 10 e i valori di affidabilità sono Buono, Mediocre, Scadente e Non affidabile per le 4 classi A, B, C e D.

| Class | GMR | Reliability | Description |
|-------|--------|-------------|---|
| A | 10-7.5 | Good | (1) to be excluded; (2) possible: imprecision order of magnitude 0-50 m; (3) possible: imprecision order of magnitude 0-25%; (4) to be excluded; (5) to be excluded |
| B | 7.5-5 | Fair | (1) to be excluded; (2) possible: imprecision order of magnitude 0-100 m; (3) possible: imprecision order of magnitude 0-50%; (4) possible but not probable; (5) to be excluded |
| C | 5-2.5 | Poor | (1) possible but not probable; (2) possible: imprecision order of magnitude 0-200 m; (3) possible; imprecision order of magnitude 0-100%; (4) possible; (5) possible but not probable |
| D | 2.5-0 | Unreliable | (1) possible; (2) possible: imprecision order of magnitude >200 m; (3) possible: imprecision order of magnitude >100%; (4) possible; (5) possible |

Points 1-5 in the description field refer to the following items: 1 significant deviation with regard to the RGM; 2 imprecision in the position of lithological or fault zones contacts; 3 imprecision in the thickness of lithological levels or fault zones; 4 presence of further critical geological elements of secondary importance besides the forecasted ones (metric to decametric faults/levels with poor geomechanical conditions); 5 presence of further critical geological elements of primary importance besides the forecasted ones (decametric to pluri-decametric faults/levels with poor geomechanical conditions)

Figura 1. Classi e grado di affidabilità secondo l'indice GMR - Geological Model Rating (da Perello et al. 2005)

In particolare, il tracciato relativo alle Interconnessioni Nord su LS Roma-Napoli via Cassino mostra valori di calcolo dell'indice GMR variabili tra 6.87 e 8.81, rientrando nelle classi A e B (Buono e Mediocre).

4 LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA

L'area di studio si colloca nella porzione centro-occidentale della Regione Campania, in corrispondenza del tracciato ferroviario di collegamento tra Napoli e Bari. In particolare, le Interconnessioni Nord su LS Roma-Napoli via Cassino si estendono per circa 8.6 km e ricadono completamente nel comune di Maddaloni, in provincia di Caserta (CE).

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 172 Caserta in scala 1:100000, nella Tavoletta 172 II SE Caserta in scala 1:25000 e, con riferimento alla Carta Tecnica Regionale della Regione Campania, negli elementi 431131, 431132 in scala 1:5000. Il tracciato progettuale impegna, quindi, settori di territorio posti a quote comprese tra 40 e 60 m circa s.l.m., mentre le quote progetto variano da 40 a 50 m circa s.l.m.. Dal punto di vista morfologico, l'area di studio è caratterizzata da ampio settore pianeggiante o sub-pianeggiante.



Figura 2. Corografia in scala 1:100.000 dell'area oggetto di studi, con individuazione del tracciato di interesse progettuale (in nero)

5 INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE

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 (DiBucci & 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).

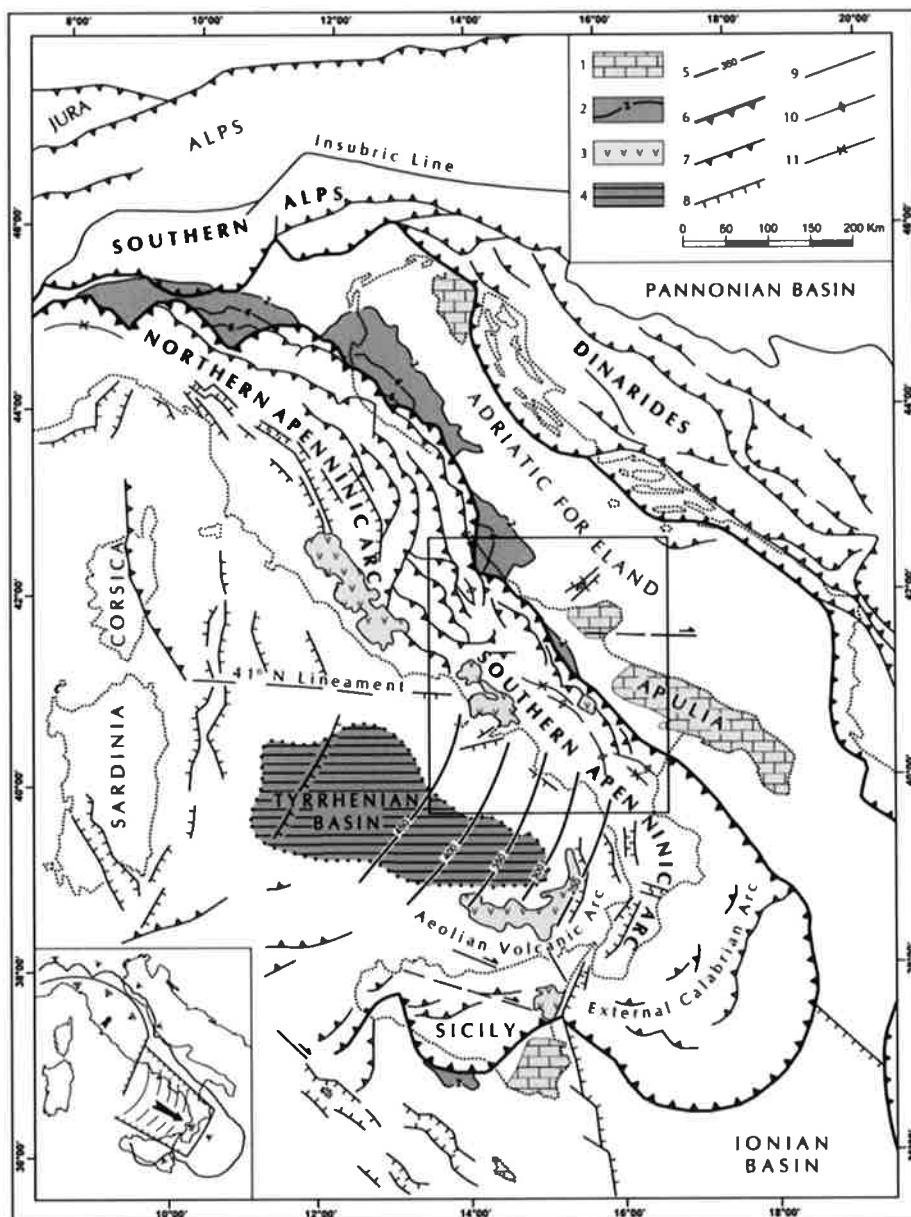


Figura 3. Schema strutturale della penisola italiana ed aree adiacenti mostrante la suddivisione della Catena Appenninica in due archi principali: l'Arco Appenninico Settentrionale e l'Arco Appenninico Meridionale; nel riquadro in basso a sinistra è schematizzata la diversa struttura litosferica nei 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 sovrascorrimenti principali; 8) faglie normali; 9) faglie ad alto angolo, soprattutto faglie trascorrenti; 10) asse di anticlinale; 11) asse di sinclinale (da Patacca & Scandone 2007).

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).

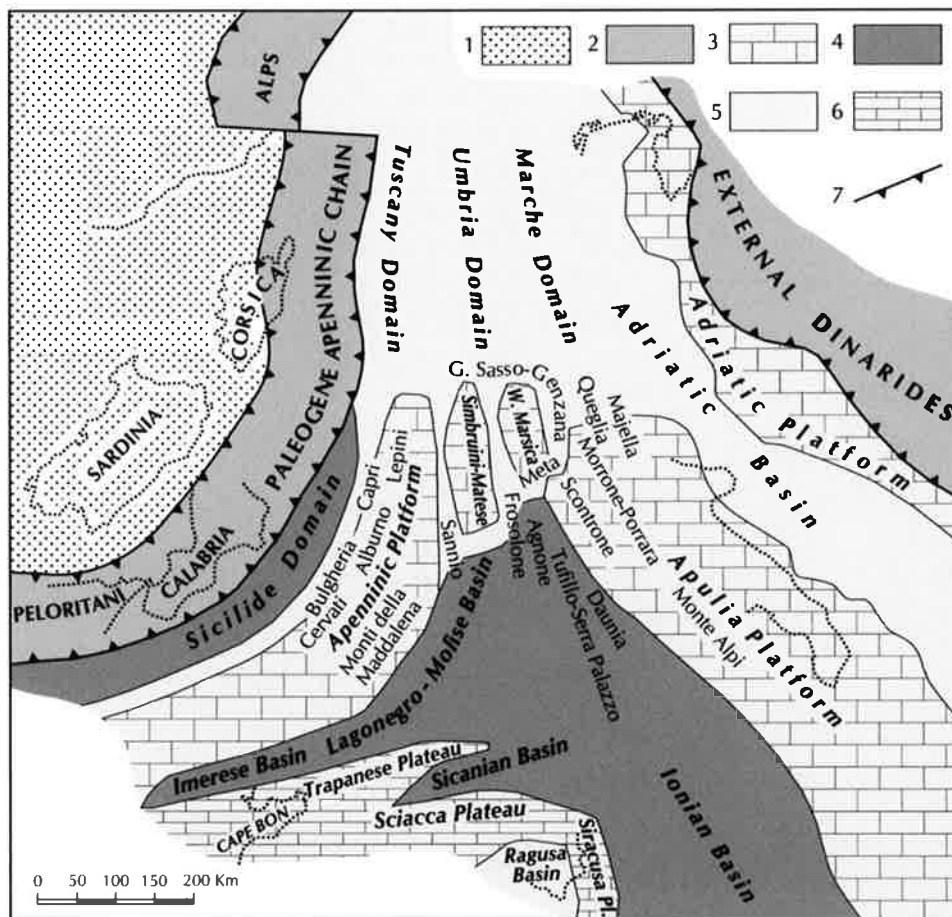


Figura 4. Ricostruzione palinspastica dell'area centro-mediterranea nell'Oligocene superiore, mostrante la distribuzione dei domini dell'Appennino centro-meridionale prima della loro incorporazione nella Catena: 1) Avampaese europeo; 2) Catena paleogenica; 3-6) Avampaese africano: 3) carbonati di piattaforma 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). Le unità tettoniche più interne, derivanti da un'area oceanica o a crosta continentale assottigliata, hanno iniziato ad impilarsi a partire dal Miocene inferiore (Di Staso & Giardino 2002; Patacca & Scandone 2007), formando un prisma di accrezione suturato da una successione di *thrust top* (Bonardi et al. 2009).

A partire dal Tortoniano, questo assieme è sovrascorso sui domini di piattaforma carbonatica impostati su crosta continentale (Mostardini & Merlini 1989; Patacca & Scandone 2007; Bonardi et al. 2009). Successivamente il prisma tettonico si è ulteriormente spostato verso l'esterno, coinvolgendo nella deformazione l'ampio Bacino di Lagonegro e tutti i domini paleogeografici più esterni, sino al raggiungimento della Piattaforma Apula interna (Mostardini & Merlini 1986; Bonardi et al. 2009). Le fasi tettoniche tortoniane hanno quindi condizionato in maniera evidente la sedimentazione di tutte le aree bacinali, portando alla formazione dell'assetto strutturale pressoché definitivo della catena (Torre et al. 1988; Patacca & Scandone 1989).

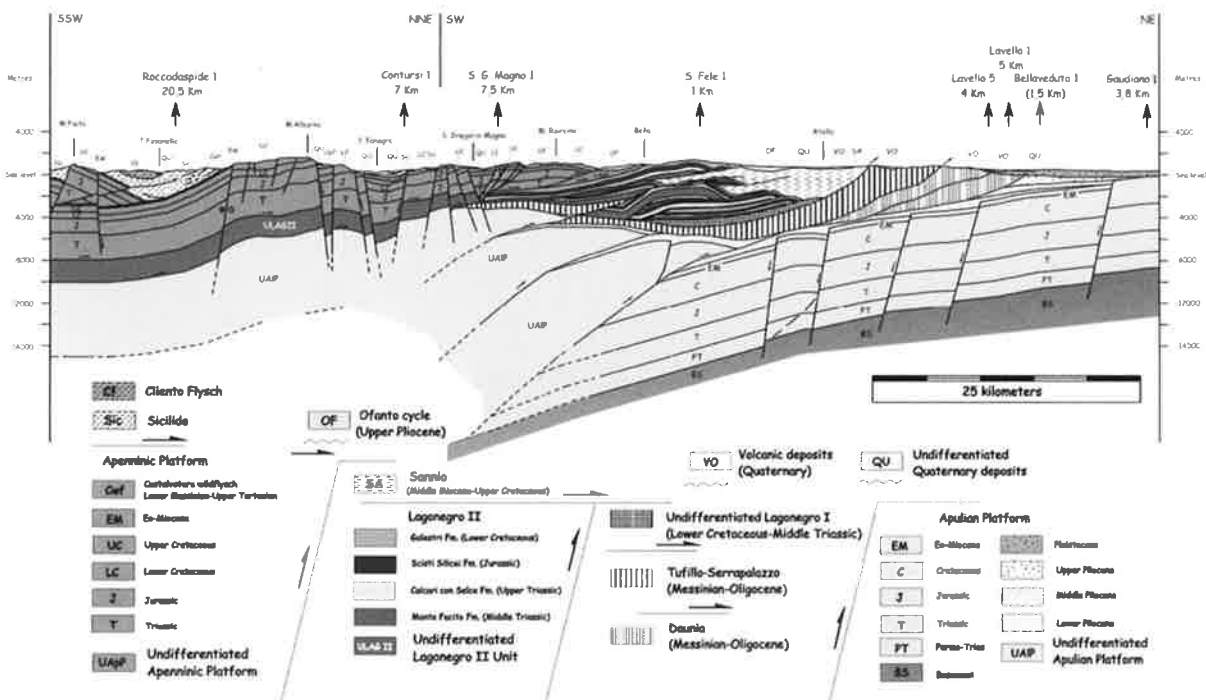


Figura 5. Sezione geologica della Catena Appenninica meridionale, mostrante i rapporti tra le principali unità stratigrafico-strutturali a seguito della strutturazione dell'edificio a falde (da Scrocca et al. 2007).

Tra il Messiniano e la prima parte del Pliocene inferiore, si sono verificati alcuni episodi di tettonica distensiva che ha favorito la formazione di bacini di *piggy-back* poco profondi, caratterizzati da sedimentazione prevalentemente evaporitica (Torre et al. 1988; Patacca & Scandone 2007). La fase tettonica del Pliocene inferiore, quindi, ha interrotto nuovamente la sedimentazione nelle aree bacinali consentendo un'ulteriore traslazione delle coltri della catena per eventi compressivi (Cinque et al. 1993; Patacca & Scandone 2007). Successivamente, le fasi tettoniche del Pliocene inferiore e medio hanno determinato l'individuazione di ulteriori zone subsidenti, con conseguente ingressione marina connessa alla generale invasione del Mediterraneo dopo la crisi di salinità del Messiniano (Cantalamesa et al. 1988; Mostardini & Merlini 1986; Patacca & Scandone 2007).

Nel Pliocene medio e superiore le varie fasi tettoniche hanno portato al rovesciamento dei fianchi esterni delle pieghe, oltre che ad ulteriori traslazioni attraverso piani di taglio inverso (Mostardini & Merlini 1986; Cinque et al. 1993). Quindi la pila tettonica già formata viene successivamente disarticolata dalla tettonica trascorrente e distensiva plio-pleistocenica, coeva all'apertura della porzione più meridionale del Bacino Tirrenico (Patacca et al. 1992; Di Bucci et al. 1999; Casciello et al. 2006). Nei settori interni dell'Appennino meridionale, questa tettonica avviene prevalentemente su lineamenti ad alto angolo, che riattivano localmente strutture ereditate dalle precedenti fasi tettoniche compressive (Corrado et al. 1997; Di Bucci et al. 1999).

Tra il Pleistocene medio e l'Olocene, infine, si instaura un regime prevalentemente estensionale responsabile della formazione di importanti strutture tettoniche a carattere regionale (Cinque et al. 1993; Corrado et al. 1997; Di Bucci et al. 1999). La tettonica distensiva quaternaria si sostituisce a quella prevalentemente trascorrente plio-pleistocenica, determinando la formazione di faglie dirette di diverso ordine gerarchico e causando la riattivazione di numerosi elementi preesistenti (Di Bucci et al. 1999). Questa fase porta quindi alla definizione degli attuali assetti geologici della Catena Appenninica, con la formazione di ampie piane intramontane colmate da spesse successioni continentali di tipo vulcanico, alluvionale e fluvio-lacustre (Brancaccio et al. 1991; Corrado et al. 1997; Di Bucci et al. 1999).

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).

La caldera del Monte Somma è bordata da faglie ad anello originatesi probabilmente durante eruzioni di tipo esplosivo e presenta un asse maggiore orientato in direzione circa E-W (De Niscio 2007). Nel settore Nord-orientale l'orlo del cratere risulta caratterizzato da pareti sub-verticali con altezza massima di circa 280 m, mentre nei settori occidentali e meridionali gli orli calderici sono generalmente meno evidenti ed accidentati, in quanto ricoperti da prodotti successivi all'evento del 1631 (Principe et al. 1987). L'edificio del Monte Vesuvio rappresenta invece un tipico cono vulcanico con un diametro sommitale di 450 m e una profondità massima di circa 330 m (Cubellis et al. 2001). Esso è costituito principalmente da colate laviche e depositi scoriacei di caduta e di flusso, oltre che da depositi piroclastici connessi ad eruzioni pliniane e sub-pliniane (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 km³ 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 & Stanzone 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.

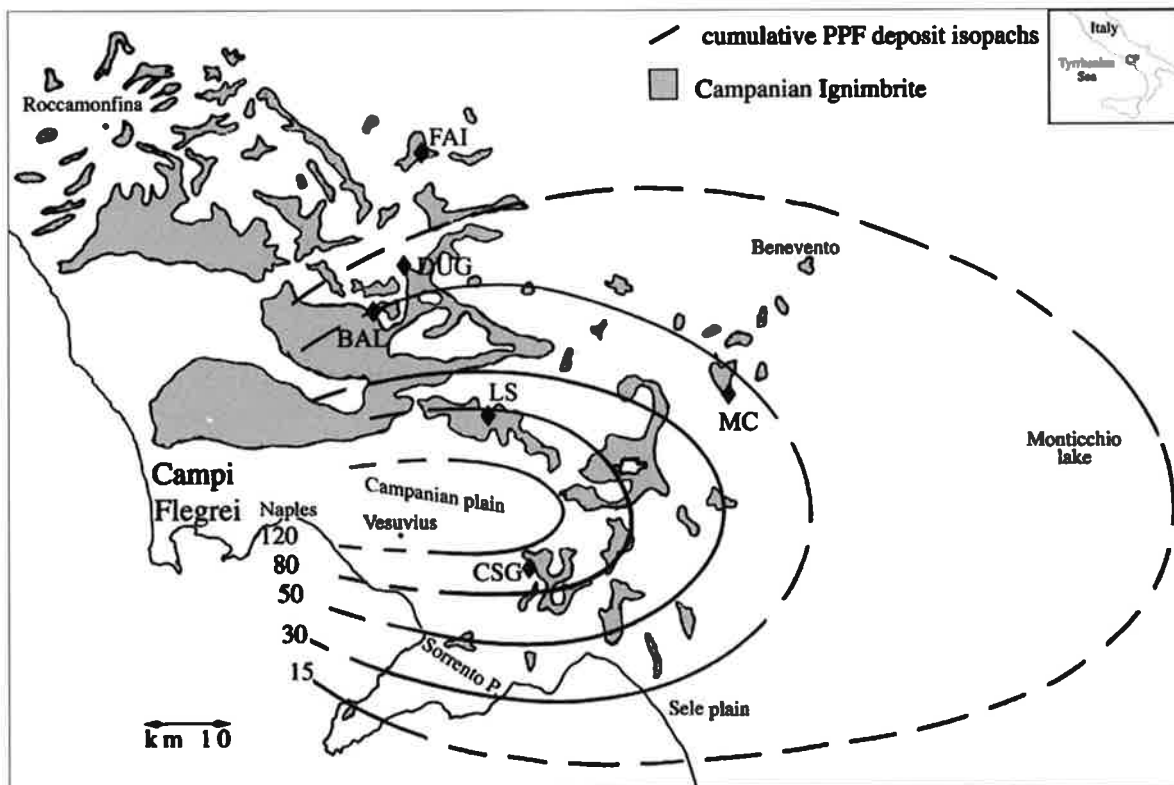


Figura 6. Mappa della distribuzione prossimale del Tufo Grigio Campano (area ombreggiata) e dello spessore in cm dei depositi da caduta relativi all'eruzione dell'Ignimbrite Campana (da Cappelletti et al. 2003)

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)

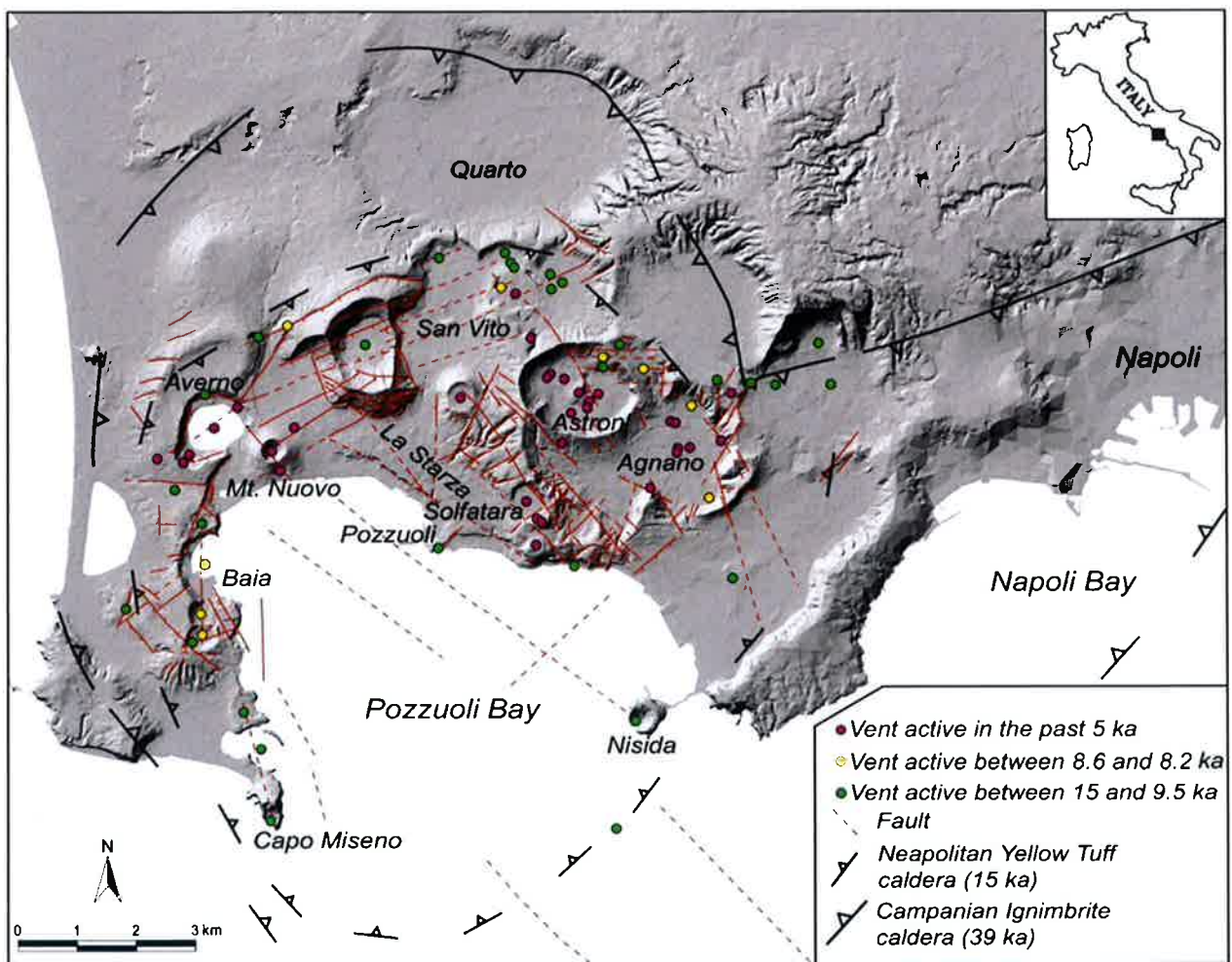


Figura 7. Carta strutturale schematica dell'area dei Campi Flegrei (da Orsi et al. 2009)

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 Assetto stratigrafico

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 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). Maggiori dettagli sono contenuti nel Foglio 431 "Caserta Est" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50000 (Carannante et al. 2012).

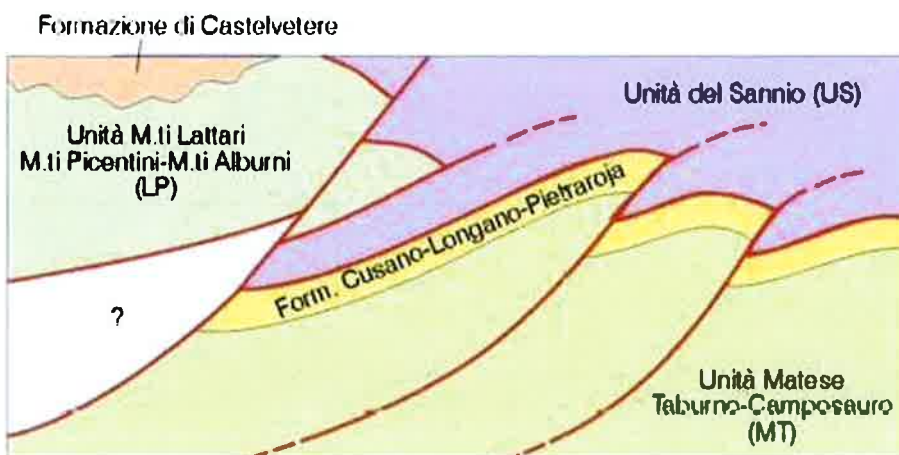


Figura 8. Schema dei rapporti geometrici tra unità tettoniche e successioni stratigrafiche (da Carannante et al. 2012).

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). 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; Boscaio 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).

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 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).

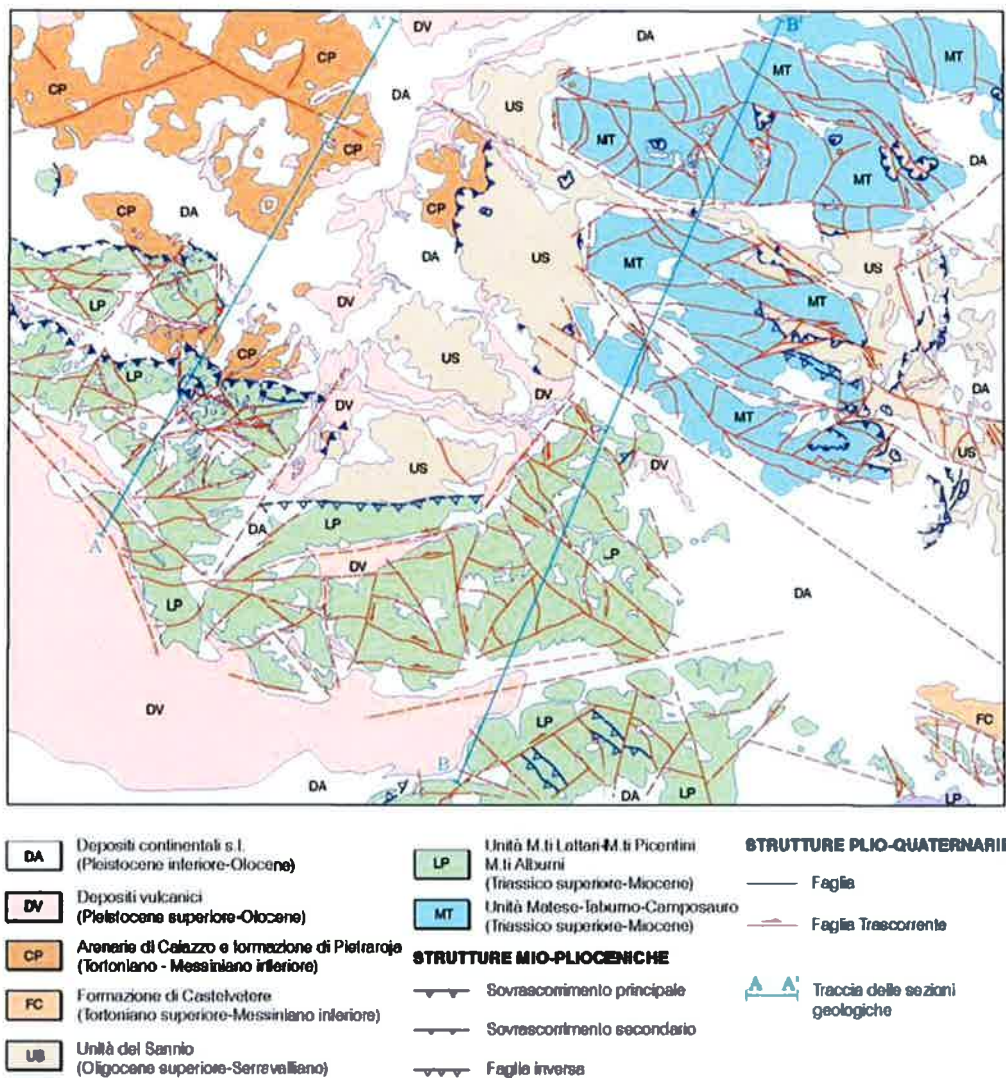


Figura 9. Schema tettonico dell'Appennino casertano (da Carannante et al. 2012)

Le dislocazioni prodotte durante questo periodo provocano un generale ribassamento verso SE delle unità precedentemente impilate. In particolare, nel settore della Piana Campana, queste ultime vanno a formare una gradinata di blocchi strutturali ribassati verso il margine tirrenico e coperti da potenti successioni vulcaniche e alluvionali quaternarie (Brancaccio et al. 1991; Romano et al. 1994). Nel settore dell'appennino casertano, invece, si assiste al sollevamento dei livelli strutturali più bassi della catena e all'accostamento dei terreni cretacei dell'Unità dei Monti Lattari-Picentini-Alburni con le porzioni giurassiche dell'Unità Matese-Taburno-Camposauro, con un rigetto dell'ordine chilometrico (Carannante et al. 2012).

Per quanto concerne le strutture compressive, gli elementi più antichi sono rappresentati dai *thrust* a basso angolo che portano alla sovrapposizione dei terreni bacinali dell'Unità del Sannio sulle sequenze marine di piattaforma carbonatica. Tali elementi sono localmente osservabili presso Monte Camposauro e Monte Lungo, dove l'Unità del Sannio si presenta sotto forma di klippen di limitata estensione in appoggio sui termini calcareo-dolomitici dell'Unità dei Monti Lattari-Picentini-Alburni e dell'Unità Matese-Taburno-Camposauro (Carannante et al. 2012). Il successivo evento tettonico è invece rappresentato dalla sovrapposizione dei depositi bacinali dell'Unità del Sannio sulle Arenarie di Caiazzo, ben visibile in destra idrografica del Fiume Volturno.

Le strutture compressive più diffuse nell'area sono comunque riferibili all'evento tettonico a vergenza settentrionale e Nord-orientale, che porta alla sovrapposizione dell'Unità dei Monti Lattari-Picentini-Alburni su quella del Matese-Taburno-Camposauro (Scarsella 1971; Carannante et al. 2012). Tale sovrapposizione è chiaramente visibile lungo il margine settentrionale del rilievo di Monte Castello, a Ovest di località Capitone, dove i litotipi carbonatici mesozoici dell'Unità dei Monti Lattari-Picentini-Alburni sovrascorrono sui depositi flyschoidi tardo-miocenici delle Arenarie di Caiazzo (Carannante et al. 2012). Il *thrust* in questione è confermato dalla dispersione giaciturale dei termini psammitici e risulta ben esposto nella porzione più orientale della Valle di Castel Morrone, mentre è ricoperto da spessi depositi vulcanoclastici e detritico-colluviali nella parte Nord-orientale di Monte Castello (Carannante et al. 2012).

Alla base del versante settentrionale del rilievo di Monte Longano, a Nord di Durazzano, si assiste invece alla sovrapposizione tettonica delle successioni carbonatiche dell'Unità dei Monti Lattari-Picentini-Alburni sui depositi prevalentemente pelitici dell'Unità del Sannio (Scarsella 1971; Carannante et al. 2012). Tale struttura è rappresentata da un importante *thrust* a vergenza settentrionale, che si sviluppa in direzione E-W nella porzione orientale del rilievo e SW-NE nella parte più occidentale dello stesso. La

|  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> | <p>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</p> <p>INTERCONNESSIONI NORD SU LS ROMA-NAPOLI VIA CASSINO</p> | | | | | | | | | | | | |
|--|--|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|-----------|
| <p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA</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>IF0F</td> <td>04 D 69</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>28 di 100</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF0F | 04 D 69 | RG | GE0001 001 | A | 28 di 100 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF0F | 04 D 69 | RG | GE0001 001 | A | 28 di 100 | | | | | | | | |

conca intramontana di Durazzano, quindi, si imposta su una struttura sinclinalica con asse orientato circa E-W, a cui si associano mesopieghe e faglie inverse a vergenza meridionale (Carannante et al. 2012).

Per quanto riguarda la tettonica distensiva, le fasi trascorrenti ed estensionali plio-pleistoceniche coeve all'apertura del bacino tirrenico agiscono prevalentemente su lineamenti ad alto angolo ereditati dalla precedente tettonica compressiva, con orientazione appenninica ed antiappenninica (Patacca et al. 1990; Casciello et al. 2006; Scrocca et al. 2007; Bonardi et al. 2009). In generale, tali strutture sono distribuite in modo ordinato ed ogni settore di catena risulta caratterizzato da sistemi di faglie con specifiche caratteristiche geometriche e cinematiche (Carannante et al. 2012). I suddetti elementi sono quindi ampiamente presenti sia lungo i rilievi montuosi più che in corrispondenza delle principali pianure e valli intramontane, anche se spesso risultano completamente obliterate dagli ingenti depositi continentali presenti al loro interno.

Tutte le strutture distensive riconosciute nell'area derivano da due distinti episodi estensionali, caratterizzati da differenti orientazioni e cinematismi degli elementi prodotti (Cinque et al. 2000; Carannante et al. 2012). Il primo episodio è databile al Pleistocene inferiore-medio ed è contraddistinto da strutture orientate NE-SE con cinematica dip-slip, strutture WNW-ESE ed E-W con cinematica trastensiva sinistra e faglie N-S con cinematica trastensiva destra (Carannante et al. 2012). Il secondo episodio, invece, è databile al Pleistocene superiore ed è caratterizzata prevalentemente da faglie NW-SE con cinematica puramente estensionale, anche se riattiva in trastensione destra i lineamenti WNW-ESE, ENE-WSW ed E-W e sinistra i piani N-S (Cinque et al. 2000; Carannante et al. 2012).

Il massiccio del Taburno-Camposauro è bordato da imponenti versanti di faglia, sia sul bordo meridionale che su quello settentrionale. In particolare, l'allineamento tettonico che delimita il fianco meridionale della struttura del M. Taburno è orientato in direzione NW-SE e reca le tracce di una marcata polifasicità, testimoniata dalla presenza di terrazzi deposizionali del Pleistocene inferiore, attualmente fagliati e sospesi a varie centinaia di metri rispetto agli attuali livelli di base (Carannante et al. 2012). Nel corso del Pleistocene inferiore-medio, tale lineamento è stato responsabile del ribassamento della conca della Valle Caudina, all'interno della quale si è depositato un riempimento in facies prevalentemente lacustre con uno spessore variabile tra i 40 ed i 70 m (Abruzzese 1979; Abate et al. 1998).

La Piana Campana rappresenta uno dei più estesi bacini quaternari dell'Italia meridionale, strutturatosi in seguito alle fasi distensive del Pliocene superiore (Aprile et al. 1978; Brancaccio et al.

1991; Cinque et al. 1993). La subsidenza del bacino si realizza prevalentemente nel corso del Pleistocene inferiore e medio, con ribassamenti variabili dai 3000 m della porzione settentrionale ai 1500 m del margine meridionale (Ippolito et al. 1973; Brancaccio et al. 1991, Cinque et al. 2000). Nel corso del Pleistocene medio i ribassamenti assoluti coinvolgono ampi settori del bacino, giungendo ad interessare la depressione dell'alta valle del Fiume Volturno (Brancaccio et al. 1994; Cinque et al. 2000), e continuano in tutta l'area per buona parte del Pleistocene superiore (Santangelo 2011). Nella seconda parte del Pleistocene superiore, infine, la piana emerge definitivamente per effetto della regressione eustatica e della diminuzione dei tassi di subsidenza (Santangelo 2011).

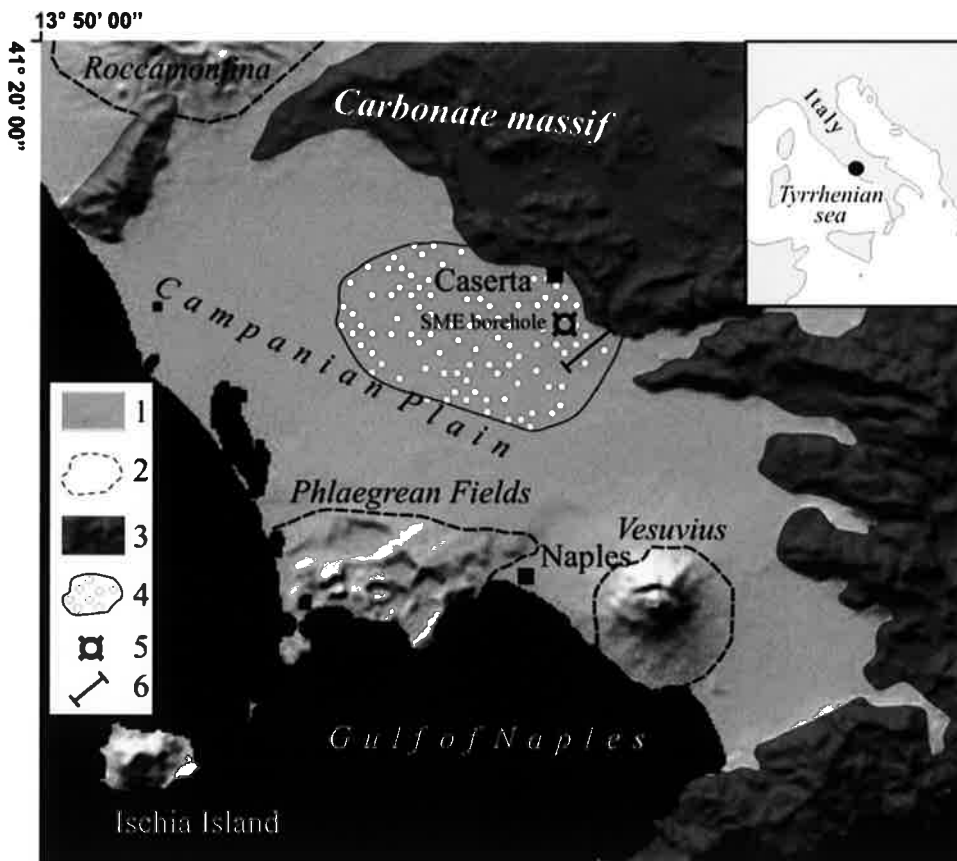


Figura 10. Schema geologico della Piana Campana: 1) depositi quaternari; 2) principali edifici vulcanici; 3) rilievi carbonatici; 4) area investigata da studi geologici di dettaglio; 5) sondaggio geognostico SME; 6) traccia di sezione geologica (da Santangelo 2011).

Nei settori più interni della piana, le strutture tardo-quaternarie sono rappresentate da faglie NW-SE disposte in prossimità del margine Nord-orientale del bacino, che interessano sia il substrato marino che



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

INTERCONNESSIONI NORD SU LS ROMA-NAPOLI VIA CASSINO

**RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA
ED IDROGEOLOGICA**

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|---------|----------|------------|------|-----------|
| IF0F | 04 D 69 | RG | GE0001 001 | A | 30 di 100 |

le coperture vulcanoclastiche del Tufo Grigio Campano (Orsi et al. 1996). Le faglie con orientazione E-W, invece, hanno contribuito al ribassamento recente della Piana Campana sia nella zona centrale che nell'area Sud-orientale (Scandone et al. 1991; Brancaccio et al. 1994), dove la subsidenza è continuata anche dopo l'eruzione dell'Ignimbrite Campana (Cinque et al. 2000). Nella porzione meridionale della conca, inoltre, si registra una importante tettonica tardo-quadernaria che riattiva faglie sia NE-SW che NW-SE, anche in connessione con eventi vulcanotettonici come il *block faulting* che accompagnò la grande eruzione dell'Ignimbrite Campana (Milia 1997; Cinque et al. 1997).

|  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> | <p>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</p> <p><i>INTERCONNESSIONI NORD SU LS ROMA-NAPOLI VIA CASSINO</i></p> | | | | | | | | | | | | |
|--|--|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|-----------|
| <p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA</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>IF0F</td> <td>04 D 69</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>31 di 100</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF0F | 04 D 69 | RG | GE0001 001 | A | 31 di 100 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF0F | 04 D 69 | RG | GE0001 001 | A | 31 di 100 | | | | | | | | |

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.

6.1 Assetto litostratigrafico

Nel settore di stretto interesse progettuale, sono state individuate e perimetrare le 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 specifica composizione litologica.

6.1.1 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.

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.

6.1.1.1 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 si 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 pomice 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.

6.1.1.2 Tufo Grigio Campano

La presente unità affiora diffusamente in tutta l'area di interesse e, in particolare, in corrispondenza delle depressioni morfologiche della Piana Campana e della Valle di Maddaloni. 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.



Figura 11. Affioramento della litofacies litoide del Tufo Grigio Campano lungo la S.P. 50, a NE di Dugenta

La litofacies pelitica è costituita da argille limose, limi argillosi e limi argilloso-sabbiosi di colore grigio, nocciola e brunastro (**TGC3**), a struttura indistinta, con diffuse pomici e scorie di dimensioni millimetriche e centimetriche e locali ghiaie poligeniche da angolose a sub-arrotondate, derivanti dall'alterazione e/o l'argillificazione dei depositi vulcanoclastici.

La litofacies cineritica è composta prevalentemente da ceneri a granulometria sabbiosa e sabbioso-limosa di colore grigio, nocciola e giallastro (**TGC2**), a struttura indistinta, con diffuse pomici 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 pomici grossolane di colore bianco-rosato, 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 pomici 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 pomici e scorie di dimensioni millimetriche e centimetriche.

6.1.1.3 Unità di Casalnuovo – Casoria

Tale formazione affiora abbastanza diffusamente nei settori meridionali e centro-settentrionali dell'area di studio, soprattutto in prossimità del centro abitato di Maddaloni e nella porzione centrale della piana intramontana tra Valle di Maddaloni e Dugenta. Nello specifico si tratta di depositi vulcanici di caduta, costituiti da una singola litofacies a dominante cineritica. Poggiano in contatto stratigrafico discordante sulle unità più antiche e rappresentano il riempimento delle paleo-depressioni morfologiche. A luoghi sono presenti locali paleosuoli brunastri a tessitura sabbioso-limosa. L'unità presenta uno spessore massimo di circa 5 m ed è ascrivibile all'intervallo Pleistocene superiore tardo - Olocene.



Figura 12. Affioramento dell'Unità di Casalnuovo-Casoria in corrispondenza della S.S. Fondo Valle Isclero, a Sud di località Masseria Viscardi

Dal punto di vista litologico, tale unità è composta da ceneri a granulometria sabbiosa e sabbioso-limosa di colore marrone, grigio e giallastro (CCU), a struttura indistinta o debolmente laminata, con diffuse pomici e scorie di dimensioni millimetriche e centimetriche; nella parte bassa della successione è localmente presente un livello di ceneri a granulometria sabbiosa di colore grigio chiaro e biancastro, sottilmente laminate, con abbondanti pomici di dimensioni centimetriche.

7 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).



Figura 13. Modello digitale del terreno della Regione Campania (da APAT 2007)

I settori di affioramento di successioni carbonatiche sono caratterizzati da un paesaggio prevalentemente montuoso con pendenze medio-alte, elevata energia di rilievo e diffusa presenza di forme carsiche e strutturali (Del Prete et al. 2004; Carannante et al. 2012). L'area montuosa più rappresentativa è quella del massiccio Taburno- Camposauro, che risulta bordata da imponenti versanti di faglia sia sul bordo meridionale che su quello settentrionale. Tale rilievo è attraversato da numerosi

elementi tettonici trasversali, generalmente di tipo distensivo, mentre la parte bassa dei versanti è in genere caratterizzata dalla presenza di vasti *glacis* d'accumulo derivanti dalla coalescenza di grandi conoidi alluvionali e falde detritiche (Magliulo et al. 2007; Carannante et al. 2012). Lungo il margine tirrenico della catena, invece, le unità carbonatiche sono rappresentate dalla dorsale dei Monti di Avella-Caserta, anch'essi delimitati da importanti versanti strutturali ad andamento appenninico, impostati lungo le faglie bordiere del Graben Campano (Brancaccio et al. 1991; Romano et al. 1994; Carannante et al. 2012).

I paesaggi di tipo collinare risultano impostati su associazioni litologiche arenaceo-marnose e sabbioso- argillose e, in generale, sono caratterizzati da versanti con pendenze medio-basse, modesta energia di rilievo e diffusa presenza di incisioni fluviali e morfologie di tipo gravitativo (Cinque & Romano 2001; Chiocchini 2007). I terreni affioranti offrono una bassa resistenza all'erosione e pertanto, nonostante la presenza di strutture tettoniche di importanza regionale, non si rinvengono eclatanti morfologie di tipo strutturale (Carannante et al. 2012). I versanti sono generalmente caratterizzati da profili trasversali concavo-convessi e risultano planimetricamente molto articolati, sia per il susseguirsi di vallecicole da erosione lineare sia per la presenza di nicchie e cumuli di frana di varia natura e dimensione (Chiocchini 2007; 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 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).

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 fluviale 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 Attività estrattive

Il settore di studio è caratterizzato dalla presenza di numerose attività estrattive, concentrate principalmente nelle aree di fondovalle. Le cave sono utilizzate prevalentemente per l'approvvigionamento di prodotti piroclastici sia sciolti che litoidi (Carannante et al. 2012). I prodotti piroclastici estratti sono essenzialmente riconducibili alla *facies* litoide del Tufo Grigio Campano e vengono utilizzati per la produzione di mattoni per l'industria edile (Carannante et al. 2012).

8 ASSETTO GEOMORFOLOGICO LOCALE

L'area di studio, in relazione alla complessa evoluzione geologica subita, risulta fortemente influenzata dal locale assetto stratigrafico e strutturale. In particolare l'evoluzione morfologica del territorio di Maddaloni ed i principali elementi geomorfologici rilevati sono relativi a depositi di genesi vulcanica e forme di origine antropica.

8.1 Elementi strutturali e tettonici

Il settore di piana alluvionale di Maddaloni è caratterizzato dalla presenza di spessi depositi di copertura, di genesi prevalentemente, vulcanica (Unità di Casalnuovo-Casoria). In tali aree la morfogenesi selettiva svolge un ruolo di secondaria importanza nell'evoluzione geomorfologica, in quanto subordinata all'alterazione in situ dei litotipi affioranti.

8.2 Forme antropiche e manufatti

I principali elementi connessi con l'attività antropica sul territorio sono rappresentati dai numerosi manufatti realizzati in corrispondenza delle maggiori zone urbanizzate e da tutti gli elementi connessi con la costruzione delle principali infrastrutture a rete. Ad essi si aggiungono importanti attività estrattive per il reperimento di inerti e materiali da costruzione, quali prodotti piroclastici sia sciolti che litoidi. Le cave presenti nell'area sono essenzialmente inattive e risultano particolarmente diffuse.

Nei settori più antropizzati si rinvengono, inoltre, estesi terreni di riporto provenienti da cavature e sbancamenti, realizzati sia nei termini litologici del substrato che nei depositi di copertura continentali e vulcanoclastici. La maggior parte delle zone di riporto corrisponde, ovviamente, ai rilevati delle principali infrastrutture lineari ed ai terreni accumulati in corrispondenza delle aree urbane più importanti.

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).

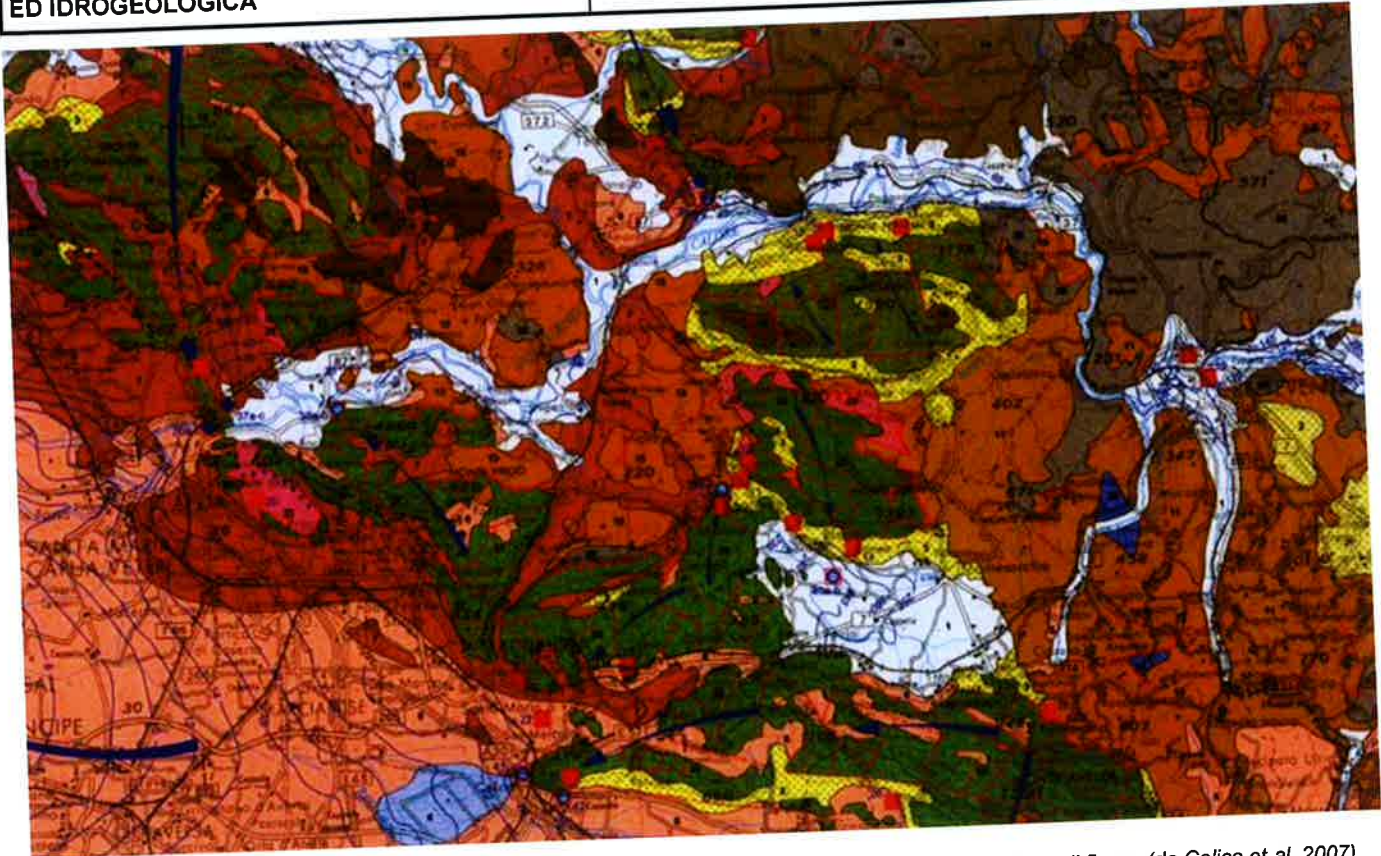


Figura 14. Stralcio della Carta Idrogeologica dell'Italia Meridionale, con indicazione delle principali linee di flusso (da Celico et al. 2007)

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).

9.1 Acquiferi e unità idrogeologiche

Il territorio campano 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 quali 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 $4100 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{anno}$.

Le principali sorgenti degli acquiferi sono collocate prevalentemente in corrispondenza di limiti idrogeologici e di permeabilità, al contatto con terreni sedimentari e vulcanici più recenti, che generalmente costituiscono degli impermeabili relativi (Maggiore et al. 2004; Celico et al. 2007). Nelle zone dove i depositi terrigeni presentano una permeabilità elevata, invece, questi acquiferi sono alimentati dalle idrostrutture carbonatiche limitrofe attraverso cospicui travasi sotterranei (Celico et al. 2007). In relazione alle caratteristiche idrogeologiche riscontrabili a grande scala, tali successioni possono essere suddivise in tre grandi gruppi, corrispondenti agli acquiferi prevalentemente calcarei, acquiferi calcareo-silico-marnosi e acquiferi dolomitici (Celico et al. 2007).

Gli acquiferi calcarei sono caratterizzati da diffuse fenomenologie carsiche, sia epigee che ipogee, che spesso interagiscono direttamente con le sorgenti determinando regimi idrogeologici delle stesse estremamente variabili (Grassi & Tadolini 1992; Celico et al. 2007). Sono contraddistinti da una grande falda di base, piuttosto profonda, e da una serie di falde sospese di modesta importanza, poste nella porzione più superficiale e carsificata dell'acquifero. Localmente, infine, sono presenti piccole falde sospese al di sopra dei livelli stratigrafici con permeabilità più bassa, come in corrispondenza di fasce cataclastiche di particolare rilevanza (Maggiore et al. 1996, 2004; Celico et al. 2007).

Gli acquiferi calcareo-silico-marnosi sono sempre contraddistinti da forme carsiche epigee ed ipogee che ne condizionano fortemente il deflusso idrico sotterraneo, anche se in misura minore di quelli essenzialmente calcarei (Celico et al. 2007). Come i precedenti, presentano una falda di base piuttosto profonda e una serie di falde sospese di importanza minore, prodotte dall'esistenza di intercalazioni marnose poco permeabili nell'ambito della successione stratigrafica (Celico 1986; Celico et al. 2007). La presenza di alternanze cicliche di litotipi a differente grado di permeabilità determina, localmente, un considerevole frazionamento della circolazione idrica sotterranea, con la conseguente formazione di differenti acquiferi sovrapposti (Celico et al. 2007).

Gli acquiferi prevalentemente dolomitici, infine, non presentano un significativo sviluppo dei sistemi carsici epigei o ipogei (Celico et al. 2007). Sono sempre caratterizzati da una circolazione idrica sotterranea di tipo basale, con recapito in sorgenti posizionate al contatto con i depositi bordieri meno permeabili, mentre le falde sospese sono piuttosto rare e di scarsa importanza (Celico 1986; Celico et al. 2007). Per quanto detto, la circolazione idrica sotterranea è fortemente condizionata dalle condizioni morfologiche dei depositi impermeabili bordieri e dalla presenza di discontinuità tettoniche, oltre che da eventuali acquiferi calcarei idrogeologicamente confinanti con la falda di base (Celico et al. 2007).

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).

I termini litologici in esame costituiscono, quindi, dei complessi idrogeologici omogenei per ciò che riguarda il tipo di permeabilità prevalente, generalmente per fessurazione e porosità (Celico et al. 2007). In linea di massima, sono contraddistinti da un grado di permeabilità relativa variabile da basso a medio, in funzione della percentuale della componente pelitica, e danno luogo ad emergenze sorgive con portate raramente superiori ad alcune decine di litri al secondo (Celico et al. 2007).

Per le suddette caratteristiche idrogeologiche, la permeabilità dell'ammasso risulta essere relativamente più elevata in prossimità del piano campagna, essenzialmente a causa della maggiore alterazione e fessurazione dei materiali (Celico 1986; Celico et al. 2007). La presenza di frequenti coperture di genesi eluvio- colluviale, unitamente alla variabilità della permeabilità relativa dell'ammasso, favorisce quindi l'instaurazione di una circolazione idrica sotterranea generalmente poco profonda e di modesta rilevanza (Celico et al. 2007).

Tale circolazione si esplica mediante falde idriche per lo più discontinue, il cui sviluppo spaziale rispecchia generalmente l'andamento della superficie topografica. Ciò comporta un'approssimativa coincidenza tra spartiacque sotterranei e superficiali e, in generale, un recapito orientato prevalentemente verso i fondovalle o le sorgenti poste lungo i versanti (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 CO₂ (Celico et al. 2007).

In generale, tali complessi sono caratterizzati da una netta prevalenza dei prodotti piroclastici su quelli lavici, essenzialmente a causa del carattere alcalino-potassico del vulcanismo dell'Italia meridionale. I depositi piroclastici, quindi, includono materiali fortemente eterogenei dal punto di vista litologico e tessiturale e, pertanto, presentano delle proprietà idrauliche estremamente variabili da zona a zona (Custodio 1978; Celico et al. 2007). I terreni più grossolani, rappresentati da bombe, blocchi, scorie e pomici, formano generalmente agglomerati di breccie vulcaniche con elevata permeabilità e porosità. I terreni più fini invece, costituiti da ceneri e lapilli, presentano una porosità primaria variabile in funzione del grado di litificazione ed una porosità secondaria mediamente piuttosto elevata.

La porosità totale dei prodotti piroclastici è generalmente elevata, localmente fino al 60%, anche se in parte poco significativa dal punto di vista idraulico in quanto rappresentata da vuoti intergranulari non intercomunicanti (Custodio 1978; Celico et al. 2007). Spesso, all'interno di un deposito da flusso si registra un aumento del grado di litificazione in corrispondenza della parte intermedia del litosoma, dove i fenomeni di raffreddamento sono stati più lenti. Talora, pur avendosi in questi casi una porosità primaria sensibilmente minore delle altre porzioni del deposito, si registra un marcato incremento di conducibilità idraulica dovuta ad un maggior grado di fessurazione dei materiali (Celico et al. 2007). Questo complesso risulta l'unico interessato dall'area di studio della Piana di Maddaloni.

Complessi delle successioni continentali e marine: questi acquiferi sono costituiti da sedimenti plio- quaternari 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).

Questi terreni costituiscono acquiferi continui, in genere eterogenei ed anisotropi, sempre permeabili per porosità e, solo in rari casi, anche per fessurazione (Celico et al. 2007). Tale carattere idrogeologico è riconducibile alla natura prevalentemente clastica dei depositi, che solo in pochi casi presentano un certo grado di cementazione (Celico et al. 2007). Anche in questi casi, tuttavia, la cementazione non ha mai un ruolo equivalente al processo di diagenesi, conferendo raramente un carattere eminentemente

litoide (Celico et al. 2007). La permeabilità è in genere molto variabile e sempre strettamente connessa con le caratteristiche di assortimento granulometrico dei terreni (Celico 1986).

I depositi plio-quadernari che costituiscono questi acquiferi presentano delle particolari caratteristiche sedimentologiche ed idrogeologiche, dovute essenzialmente ai processi che ne hanno controllato il trasporto e la deposizione (Celico et al. 2007). In particolare, possono essere individuati due distinti gruppi di ambienti sedimentari caratterizzati da differenti processi di trasporto e deposizione, rispettivamente controllati dalla gravità e dalle acque di ruscellamento (Celico et al. 2007).

Al primo gruppo sono riconducibili i depositi di *talus* e di falda detritica presenti alla base dei maggiori rilievi montuosi che, pur costituendo acquiferi eterogenei ed anisotropi, sono contraddistinti da un grado di permeabilità generalmente piuttosto elevato (Celico et al. 2007). Nei settori dove risultano limitati inferiormente da terreni di bassa permeabilità, tali depositi possono essere sede di falde idriche sotterranee di discreta importanza, in particolare quando soggetti a travasi idrici provenienti da strutture idrogeologiche limitrofe (Celico et al. 2007).

I depositi che ricadono nel secondo gruppo di ambienti sedimentari sono i più rappresentati nei settori di catena e possono essere suddivisi a loro volta in numerosi sub-ambienti, contraddistinti da differente energia del mezzo di trasporto idraulico (Celico et al. 2007). Tali ambienti sono distribuiti sul territorio secondo un percorso in cui l'energia di trasporto idraulico tende a diminuire progressivamente, a partire dall'ambiente di conoide pedemontana fino a quello di pianura costiera, passando attraverso tutti gli ambiti fluviali intermedi (Maggiore et al. 2004; Celico et al. 2007).

Tutti questi sub-ambienti sono contraddistinti, a loro volta, da un'energia del mezzo idraulico variabile nel tempo in relazione all'entità degli apporti pluviometrici (Celico et al. 2007). Ciò comporta la deposizione di termini litologici fortemente eterogenei che, per la continua divagazione dei corsi d'acqua, si ritrovano variamente giustapposti tra loro sia lateralmente che verticalmente (Maggiore et al. 2004). Pertanto gli acquiferi alluvionali risultano in genere fortemente eterogenei ed anisotropi, soprattutto nelle aree di pianura alluvionale e costiera, dove le differenze di comportamento idrogeologico si accentuano per la presenza di terreni a granulometria argilloso-limosa, da scarsamente permeabili ad impermeabili (Maggiore et al. 2004; Celico et al. 2007).

In questi ambiti idrogeologici, quindi, la presenza di intercalazioni pelitiche all'interno dei depositi sabbioso-ghiaiosi determina una scomposizione del deflusso idrico sotterraneo in una serie di falde sovrapposte. Queste ultime, a loro volta, possono essere caratterizzate da differenti carichi piezometrici, che generano fenomeni di drenanza sia verso l'alto che verso il basso (Cotecchia 1956; Maggiore et al.

|  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> | <p>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</p> <p><i>INTERCONNESSIONI NORD SU LS ROMA-NAPOLI VIA CASSINO</i></p> | | | | | | | | | | | | |
|--|--|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|-----------|
| <p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA</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>IF0F</td> <td>04 D 69</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>46 di 100</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF0F | 04 D 69 | RG | GE0001 001 | A | 46 di 100 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF0F | 04 D 69 | RG | GE0001 001 | A | 46 di 100 | | | | | | | | |

1996; Celico et al. 2007). In molti casi, comunque, il suddetto schema di circolazione idrica sotterranea può essere semplificato a causa della scarsa continuità dei livelli meno permeabili, che non consente un'efficace separazione tra le differenti falde sovrapposte (Celico et al. 2007). Invece, a scala globale, il comportamento di questi acquiferi è schematicamente assimilabile a quello di un unico corpo idrico sotterraneo, avente un recapito unitario (Celico et al. 2007).

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.

Nell'area di studio ricadono, come detto poc'anzi, strutture idrogeologiche impostate su depositi vulcanici. La Piana di Maddaloni è dunque caratterizzata da una circolazione idrica per falde sovrapposte, che si verifica all'interno dei depositi piroclastici, alluvionali e marini più permeabili che

riempiono il graben (Bellucci et al. 1990; Celico et al. 1994). I diversi livelli idrici sono spesso in comunicazione tra loro mediante soluzioni di continuità che contraddistinguono i litotipi meno permeabili e che, generalmente, non permettono un reale frazionamento della circolazione idrica sotterranea della piana (Bellucci et al. 1990; Celico et al. 1994). In generale, è possibile riconoscere una direzione di flusso principale verso SW e un importante spartiacque sotterraneo tra Caivano e Canello (Esposito 1996), oltre il limite meridionale della zona di studio. In corrispondenza di quest'ultimo, il deflusso idrico sotterraneo diverge incanalandosi in due assi di drenaggio preferenziale: il primo è orientato NNE-SSE e coincide con la Depressione del Volla, il secondo è orientato SSE-NNW e convoglia le acque sotterranee verso la Piana del Volturno (Esposito 1996; Celico et al. 2007). Il limite Sud-orientale del bacino è posto in corrispondenza dell'allineamento S. Gennaro Vesuviano- Palma Campana, dove si verifica una netta separazione delle acque di infiltrazione verso la Piana Campana a Nord e verso la Piana del Sarno a Sud (Esposito 1996).

La Piana Campana è quindi caratterizzata dalla presenza di due falde sovrapposte, contenute all'interno degli orizzonti piroclastici e separate da un livello impermeabile riferibile alla porzione tufacea del cosiddetto Tufo Grigio Campano (Bellucci et al. 1990; Celico et al. 1994). La falda superficiale posta al di sopra dell'orizzonte tufaceo impermeabile presenta un carattere freatico (Celico et al. 1994), con una superficie piezometrica posta a una decina di metri di profondità dal p.c.. La falda profonda presente al di sotto del banco di tufo, invece, risulta chiaramente in pressione e presenta una superficie piezometrica posta leggermente al di sopra di quella relativa alla falda più superficiale (Bellucci et al. 1990; Celico et al. 1994). Pertanto, nello schema di circolazione idrica dell'area la formazione ignimbratica del Tufo Grigio Campano rappresenta un livello impermeabile relativo, rispetto ai depositi piroclastici, in quanto limita ma non impedisce completamente la comunicazione tra le due falde (Celico et al. 1994). In condizioni di equilibrio idrogeologico naturale, la falda profonda alimenta quella superficiale attraverso flussi di drenaggio diretti dal basso verso l'alto (Corniello et al. 1990; Celico et al. 1994), come evidenziato dalla risalita del livello idrico nei pozzi che superano il banco tufaceo suddetto.

9.3 Sorgenti e opere di captazione

L'area è inserita in un contesto caratterizzato da importanti idrostrutture carbonatiche corrispondenti ai principali rilievi dell'Appennino Campano. Ma essendo la Piana di Maddaloni un'area ribassata rispetto ai circostanti rilievi, qui si rinvengono acquiferi vulcano-sedimentari relativi ai classici terreni che colmano le depressioni morfostutturali più importanti ed estese della zona (Carannante et al. 2012). Ovviamente,

|  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> | <p>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</p> <p><i>INTERCONNESSIONI NORD SU LS ROMA-NAPOLI VIA CASSINO</i></p> | | | | | | | | | | | | |
|--|--|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|-----------|
| <p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA</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>IF0F</td> <td>04 D 69</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>48 di 100</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF0F | 04 D 69 | RG | GE0001 001 | A | 48 di 100 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF0F | 04 D 69 | RG | GE0001 001 | A | 48 di 100 | | | | | | | | |

i principali gruppi sorgentizi sono localizzati alla base dei suddetti rilievi carbonatici o ai margini delle piane alluvionali, mentre le opere di captazione risultano variamente distribuite nell'area di progetto in funzione della presenza di aree antropizzate e zone industrializzate di particolare rilevanza.

9.4 Vulnerabilità all'inquinamento della Piana Campana

In generale, l'acquifero superficiale della Piana Campana presenta una vulnerabilità all'inquinamento variabile da bassa a molto alta (Celico et al. 1997). Infatti la vulnerabilità risulta mediamente bassa in corrispondenza della fascia perivulcanica e del settore occidentale della piana, essenzialmente a causa dell'elevata soggiacenza della falda, dell'elevata pendenza delle superficie topografica e dei bassi valori di conducibilità idraulica dei terreni (Bellucci et al. 1990; Celico et al. 1997). Il grado di vulnerabilità cresce notevolmente procedendo verso la porzione centrale della piana, dove si assiste ad una diminuzione della soggiacenza e ad un decremento delle pendenze topografiche (Celico et al. 1997). La falda superficiale è quindi particolarmente esposta agli sversamenti di sostanze inquinanti dalla superficie, soprattutto nei settori di territorio caratterizzati da depositi vulcanoclastici molto permeabili e da un livello piezometrico con soggiacenza inferiore ai 10 m (Bellucci et al. 1990; Celico et al. 1997).

La falda profonda, al contrario, presenta un grado di vulnerabilità generalmente variabile da molto basso a medio, in quanto fortemente influenzato dall'elevata soggiacenza del livello piezometrico e dagli orizzonti poco permeabili presenti al tetto (Celico et al. 1990). Un grado di vulnerabilità medio si registra in presenza di una falda confinata o semi-confinata da banchi di tufo con spessore compreso tra 5 e 10 m e soggiacenza della base del tetto dell'acquifero compresa tra 20 e 30 m (Bellucci et al. 1990). Un grado di vulnerabilità basso o molto basso, invece, si ha in presenza di una falda confinata da banchi di tufo con potenza compresa tra 10 e 50 m e con soggiacenza del tetto dell'acquifero superiore a 30 m (Bellucci et al. 1990). Per quanto detto, l'acquifero profondo si presenta poco vulnerabile a sostanze inquinanti idroveicolate e non idroveicolate leggere, mentre risulta comunque vulnerabile a sostanze non miscibili pesanti che sono in grado di attraversare l'orizzonte semipermeabile nel caso in cui la pressione della colonna inquinante risulti superiore a quella del carico idraulico (Celico et al. 1997).

Ad eccezione di alcuni settori, l'acquifero della Piana Campana risulta quindi naturalmente dotato di una discreta protezione all'inquinamento. Malgrado ciò, in tutta l'area si rileva un diffuso degrado nella qualità delle acque sotterranee, prevalentemente a causa dei numerosi pozzi disperdenti, del cattivo condizionamento delle perforazioni e della diffusa presenza di attività estrattive per il reperimento di materiali da costruzione (Corniello et al. 1990). Un ulteriore elemento di disturbo è rappresentato dai

numerosi sversamenti illegali effettuati in taluni settori, che hanno provocato un marcato ed evidente inquinamento delle acque sotterranee della falda principale. Tali fattori di disturbo hanno pertanto reso inefficace la naturale protezione dell'acquifero, consentendo un trasferimento più agevole ed immediato degli inquinanti alle acque sotterranee (Bellucci et al. 1990).

Un aspetto idro-geochimico di particolare rilevanza per tutta la Piana Campana è rappresentato dalla presenza di Fe e Mn nelle acque dei pozzi profondi (Bellucci et al. 1990). La causa del fenomeno è da ricercare in primo luogo nella struttura stessa dell'acquifero, che risulta caratterizzato da livelli porosi discontinui e da una velocità di filtrazione piuttosto contenuta, essenzialmente in relazione ai bassi gradienti idraulici ed ai valori di trasmissività non molto elevati. In tali condizioni, le acque di infiltrazione pervengono pressoché prive di ossigeno ai livelli acquiferi più profondi, favorendo l'instaurarsi di un ambiente anaerobico in cui il consumo di sostanza organica avviene a spese di ossidi di Fe e Mn, che quindi passano in soluzione nelle acque di falda. La presenza di forti emungimenti può quindi comportare un incremento significativo del tenore di tali elementi nelle acque estratte, soprattutto nel caso di immissione di reflui organici nel sottosuolo (Bellucci et al. 1990).

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.

| Sondaggio | Prova | Tipologia | Campagna indagine | Profondità (m da p.c.) | Permeabilità (m/s) | Unità geologica di riferimento |
|------------|-------|-----------|-------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| PNIF51V02* | LE1 | Lefranc | 2008-2009 | 5.00 - 6.00 | 4.50E-05 | TGC2 |
| PNIF51V02* | LU1 | Lugeon | 2008-2009 | 13.00 - 14.00 | 1.41E-05 | TGC1 |
| PNIF51V03 | LE1 | Lefranc | 2008-2009 | 8.50 - 10.50 | 6.00E-06 | TGC1 |
| PNIF51V03 | LE2 | Lefranc | 2008-2009 | 23.00 - 24.00 | 3.00E-05 | TGC2 |
| PNIF51R04 | LE1 | Lefranc | 2008-2009 | 9.00 - 9.50 | 6.70E-05 | TGC2 |
| PNIF51R04 | Dist | Lefranc | 2008-2009 | 26.00 - 26.80 | 2.10E-05 | TGC2 |

Tabella 2. Prospetto sintetico delle prove di permeabilità realizzate nei fori di sondaggio (campagna indagini 2007)

| Sondaggio | Prova | Tipologia | Campagna indagine | Profondità (m da p.c.) | Permeabilità (m/s) | Unità geologica di riferimento |
|-----------|-------|-----------|-------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------------------|
|-----------|-------|-----------|-------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------------------|

| | | | | | | |
|----|-----|---------|-----------|---------------|----------|------|
| P6 | LE1 | Lefranc | 2013-2014 | 7.00-8.00 | 1.29E-06 | TGC1 |
| P6 | LE2 | Lefranc | 2013-2014 | 28.00-29.00 | 6.83E-06 | TGC2 |
| P7 | LE1 | Lefranc | 2013-2014 | 6.00 - 7.00 | 8.91E-07 | TGC1 |
| P7 | LE2 | Lefranc | 2013-2014 | 40.00 - 41.00 | 5.05E-06 | TGC2 |
| P8 | LE1 | Lefranc | 2013-2014 | 14.00 - 15.00 | 1.63E-06 | TGC1 |

Tabella 3. Prospetto sintetico delle prove di permeabilità realizzate nei fori di sondaggio relativamente alle campagne indagini "2013-2014"

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 litologiche dei terreni, nonché del grado di alterazione, fessurazione e carsismo dei singoli ammassi rocciosi. Pertanto, nell'analisi sono stati scartati i valori di k ritenuti poco rappresentativi delle caratteristiche idrogeologiche medie dei litotipi in esame, ritenendo tali valori anomali e fondamentalmente connessi a locali disomogeneità del mezzo.

10.1 Complessi dei depositi di copertura

Alla luce delle indagini effettuate nell'area di studio, è stato possibile identificare due complessi idrogeologici, entrambi afferenti al Complesso dei depositi di copertura.

10.1.1 Complesso vulcanoclastico grossolano

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

Costituiscono acquiferi porosi di media 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.

|  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> | <p>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</p> <p>INTERCONNESSIONI NORD SU LS ROMA-NAPOLI VIA CASSINO</p> | | | | | | | | | | | | |
|--|--|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|-----------|
| <p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA</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>IF0F</td> <td>04 D 69</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>52 di 100</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF0F | 04 D 69 | RG | GE0001 001 | A | 52 di 100 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF0F | 04 D 69 | RG | GE0001 001 | A | 52 di 100 | | | | | | | | |

10.1.2 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 acquitardi 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.

10.2 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 "2015", il monitoraggio delle strumentazioni piezometriche installate nei fori di sondaggio, allo stato attuale, non è disponibile.

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. Per il piezometro del foro P7 manca completamente la lettura, in quanto è andato distrutto. Di seguito, si riporta una sintesi del monitoraggio piezometrico condotto sulle strumentazioni della campagna "2013-2014", direttamente utilizzati per la ricostruzione del livello di falda nei profili idrogeologici e litotecnici.

| 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) |
| P8 | 2013-2014 | 27.39 | (03/2015) | 26.63 | (01/2015) |

Tabella 4. Dati di monitoraggio piezometrico condotto sulle strumentazioni installate nei fori di sondaggio della campagna indagini "2013-2014", utilizzati nello studio di ricostruzione della falda.

Per le campagne "2007" e "2008-2009", invece, il monitoraggio delle strumentazioni piezometriche installate nei fori di sondaggio è stato condotto nel periodo compreso tra aprile 2007 e febbraio 2009. Di seguito, si riporta una sintesi del monitoraggio piezometrico condotto sulle strumentazioni delle campagne "2007" e "2008-2009", direttamente utilizzati per la ricostruzione del livello di falda nei profili idrogeologici e litotecnici.

| 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) |
| PNIF51R04 | 2008-2009 | 26.21 | (02/2009) | 25.93 | (11/2008) |
| PNIF51V02 | 2008-2009 | 24.58 | (02/2009) | 24.55 | (01/2009) |
| PNIF51V03 | 2008-2009 | 24.11 | (02/2009) | 24.02 | (11/2008) |

Tabella 5. Dati di monitoraggio piezometrico, condotto nella precedente fase progettuale sulle strumentazioni installate nei fori di sondaggio delle campagne indagini "2007", "2008-2009", utilizzati nello studio di ricostruzione della falda.

Nello specifico, nelle cartografie e nei profili idrogeologici 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. In tal modo, infatti, è stato possibile ricostruire l'andamento della superficie piezometrica nelle condizioni più penalizzanti e definire, per ogni punto, la massima variabilità del livello idrico durante l'intero anno idrologico.

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, si è provveduto ad acquisire tutte le informazioni disponibili relativamente ai punti d'acqua

| | | | | | | |
|---|--|------------------|------------------|----------------|-------------------------|-----------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | 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 INTERCONNESSIONI NORD SU LS ROMA-NAPOLI VIA CASSINO | | | | | |
| | RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA | COMMESSA IF0F | LOTTO 04 D 69 | CODIFICA RG | DOCUMENTO GE0001 001 | REV. A |

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. 6 pozzi per il prelievo delle acque dal sottosuolo, ad uso prevalentemente irriguo e secondariamente ad uso idropotabile o industriale. La maggior parte delle opere di captazione è risultata inaccessibile per l'ubicazione in proprietà private; solo per uno dei pozzi censiti sono disponibili misure del livello piezometrico in foro. I punti di rilievo, individuati da un codice numerico univoco, sono inoltre riportati nella Carta idrogeologica e profili idrogeologici in Appendice 3 e Appendice 4.

10.4 Condizioni di deflusso idrico sotterraneo

I dati geologici ed idrogeologici, hanno permesso di definire le caratteristiche generali dell'area e di individuare, nel dettaglio, il regime di deflusso idrico sotterraneo proprio dei settori di interesse. Si sottolinea che le ricostruzioni del livello piezometrico in profilo derivano da un'analisi approfondita dei dati di monitoraggio strumentale a disposizione, opportunamente integrati con tutte le informazioni raccolte circa l'assetto idrogeologico e stratigrafico-strutturale dell'area. 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.

I litotipi vulcanici, del Tufo Grigio Campano, affioranti lungo il margine Nord-orientale della Piana Campana, rappresentano gli acquiferi di maggiore interesse nell'area di studio. Si sottolinea la presenza di importanti falde freatiche a carattere perenne di diverse decine di metri, spesso captate con pozzi per l'approvvigionamento idrico dei centri abitati della zona. Tali acquiferi sono spesso in comunicazione con le falde idriche dei sistemi alluvionali, a cui sono giustapposti sia lateralmente che verticalmente, in particolare alimentano gli acquiferi alluvionali dal basso. Sono sede di corpi idrici sotterranei in parte separati ed in parte interconnessi, con caratteristiche di falde libere o confinate. Le direzioni di deflusso sono generalmente piuttosto variabili e disomogenee, in quanto controllate dalla presenza di fratture e cavità. In relazione alla relativa profondità delle falde rispetto alla superficie topografica, le emergenze sorgentizie sono piuttosto rare.



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

INTERCONNESSIONI NORD SU LS ROMA-NAPOLI VIA CASSINO

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA
ED IDROGEOLOGICA

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|---------|----------|------------|------|-----------|
| IF0F | 04 D 69 | RG | GE0001 001 | A | 55 di 100 |

Mediante l'interpolazione dei dati piezometrici a disposizione, è stato possibile ricostruire l'andamento dei principali corpi idrici sotterranei presenti all'interno dei depositi alluvionali e vulcanoclastici ampiamente affioranti in tutta l'area di intervento. In particolare, sulla scorta di tutti i dati idrogeologici a disposizione, è stato possibile definire l'andamento plano-altimetrico della principale falda che caratterizza l'area della Piana di Maddaloni.

La ricostruzione della superficie piezometrica ha evidenziato la presenza di un'importante falda idrica sotterranea, posta nei litotipi vulcanici e sostenuta dai termini prevalentemente pelitici del substrato. La falda mostra un carattere chiaramente freatico e un deflusso idrico mediamente orientato in direzione SSW, verso la Piana Campana. Nei settori di intervento, la falda è posta a quote variabili tra i 24.0 ed i 28.0 m circa s.l.m. nel settore meridionale dell'area di studio. Localmente la formazione ignimbratica del Tufo Grigio Campano rappresenta un livello impermeabile relativo rispetto ai depositi piroclastici con la formazione di un acquifero confinato.

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).

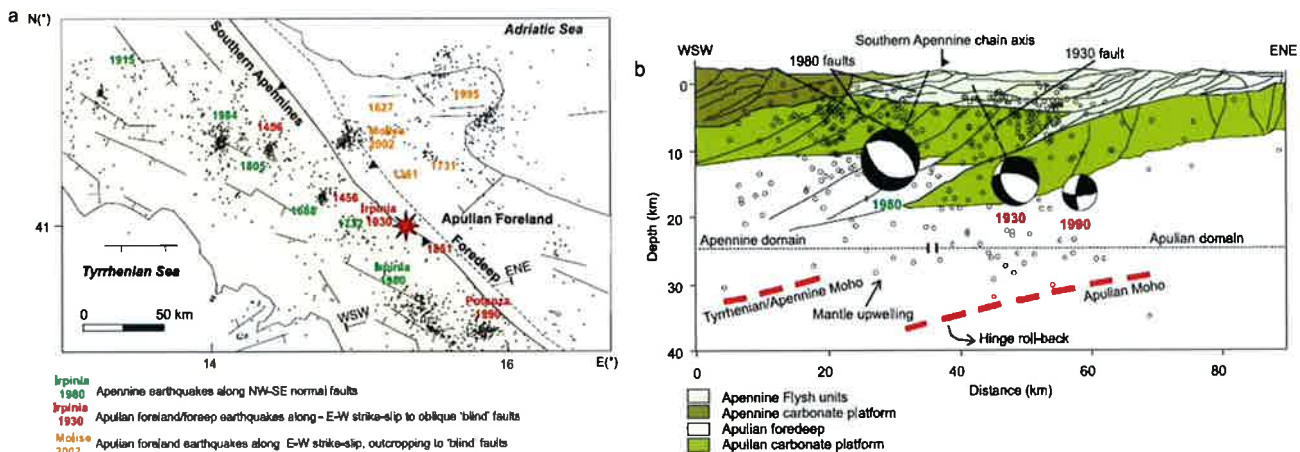


Figura 15 – Interpretazione dei principali elementi sismotettonici dell'Appennino meridionale: (a) in pianta e (b) in sezione (da Pino et al. 2008).

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).

In particolare, l'Appennino Campano ricade in uno dei settori di catena con la più alta manifestazione di attività sismica. Tale sismicità risente infatti dei numerosi sistemi di faglie normali presenti lungo la Catena Appenninica, che hanno determinato un sollevamento generalizzato della stessa (Ciaranfi et al. 1983) e la formazione di importanti bacini intra-montani. I suddetti sistemi di faglie presentano un

orientazione prevalentemente NW-SE e si muovono in risposta ad un campo di deformazione estensionale attivo dal Pleistocene medio-superiore (Cinque et al. 1993), il cui asse di minimo stress (σ_3) è orientato all'incirca in senso anti- appenninico (Amato et al. 1995; Kiratzi 1994; Mariucci & Muller 2003; Montone et al. 2004).

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 il tracciato di progetto non risulta interessato dalla presenza di potenziali faglie sismogenetiche. La fascia di sorgenti composite più vicina è posta circa 23 km a NE della zona di studio ed è rappresentata dalla sorgente ITCS024 *Miranda-Apice* (profondità stimata 1-14 Km, magnitudo massima 6.6, *Slip rate* 0.1-1 mm/anno).



Figura 16. – Localizzazione delle potenziali sorgenti di terremoti con $M > 5.5$ nell'area di studio (da DISS Working group 2010, <http://diss.rm.ingv.it/diss/index.html>); in colore rosso è indicato il tracciato di interesse progettuale.

Relativamente alla vigente zonazione sismogenetica del territorio nazionale ZS9 (Meletti & Valensise 2004), le tratte ferroviarie relative alle Interconnessioni Nord su LS Roma-Napoli via Cassino si trovano lungo il bordo 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.

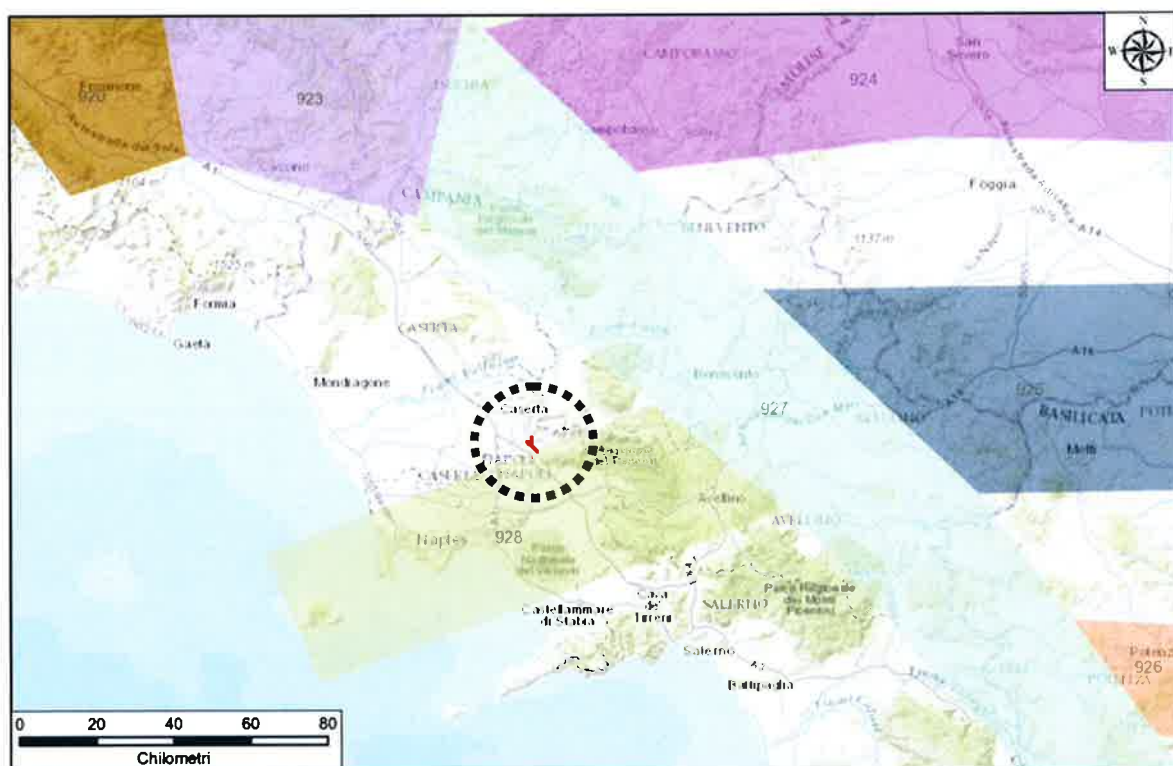


Figura 17. Stralcio della zonazione sismogenetica ZS9 (da Meletti & Valensise 2004, <http://zone.mi.ingv.it>); in colore rosso è indicato il tracciato di progetto.

11.1 Sismicità storica

Nonostante il catalogo sismico copra un intervallo di tempo di oltre 2000 anni, molti degli eventi registrati sono concentrati negli ultimi sei secoli, tra il 1456 e il 1980, anche per via della maggiore accuratezza e completezza dei documenti storici rinvenuti. In particolare, l'ultimo terremoto di grande intensità epicentrale è stato quello del 23 novembre 1980, con una magnitudo momento pari a 6.9 ed una intensità epicentrale del X grado MCS (Carannante et al. 2012). Questo terremoto è stato il più forte degli ultimi ottanta anni e ha causato circa 3000 vittime e la totale distruzione di almeno 15 paesi (Postpischl 1985).

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. 2012). Il meccanismo focale sintetico dell'intera rottura ha evidenziato, in particolare, un chiaro evento distensivo lungo un piano orientato 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).

Terremoto del 5 dicembre 1456, MOLISE
Studio macrosismico Meletti et al., 1988 [Np 199, lmax 11]

Epicentro CPT111 Mw 7.22 ±0.13
macrosismico Mw 7.22 ±0.13

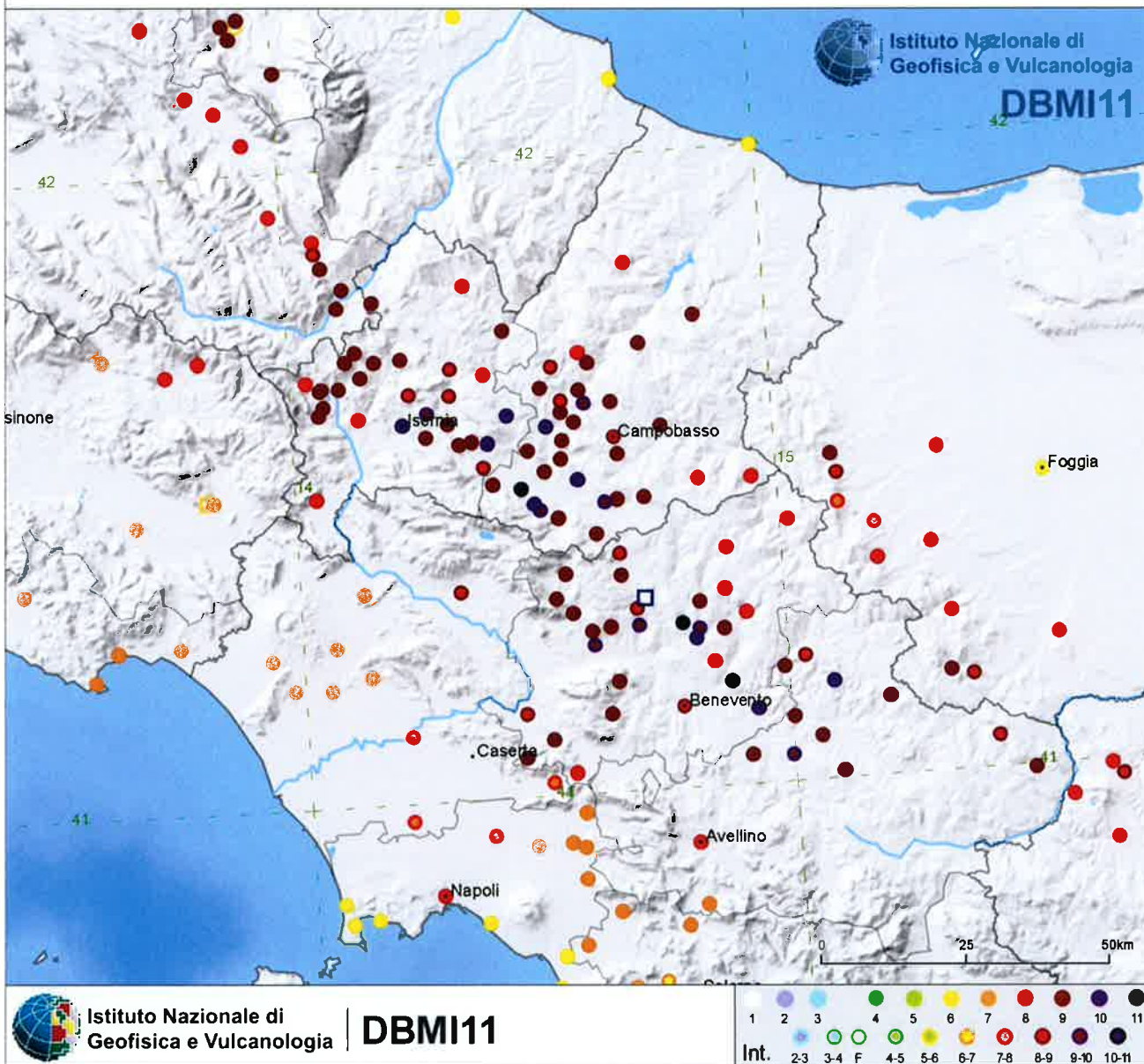


Figura 18. Distribuzione del danneggiamento prodotto dal terremoto del 1456 nell'area di studio (<http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11>).

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).

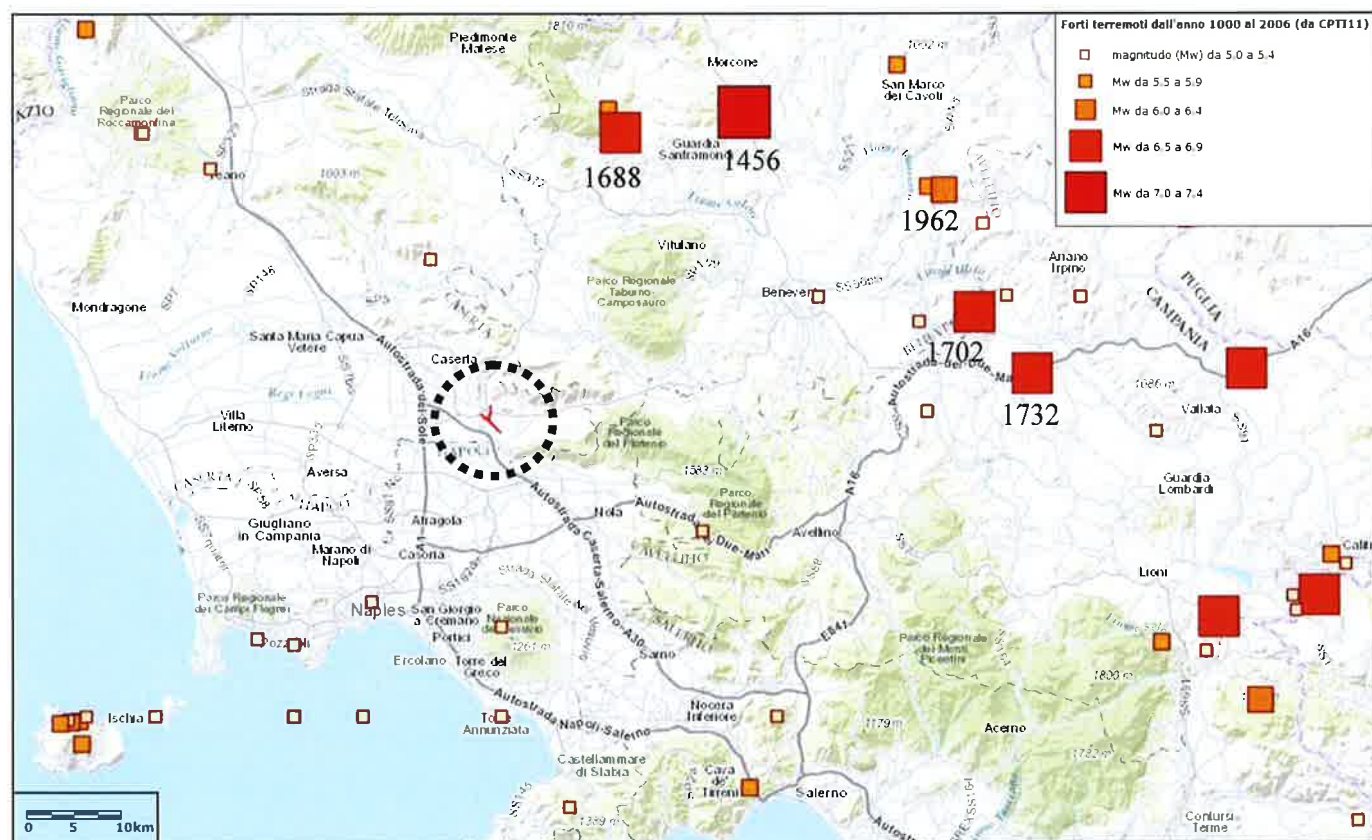


Figura 19. Ubicazione dei principali terremoti storici che hanno interessato l'area di studio (da INGV). In colore rosso è riportata la tratta ferroviaria di interesse progettuale.

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 (Postpischi 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 (Postpischi 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. 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, differentemente 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).

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).

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 degli abitati di ricadenti nell' area di progetto, con particolare riferimento al comune di Maddaloni.

Storia sismica di Maddaloni
[41.038, 14.387]

Numero di eventi: 26

Effetti

In occasione del terremoto del:

| I [MCS] | Data | Ax | Np | Io Mw |
|---------|------------------|-----------------------------|------|----------------|
| NC | 1628 06 05 15:30 | Sannio | 216 | 11 6.98 ±0.12 |
| 6 | 1735 01 26 03:10 | Maddaloni (CE) | 2 | 5 4.30 ±0.34 |
| 7 | 1805 07 26 21:00 | Molise | 223 | 10 6.62 ±0.11 |
| 4-5 | 1857 12 16 21:15 | Basilicata | 340 | 11 7.03 ±0.08 |
| F | 1901 07 31 10:38 | Monti della Meta | 76 | 7 5.23 ±0.17 |
| 3-4 | 1903 05 04 03:44 | VALLE CAUDINA | 80 | 7 4.73 ±0.22 |
| 4-5 | 1905 03 14 19:16 | BENEVENTANO | 94 | 6-7 4.90 ±0.16 |
| 3 | 1905 11 26 06:48 | Irpinia | 136 | 7-8 5.21 ±0.13 |
| F | 1910 06 07 02:04 | Irpinia-Basilicata | 376 | 8 5.73 ±0.09 |
| 4 | 1913 10 04 18:26 | Matese | 205 | 7-8 5.37 ±0.11 |
| 6 | 1915 01 13 06:52 | Avezzano | 1041 | 11 7.00 ±0.09 |
| 4 | 1922 12 29 12:22 | Bassa Val Roveto | 119 | 6-7 5.19 ±0.12 |
| 4 | 1930 04 27 01:46 | SALERNITANO | 30 | 7 4.76 ±0.28 |
| 7 | 1930 07 23 00:08 | Irpinia | 547 | 10 6.62 ±0.09 |
| 4 | 1936 04 03 19:42 | VALLE CAUDINA | 10 | 5-6 4.45 ±0.31 |
| NF | 1977 07 24 09:55 | Grottaminarda | 84 | 5-6 4.43 ±0.13 |
| 7 | 1980 11 23 18:34 | Irpinia-Basilicata | 1394 | 10 6.89 ±0.09 |
| 6 | 1981 02 14 17:27 | BAIANO | 85 | 7-8 4.90 ±0.09 |
| NF | 1984 04 29 05:02 | GUBBIO/VALFABBRICA | 709 | 7 5.65 ±0.09 |
| 5 | 1984 05 07 17:49 | Appennino abruzzese | 912 | 8 5.89 ±0.09 |
| 4-5 | 1986 04 03 13:04 | Irpinia | 557 | 6 4.93 ±0.09 |
| 3 | 1997 03 19 23:10 | Matese | 284 | 6 4.55 ±0.09 |
| NF | 1998 03 26 16:26 | Appennino umbro-marchigiano | 408 | 6 5.29 ±0.09 |
| 4-5 | 2002 11 01 15:09 | Subapp. Dauno | 645 | 5.72 ±0.09 |
| NF | 2003 06 01 15:45 | Molise | 516 | 5 4.50 ±0.09 |
| NF | 2003 12 30 05:31 | Monti dei Frentani | 339 | 5-6 4.57 ±0.09 |

Figura 20. Sintesi dei principali terremoti storici che hanno interessato il centro abitato di Maddaloni (CE) (da Database Macrosismico Italiano, DBMI11). Legenda: I= intensità massima, Np= numero di osservazioni macrosismiche, Io= intensità epicentrale, Mw= Magnitudo momento.

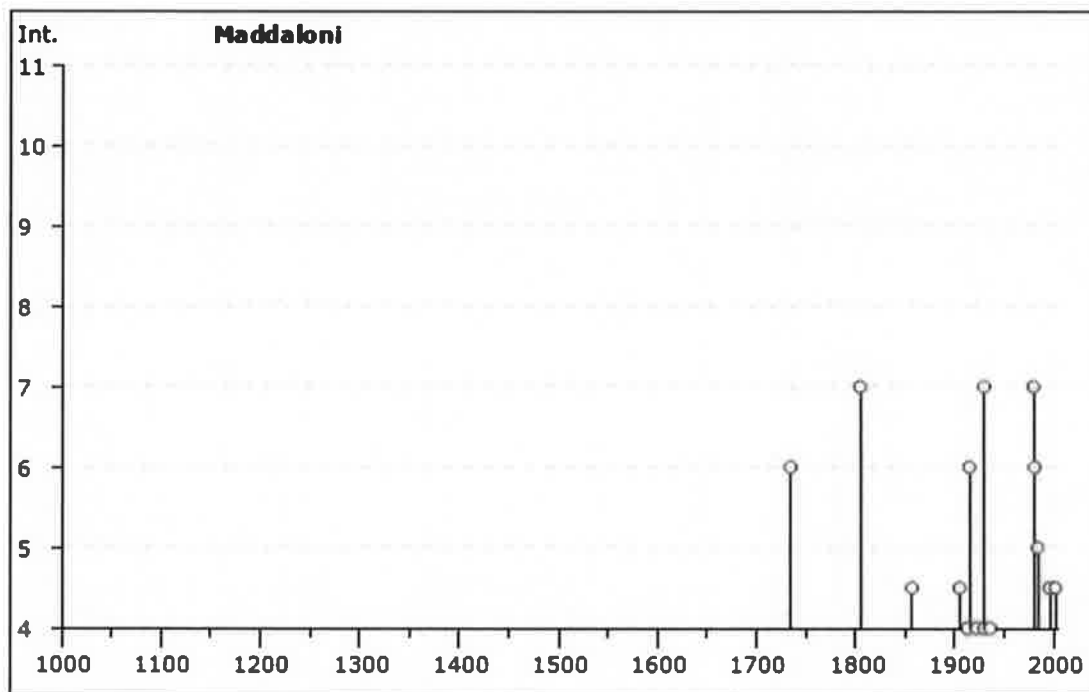


Figura 21. Grafico illustrante la storia sismica di Maddaloni (CE) Sulle ascisse sono riportati i riferimenti temporali espressi in anni, sulle ordinate le intensità sismiche (I) degli eventi rilevati (da http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11/query_place/).

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 Maddaloni ricadeva in Zona sismica 2, ossia 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.

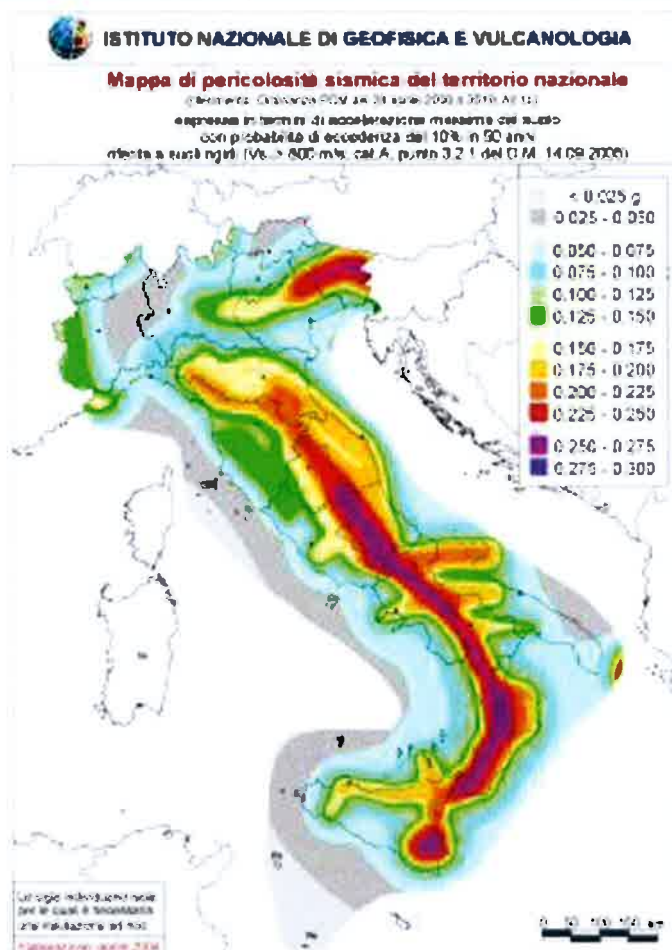


Figura 22. Mapa di pericolosità sismica del territorio nazionale (da Meletti & Montaldo 2007) contenuta nel Progetto S1 dell'INGV-DPC (<http://esse1.mi.ingv.it/d2.html>).

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 zone sismiche fondamentali. Infatti, la vecchia classificazione sismica produceva soventemente 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.

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.

| | | | | | | |
|--|---|---------|----------|------------|------|-----------|
|  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> | 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 | | | | | |
| | INTERCONNESSIONI NORD SU LS ROMA-NAPOLI VIA CASSINO | | | | | |
| RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | IFOF | 04 D 69 | RG | GE0001 001 | A | 66 di 100 |

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 le zone di interesse i valori di accelerazione al suolo (con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni) sono compresi all'incirca nell'intervallo 0.125-0.175 *ag* (accelerazione massima del suolo).

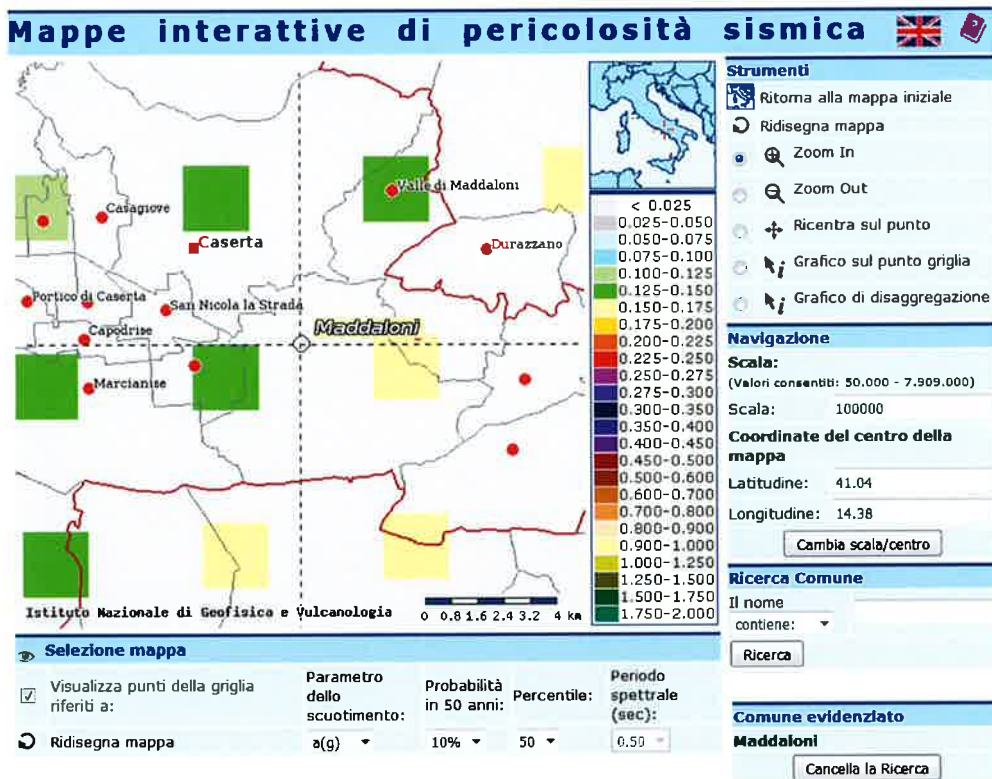


Figura 23. Mappa interattiva di pericolosità sismica per le zone di interesse; i colori della legenda indicano le diverse accelerazioni del suolo (<http://esse1-gis.mi.inq.vi>).

Infine, il database del progetto ITHACA (ITaly Hazard from CAPable faults) riporta, in vicinanza alle 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. Tali elementi non interferiscono direttamente con il tracciato di progetto, ma sono comunque in grado di produrre eventi sismici di una certa rilevanza e con sicuro risentimento nei settori di studio.

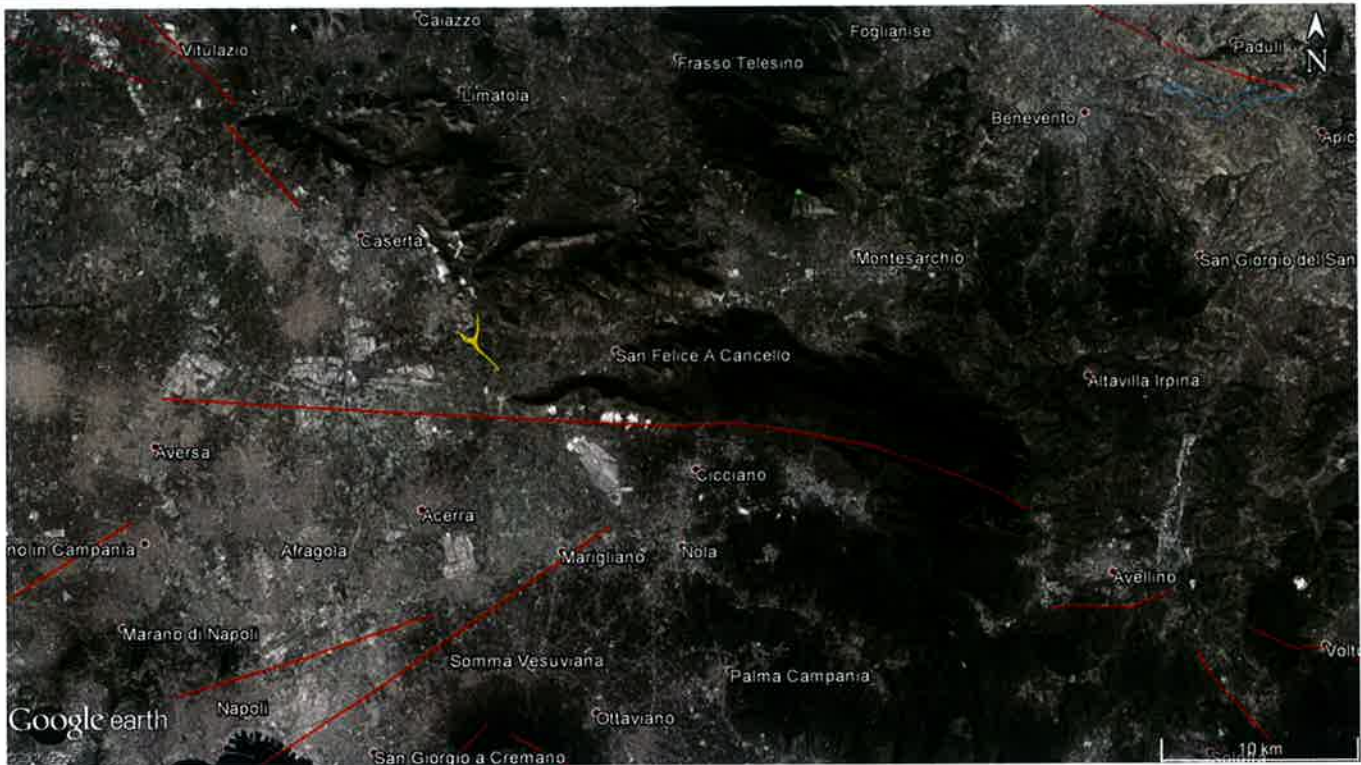


Figura 24. Stralcio cartografico dell'area di studio con indicazione della tratta ferroviaria di progetto (in giallo), e delle faglie capaci (in rosso) (<http://sgi.isprambiente.it/ArcGIS/rest/services/servizi/ithaca/MapServer>).

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.

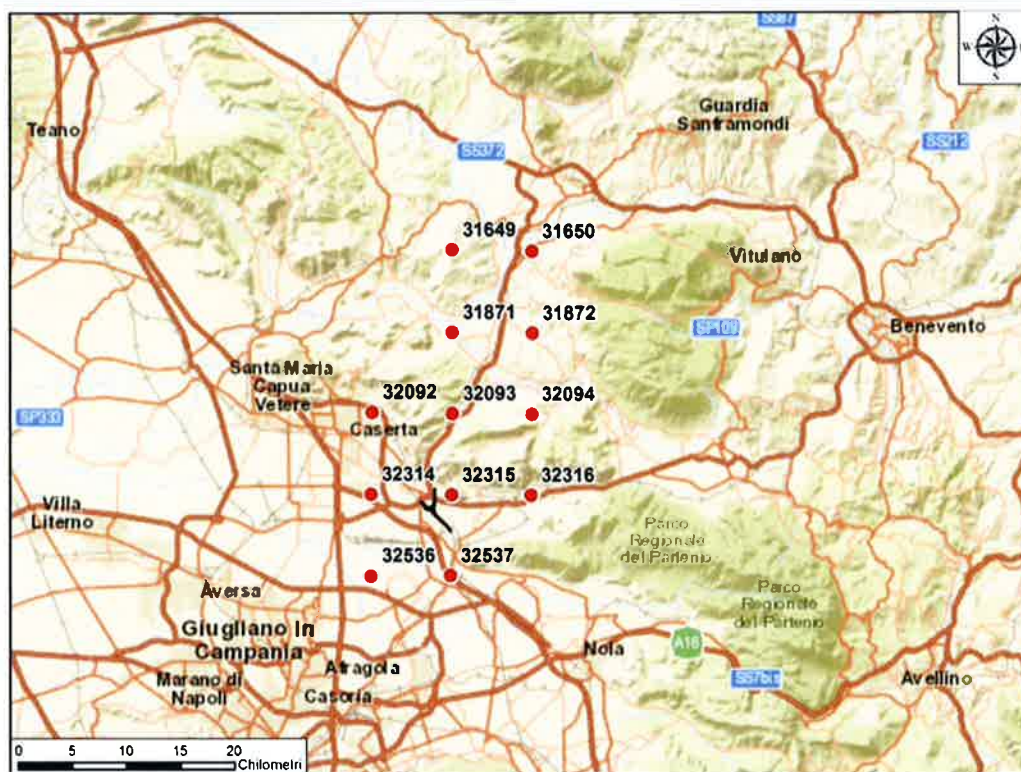


Figura 25. Griglia di riferimento per il settore di studio, con individuazione del tracciato ferroviario di progetto (in nero), e dei punti del grigliato di pericolosità sismica di base (in rosso).

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).

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 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.

| ID | Longitudine | Latitudine | a_g | F_0 | T_c |
|-------|-------------|------------|--------|-------|-------|
| 32536 | 14.351 | 40.982 | 0.1563 | 2.42 | 0.36 |
| 32314 | 14.352 | 41.032 | 0.1398 | 2.45 | 0.40 |
| 32092 | 14.352 | 41.082 | 0.1334 | 2.49 | 0.42 |
| 32537 | 14.417 | 40.981 | 0.1670 | 2.40 | 0.36 |
| 32315 | 14.418 | 41.031 | 0.1521 | 2.46 | 0.38 |
| 32093 | 14.419 | 41.081 | 0.1443 | 2.47 | 0.41 |
| 31871 | 14.419 | 41.131 | 0.1464 | 2.48 | 0.42 |
| 31649 | 14.420 | 41.181 | 0.1641 | 2.42 | 0.42 |
| 32316 | 14.484 | 41.031 | 0.1662 | 2.43 | 0.37 |
| 32094 | 14.485 | 41.081 | 0.1582 | 2.44 | 0.41 |
| 31872 | 14.486 | 41.131 | 0.1615 | 2.46 | 0.41 |
| 31650 | 14.487 | 41.181 | 0.1870 | 2.38 | 0.39 |

Tabella 6. Parametri di riferimento del moto sismico su suolo rigido per un periodo di ritorno T_r pari a 475 anni.

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 VS_{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* e prospezioni sismiche MASW, che forniscono indicazioni dirette relativamente al valore di VS_{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_{S30} 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_{S30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina);

C - Depositati 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_{S30} compresi tra 180 e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina);

D - Depositati 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_{S30} inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} < 70$ 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 $V_{S30} > 800$ m/s).

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

S1 - Depositati di terreni caratterizzati da valori di V_{S30} inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u30} < 20$ 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;

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

In relazione alla campagna di indagini condotte ed alle specifiche prove a disposizione, le categorie di sottosuolo per l'area di intervento delle Interconnessioni Nord su LS Roma-Napoli via Cassino sono state definite in funzione di n. 5 prospezioni sismiche a rifrazione in onde P ed S e 1 prospezione sismica passiva Re.Mi. appositamente realizzate. Nelle tabelle seguenti si riporta una sintesi delle prove effettuate e una sintesi dell'assetto litostratigrafico in corrispondenza della prova.

| Sigla | Tipologia indagine | Lunghezza (m) | Unità geologiche |
|-------|----------------------------------|---------------|--------------------|
| 125 | Stendimento sismico a rifrazione | 480 | CCU/TGC1/TGC2/MDL2 |
| 126 | Stendimento sismico a rifrazione | 240 | CCU/TGC1/TGC2/MDL2 |
| 127 | Stendimento sismico a rifrazione | 240 | CCU/TGC1/TGC2/MDL2 |
| 128 | Stendimento sismico a rifrazione | 720 | CCU/TGC1/TGC2/MDL2 |
| 140 | Stendimento sismico a rifrazione | 240 | CCU/TGC1/TGC2 |
| 222 | Prospezione sismica Re.Mi. | 115 | CCU/TGC2 |

Tabella 7. Sintesi delle indagini sismiche di tipo lineare, realizzate nell'ambito della campagna indagini "2013-2014".

In relazione a quanto emerso dalle analisi geofisiche a disposizione, la maggior parte delle tomografie in onde S rilevano una classe di sottosuolo B, che in alcune sezioni dei terreni d'intervento passa ad un termine C, così come indicato anche dalla prova Re.Mi. a disposizione. Per tale motivo ed a favore di sicurezza tali terreni possono essere caratterizzati con categoria di sottosuolo C.

Nelle successive fasi progettuali potranno essere integrate nuove indagini e, laddove necessario ai fini progettuali, stabilire in maniera più puntuale una zonizzazione della risposta sismica del sito.

12 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Nel corso del presente studio sono state consultate ed analizzate le risultanze delle indagini geognostiche 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 del complesso 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 state esaminate le seguenti indagini di sito:

- n. 8 sondaggi geognostici a distruzione ovvero a carotaggio continuo, di cui n. 5 strumentati con piezometro;
- n. 5 stendimenti sismici a rifrazione;
- n. 1 prospezioni sismiche RE.MI.

Nelle tabelle seguenti 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 | Campagna indagine | Tipologia indagine e strumentazione | Quota s.l.m. | Profondità | Campioni | SPT |
|-------|-------------------|-------------------------------------|--------------|------------|----------|-----|
| S202 | 1984-1985 | Sondaggio non attrezzato | 36.65 | 30 | 2 | 6 |
| S203 | 1984-1985 | Sondaggio non attrezzato | 39.60 | 30 | 0 | 8 |
| S111 | 1984-1985 | Sondaggio non attrezzato | 53.20 | 25 | 1 | 8 |
| S112 | 1984-1985 | Sondaggio non attrezzato | 54.94 | 25 | 1 | 8 |
| S113 | 1984-1985 | Sondaggio non attrezzato | 49.15 | 28 | 1 | 8 |
| S114 | 1984-1985 | Sondaggio non attrezzato | 41.73 | 25 | 2 | 8 |

Tabella 8. Sintesi dei sondaggi geognostici, realizzati nell'ambito della campagna indagini 1984-1985, elencati in ordine alfa-numerico.

| Sigla | Campagna indagine | Tipologia indagine e strumentazione | Quota s.l.m. | Profondità | Campioni | SPT |
|-----------|-------------------|-------------------------------------|--------------|------------|----------|-----|
| PNIF51R04 | 2008-2009 | Sondaggio attrezzato con piezometro | 57.93 | 40.0 | 2 | 8 |
| PNIF51V02 | 2008-2009 | Sondaggio attrezzato con piezometro | 46.05 | 40.0 | 4 | 6 |
| PNIF51V03 | 2008-2009 | Sondaggio attrezzato con piezometro | 43.86 | 40.0 | 4 | 7 |

Tabella 9. Sintesi dei sondaggi geognostici, realizzati nell'ambito della campagna indagini 2008-2009, elencati in ordine alfa-numeric.

| Sigla | Campagna indagine | Tipologia indagine e strumentazione | Quota s.l.m. | Profondità | Campioni | SPT |
|-------|-------------------|-------------------------------------|--------------|------------|----------|-----|
| P7 | 2013-2014 | Sondaggio attrezzato con piezometro | 47.37 | 50.0 | 3 | 7 |
| P8 | 2013-2014 | Sondaggio attrezzato con piezometro | 38.00 | 30.0 | 3 | 3 |

Tabella 10. Sintesi dei sondaggi geognostici, realizzati nell'ambito della campagna indagini 2013-2014, elencati in ordine alfa-numeric.

Nelle tabelle seguenti è riportata una sintesi delle prove sismiche di superficie effettuate nell'ambito delle diverse fasi progettuali, con indicazione dei principali dati relativi ad ogni singola prova (sigla, tipologia di indagine, lunghezza).

| Sigla | Tipologia indagine | Lunghezza (m) |
|-------|----------------------------------|---------------|
| 125 | Stendimento sismico a rifrazione | 480 |
| 126 | Stendimento sismico a rifrazione | 240 |
| 127 | Stendimento sismico a rifrazione | 240 |
| 128 | Stendimento sismico a rifrazione | 720 |
| 140 | Stendimento sismico a rifrazione | 240 |
| 222 | Prospezione sismica Re.Mi. | 115 |

Tabella 11. Sintesi delle indagini sismiche di tipo lineare, realizzate nell'ambito della campagna indagini "2013-2014", elencate in ordine alfa-numeric.

| | | | | | | |
|--|---|------------------|----------------|-------------------------|-----------|---------------------|
|  | 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 | | | | | |
| | INTERCONNESSIONI NORD SU LS ROMA-NAPOLI VIA CASSINO | | | | | |
| RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA | COMMESSA IF0F | LOTTO 04 D 69 | CODIFICA RG | DOCUMENTO GE0001 001 | REV. A | FOGLIO 74 di 100 |

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 la sismicità attuale dell'Appennino meridionale. Per questo aspetto, in particolare, si rimanda a quanto riportato nel Capitolo 12 "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 non si rinvencono criticità legate agli aspetti geologico formazionali presenti nell'area di studio, costituiti da depositi vulcanici superficiali a dominante cineritica dell'unità di Casalnuovo-Casoria (CCU) e da depositi vulcanici di colata ignimbratica nelle facies a dominante tufacea e cineritica (TGC1, TGC2)

13.2 Interconnessioni Nord su LS Roma-Napoli via Cassino

Di seguito vengono descritti, da SE a NW, i diversi tratti relativi al tracciato Interconnessioni Nord su LS Roma-Napoli via Cassino riportati nella Carta Geologica (Appendice 1), nei Profili Geologico-Tecnici (Appendice 2), nella Carta Idrogeologica (Appendice 3) e nei Profili Idrogeologici (Appendice 4), opportunamente distinti in funzione della tipologia di opere in progetto e delle principali caratteristiche geologico-strutturali dell'area.

13.2.1 Interconnessione Nord – BP e BD

Il tratto in esame si colloca a quote del piano campagna comprese tra i 38 e 48 m circa s.l.m.. Il segmento attraversa dalla pk 0+000 alla pk 1+200 circa i depositi vulcanici sabbioso-limosi (TGC2) del Tufo Grigio Campano, collocandosi poi fino alla fine della tratta, alla pk 2+841, sulle cineriti sabbiose

dell'unità di Casalnuovo-Casoria (**CCU**). In copertura si rinvengono i depositi antropici (**h**), con uno spessore compreso tra 0.7 e 4.8 m. In base alle indagini geognostiche e alla ricostruzione lito-stratigrafica del profilo dell'Interconnessione Nord è possibile notare che le pile del viadotto presente tra la Pk 1+832 e 2+214 poggiano sulla bancata di tufo grigio campano a facies litoide (**TGC1**).

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, nel tratto finale, di una falda a superficie libera all'interno dei depositi litoidi del Tufo Grigio Campano, con superficie piezometrica posta ad una profondità variabile tra i 10.6 metri (attorno alla pk 0+650) e i 23.7 metri dal p.c. (Pk 2+841).

13.2.2 Collegamento Nord Binario pari/dispari

Il tratto in esame si sviluppa dalla zona nord dell'area di studio a quote comprese tra 45 e 65 m circa s.l.m.. I depositi superficiali su cui poggia il rilevato di progetto sono costituiti, per l'intero tratto, da cineriti sabbiose dell'unità di Casalnuovo-Casoria (**CCU**). Come evidenziato dal sondaggio PNIF51R04 che indica una presenza totale di cineriti limoso-sabbiose (**TGC2**) si riscontra, entro i primi 500 metri di sviluppo l'assenza della facies litoide del tufo grigio campano (**TGC1**) che, al contrario, si manifesta a partire dal sondaggio P7, fino alla fine del tracciato.

Dal punto di vista geomorfologico, non sono da rilevare elementi di potenziale criticità per le opere in progetto. Sotto l'aspetto idrogeologico, si sottolinea la presenza nel tratto finale, di una falda a superficie libera all'interno dei depositi litoidi del Tufo Grigio Campano, con superficie piezometrica posta non oltre i 20 metri dal piano campagna.

13.2.3 Collegamento Marcianise

Il tratto in esame si sviluppa tra una quota compresa tra i 58 e i 42 metri s.l.m.. Dal punto di vista geologico, le caratteristiche litologiche relative al presente collegamento sono del tutto analoghe a quelle relative al collegamento Nord. Si riscontra, infatti, la presenza costante in superficie di cineriti sabbiose dell'unità di Casalnuovo-Casoria (**CCU**), le quali, dalla pk 1+100 circa, vengono sovrastate da uno strato di materiale di riporto (**h**) di circa 1.6 metri di spessore, dovuto alla presenza della linea ferroviaria storica (sondaggio PNIF51V03). Come nel caso del collegamento nord, anche il presente tratto, si

caratterizza per l'assenza, entro i primi 450 metri circa di sviluppo, della facies litoide del tufo grigio campano (**TGC1**), così come testimoniato sempre dal sondaggio PNIF51R04 che indica uno spessore di oltre 35 metri di cineriti a granulometria limoso-sabbiosa (**TGC2**). Nella restante parte della sezione lo spessore della facies litoide si aggira attorno agli 8 – 9 metri.

Dal punto di vista geomorfologico, non sono da rilevare elementi di potenziale criticità per le opere in progetto. Sotto l'aspetto idrogeologico, si sottolinea la presenza, nel tratto finale, di una falda a superficie libera all'interno dei depositi litoidi del Tufo Grigio Campano, con superficie piezometrica posta non oltre i 19 metri dal piano campagna.

| | | | | | | |
|---|--|---------|----------|------------|------|-----------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | 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 | | | | | |
| | INTERCONNESSIONI NORD SU LS ROMA-NAPOLI VIA CASSINO | | | | | |
| RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | IF0F | 04 D 69 | RG | GE0001 001 | A | 77 di 100 |

14 BIBLIOGRAFIA

Abate D., De Pippo T., Ilardi M. & Pennetta M. (1998) - *Evoluzione morfologica tardo-quadernaria della valle Caudina (Benevento, Italia)*. Il Quaternario, **11**, 255-265.

Abruzzese V. (1979) - *La Campania antica dal Pleistocene all'età romana*. Electa Editore.

AFTES GT32 (2012) - *Characterization of geological, hydrogeological and geotechnical uncertainties and risks*.

Alessio G., Gorini A., Vilardo 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., Coccozza T. & Wezel F.C. (1974) - *Fragmentation of the Alpine orogenic belt by microplate dispersal*. Nature, **248**, 309-314.

Amato A., Montone P. & Cesaro M. (1995) - *State of stress in southern Italy from borehole breakout and focal mechanism data*. Geophysical Research Letters, **22**, 3119-3122.

APAT (2007) - *Rapporto sulle frane in Italia: il Progetto IFFI. Metodologia, risultati e rapporti regionali*. Rapporti APAT, **78**.

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

Ascione A. & Cinque A. (2003) - *Le variazioni geomorfologiche indotte dalla tettonica recente in Appennino meridionale*. Il Quaternario, **16**, 133-140.

Atkinson J. (1997) - *Geotecnica. Meccanica delle terre e fondazioni*. McGraw-Hill.

Autorità di bacino Campania centrale (2015) - *Piano stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico*.

Autorità di bacino Liri, Garigliano e Volturno (2006) - *Piano stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico*.

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.

Baratta M. (1901) - *I terremoti d'Italia*. Arnaldo Forni.

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.

Barton N. & Choubey V. (1977) - *The shear strength of rock joint in theory and practice*. *Rock Mechanics*, **10**, 1-54.

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.

Bianchi G.W., Perello P., Venturini G., Dematteis A., Delle Piane L. & Damiano A. (2006) - *Determination of reliability in geological forecasts for tunnel projects: the method of the R-index and its application*. XIth International Congress for Mathematical Geology in Liege, 3-8 September, 2006.

Bieniawski Z.T. (1989) - *Engineering rock mass classification*. John Wiley & Sons.

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,

Boschi E., Ferrari G., Gasperini P., Guidoboni E., Smriglio G. & Valensise G. (1995) - *Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 a.c. al 1980*. ING-S.G.A., con database su CD-ROM.

Boschi E., Guidoboni E., Ferrari G., Mariotti D., Valensise L. & Gasperini P. (2000) - *Catalogue of strong Italian Earthquakes from 461 B.C. to 1997*. Annali di Geofisica, **43**, 609-868.

Boschi E., Guidoboni E., Ferrari G., Valensise G. & Gasperini P. (1997) – *Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 aC al 1980*. ING-SGA.

Bosellini A. (1991) - Introduzione allo studio delle rocce carbonatiche. Italo Bovolenta Editore.

Bosellini A., Mutti E. & Ricci Lucchi F. (1989) - *Rocce e successioni sedimentarie*. Unione Tipografico-Editrice Torinese. Brady B.H.G. & Brown E.T. (2006) – *Rock mechanics for underground mining*. Springer.

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

Brocchini F., Principe C., Castradori D., Laurenzi M.A. & Goria 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.

Brown E. (2002) – A brief history of the development of the Hoek-Brown failure criterion. Rocsciences Inc..

Bruschi A. & Crippa A. (2012) – Prove geotecniche di laboratorio. Guida pratica per la soluzione delle problematiche interpretative e di previsione geotecnica. Dario Flaccovio Editore.

Bruschi A. (2004) - Meccanica delle rocce nella pratica geologica ed ingegneristica. Dario Flaccovio Editore.

Bruschi A. (2010) – Prove geotecniche in situ. Guida alla stima delle proprietà geotecniche e alla loro applicazione alle fondazioni. Dario Flaccovio Editore.

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.

Budhu M. (2007) – Soil mechanics and foundations (2nd edition). John Wiley & Sons.

|  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> | <p>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</p> <p>INTERCONNESSIONI NORD SU LS ROMA-NAPOLI VIA CASSINO</p> | | | | | | | | | | | | |
|--|--|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|-----------|
| <p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA</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>IF0F</td> <td>04 D 69</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>80 di 100</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF0F | 04 D 69 | RG | GE0001 001 | A | 80 di 100 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF0F | 04 D 69 | RG | GE0001 001 | A | 80 di 100 | | | | | | | | |

Buonanno A., Pertusati S. & Zuppetta A. (2007) - *Structural evolution of the Fortore Unit (Southern Apennines, Italy)*. Bollettino della Società Geologica Italiana, **126**, 497-510.

Burland J.B. (1990) - *On the compressibility and shear strength of natural clays*. Géotechnique, **3**, 467-488. Butler B.C.M. & Bell J.D. (1996) - *Lettura e interpretazione delle carte geologiche*. Zanichelli Editore.

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: Wieczorek G.F. & Naeser N.D. (eds), Debris-Flow Hazards Mitigation: Mechanics, Prediction, and Assessment. Balkema, **2000**, 99-107.

Cantalamesa G., Chiocchini U. & Cipriani N. (1988) - *Caratteri sedimentologici dei depositi sabbiosi del Pliocene inferiore - medio di Ariano Irpino (Appennino campano)*. Atti del 74° Congresso della Società Geologica Italiana, B 59 B 63.

Canuti P. & Esu F. (1995) - *Glossario Internazionale per le frane*. Rivista Italiana di Geotecnica, **1995/2**, 143-150.

Cappelletti P., Cerri G., Colella A., De Gennaro M., Langella A., Perrotta A. & Scarpati C. (2003) - *Post-eruptive processes in the Campanian Ignimbrite*. Mineralogy and Petrology, **79**, 79-97.

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.

Casadio M. & Elmi C. (1999) - *Il manuale del geologo*. Pitagora Editrice. Casati P. (1991) - *Scienze della terra*. Città Studi Edizioni.

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.

|  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> | <p>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</p> <p>INTERCONNESSIONI NORD SU LS ROMA-NAPOLI VIA CASSINO</p> | | | | | | | | | | | | |
|--|--|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|-----------|
| <p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA</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>IF0F</td> <td>04 D 69</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>81 di 100</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF0F | 04 D 69 | RG | GE0001 001 | A | 81 di 100 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF0F | 04 D 69 | RG | GE0001 001 | A | 81 di 100 | | | | | | | | |

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

Castiglioni G.B. (1991) - *Geomorfologia (seconda edizione)*. Unione Tipografico-Editrice Torinese.

Celico P. & De Riso R. (1978) – Il ruolo idrogeologico della valle caudina nella idrogeologia del Casertano e del Sarnese (Campania). *Bollettino della Società dei Naturalisti di Napoli*, **88**, 1-26.

Celico P. & Guadagno F.M. (1998) - L'instabilità delle coltri piroclastiche delle dorsali carbonatiche in Campania: attuali conoscenze. *Quaderni di Geologia Applicata*, **5**, 129-188.

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**.

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.

Cestari F. (1996) - *Prove geotecniche in sito*. Italgrafica Segale.

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

Chiessi V., D'Orefice M., Giovagnoli M.C., Graziano R. & Vita L. (2003) - Colate rapide di fango: un caso di studio nel territorio comunale di S. Felice a Canello (CE). *Bollettino della Società Geologica Italiana*, **122**, 405-420.

Ching J. & Hsu W.-C. (2008) – Approximate optimization of systems with high-dimensional uncertainties and multiple reliability constraints. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, **198**, 52-71

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.

Ciaranfi N., Guida M., Iaccarino G., Pescatore T., Pieri P., Rapisardi L., Ricchetti G., Sgrosso I., Torre M., Tortorici L., Turco E., Scarpa R., Cuscito M., Guerra I., Iannacone G., Panza G.G. & Scandone P. (1983) – *Elementi sismotettonici dell'Appennino meridionale. Bollettino della Società Geologica Italiana*, **102**, 201-222.

Cinque A. & Romano P. (2001) - L'ambiente geologico della Campania: Evoluzione geomorfologica e caratterizzazione oro- idrografica. In: Vallario A. (ed), *L'ambiente geologico della Campania*, 59-90.

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

Cinque A., Aucelli P.P.C., Brancaccio L., Mele R., Milia A., Robustelli G., Romano P., Russo F., Santangelo N. & Sgambati D. (1997) - *Volcanism, tectonics and recent geomorphological change in the bay of Napoli. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria*, **2**, 123-141.

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 risio 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**.

CNR (1983) - Neotectonic Map of Italy. Litografia Artistica Cartografica.

|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | 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 INTERCONNESSIONI NORD SU LS ROMA-NAPOLI VIA CASSINO | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|-----------|
| RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF0F</td> <td>04 D 69</td> <td>RG</td> <td>GE0001 001</td> <td>A</td> <td>83 di 100</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF0F | 04 D 69 | RG | GE0001 001 | A | 83 di 100 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| IF0F | 04 D 69 | RG | GE0001 001 | A | 83 di 100 | | | | | | | | |

CNR-PFG (1985) – Catalogo dei terremoti italiani dall'anno 1000 al 1980. In: Postpischl D. (ed), CNR-PFG V. 2B.

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

Coticelli 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.

Cornell C.A. (1968) - Engineering seismic risk analysis. *Bulletin of Seismological Society of America*, **58**, 1583-1606.

Corniello A. & De Risio R. (1986) - Idrogeologia e idrochimica delle sorgenti dell'Agro Telesino (BN). *Geologia Applicata e Idrogeologia*, **21**, 52-84.

Corniello A. & Santo A. (1995) - I dissesti della Basilicata Benedettina (XI secolo) di Sant'Angelo in Formis (Capua) ed il complesso assetto geologico dell'area. *Geologia Applicata e Idrogeologia*, **30**, 125-137.

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.

Corrado S., Di Bucci D., Naso G. & Butler R.W.H. (1997) - Thrusting and strike-slip tectonics in the Alto Molise regione (Italy): implications for the Neogene-Quaternary evolution of the Central Apennine orogenic system. *Journal of the Geological Society of London*, **154**, 679-688.

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

Cremonini G. (1994) - Rilevamento geologico. Realizzazione e interpretazione delle carte geologiche. Pitagora Editrice.

Crosta G.B. & Dal Negro P. (2003) - Observations and modelling of soil slip-debris flow initiation processes in pyroclastic deposits: the Sarno 1998 event. *Natural Hazard and Earth System Sciences*, **3**, 53-69.

Cruden D. M. & Varnes D.J. (1996) - *Landslide types and processes*. In: Turner A.K. & Schuster R.L. (eds), *Landslides, Investigation and mitigation*. Transportation Research Board, Special Report, **247**, 36-75.

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 Hidrographicos Publications, **128**.

D'Argenio B. (1967) - *Geologia del gruppo del Taburno-Camposauro (Appennini campano)*. *Atti dell'Accademia di Scienze Fisiche e Matematiche*, **3**, 6-7.

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 ⁴⁰Ar/³⁹Ar 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.

Del Prete S., de Riso R. & Santo A. (2004) - [*Primo contributo sui sinkholes di origine naturale in Campania*](#). *Atti Convegno sullo Stato dell'arte sullo studio dei fenomeni di sinkhole e ruolo delle Amministrazioni statali e locali nel governo del territorio*, 361-376.

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.

| | | | | | | |
|---|--|------------------|----------------|-------------------------|-----------|---------------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | 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 | | | | | |
| | INTERCONNESSIONI NORD SU LS ROMA-NAPOLI VIA CASSINO | | | | | |
| RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA | COMMESSA IF0F | LOTTO 04 D 69 | CODIFICA RG | DOCUMENTO GE0001 001 | REV. A | FOGLIO 85 di 100 |

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 Bucci D., Massa B., Tornaghi M. & Zuppetta A. (2005) - Structural setting of the 1688 Sannio earthquake epicentral area (Southern Italy) from surface and subsurface data. *Journal of Geodynamics*, **40**, 294-315.

Di Crescenzo G. & Santo A. (1999) - Analisi geomorfologica delle frane da scorrimento-colata rapida in depositi piroclastici della Penisola Sorrentina. *Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria*, **22**, 57-72.

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 Girolamo P., Ghiara M.R., Lirer R., Munno R., Rolandi G. & Stanzione D. (1984) - *Vulcanologia e petrologia dei Campi Flegrei*. *Bollettino della Società Geologica Italiana*, **103**, 349-413.

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.

Dramis F. & Bisci C. (1997) - *Cartografia geomorfologica. Manuale di introduzione al rilevamento ed alla rappresentazione degli aspetti fisici del territorio*. Pitagora Editrice.

Esposito L. (1996) - Studio delle modalità di contaminazione chimica dell'acquifero alluvionale a prevalente componente piroclastica del settore Sud - Orientale della Piana Campana (Campania - Italia). Tesi di Dottorato, Università degli Studi di Ferrara.

Essex R.J. (2007) - *Geotechnical Baseline Reports for Underground Construction*. ASCE.

Faccioli E. & Paolucci R. (2005) - *Elementi di sismologia applicata all'ingegneria*. Pitagora Editrice.

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.

Fedele L., Scarpati C., Lanphere M., Melluso L., Morra V., Perrotta A. & Ricci G. (2008) - The Breccia Museo formation, Campi Flegrei, southern Italy: geochronology, chemiostratigraphy and relationship with the Campanian Ignimbrite eruption. *Bulletin of Volcanology*, **70**, 1189-1219.

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

Galadini F., Meletti C. & Vittori E. (2000) - Stato delle conoscenze sulle faglie attive in Italia: elementi geologici di superficie. Risultati del progetto 5.1.2. "Inventario delle faglie attive e dei terremoti ad esse associabili", CNE Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti, 1-30.

Gasparini P. & Mantovani M.S.M. (1984) - *Fisica della terra solida*. Liguori Editore.

GNDT (1996) - *Zonazione sismogenetica del territorio nazionale ed aree limitrofe ZS 4.0*. Atti del Convegno Annuale del Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti, **1**, 119-135.

Gonzalez de Vallejo L.I. (2005) - *Geoingegneria*. Pearson Education Italia. Goodman R.E. (1989) - *Introduction to rock mechanics*. John Wiley & Sons.

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

Gruppo di Lavoro CPTI (1999) - *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani*. ING, GNDT, SGA, SSN. 92 pp. Gruppo di Lavoro CPTI (2004) - *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione 2004 (CPTI04)*. INGV.

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.

Gunnink J., Maljers D. & Hummelman J. (2010) - Quantifying uncertainty of geological 3D layer models, constructed with a-priori geological expertise. IAMG 2010, Budapest.

Hallam A. (1985) - Interpretazione delle facies e stratigrafia. Pitagora Editrice.

Hoek E. & Brown E.T. (1997) – *Practical estimates of rock mass strength*. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, **34**, 1165-1186.

Hoek E. & Marinos P. (2000) – *GSI: a geologically friendly tool for mass strength estimation*. Proceeding of GeoEng 2000 Conference, Melbourne, Australia.

Hungr O., Leroueil S. & Picarelli L. (2014) - *The Varnes classification of landslide types, an update*. Landslides, **11**, 167-194. Hutchinson J.N. (1985) – *Mass movements*. In : Fair Bridge R.W. (ed): Encyclopaedia of geomorphology, 688-695.

Hutchinson J.N. (1988) – Morphological and geotechnical parameters of landslides in relation to geology and hydrogeology. Proceedings of 5th International Symposium on Landslides, 10-15.

IAEG (2009) - Recommendations for reliability quantification of the geological model in large civil engineering projects.

Incoronato A., Nardi G., Ortolani F. & Pagliuca S. (1985) - *The Plio-Quaternary Bagnoli Irpino-Calaggio torrent strike slip fault, Campania-Lucania (Southern Apennines)*. Bollettino della Società Geologica Italiana, **104**, 399-404.

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.

ISPRA (2012) - Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000. Foglio 431 (Caserta Est). Servizio Geologico d'Italia. ISRM (1975) - Recommendations on Site Investigation Techniques.

ISRM (1978) - *Suggested methods for the quantitative description of discontinuities in rock masses*. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, **15**, 319-368.

ISRM (1979) - Suggested methods for determining the uniaxial compressive strength and deformability of rock materials. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, **16**, 135-140.

ISRM (1993) - Metodologie per la descrizione quantitativa delle discontinuità nelle masse rocciose. *Rivista Italiana di Geotecnica*, **1993/2**, 151-197.

ISSMGE (2006) - *Recommended procedure for geotechnical ground investigations*. The International Tunnelling Insurance Group, 2006. The Joint Code of Practice for Risk Management of Tunnel Works

ITA/AITES (2004) - Accredited Material - Guidelines for tunnelling risk management: International Tunnelling Association, Working Group No. 2. *Tunnelling and Underground Space Technology*, **19**, 217-237.

Katz O., Reches Z. & Roegiers J.C. (2000) - *Evaluation of mechanical rock properties using a Schmidt hammer*. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, **37**, 723-728.

Kiratzi A. (1994) - *Active seismic deformation in the Italian peninsula and in Sicily*. *Annali di Geofisica*, **37**, 27-45. Lambe T.W. & Whitman R.V. (1997) - *Meccanica dei terreni*. Dario Flaccovio Editore.

Lancellotta R. (2004) - *Geotecnica (terza edizione)*. Zanichelli Editore.

Lanzo G. & Silvestri F. (1999) - *Risposta sismica locale. Teoria ed esperienze*. Hevelius Edizioni.

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.

Magliulo P., Russo F. & Pignone M. (2004) - *Studio geomorfologico e sismologico di faglie attive nella Valle Telesina (Appennino campano)*. Atti dell'8a Conferenza Nazionale ASITA, **2**, 1389-1394.

Magliulo P., Russo F. & Valente A. (2007) - *Tectonic significance of geomorphological features in the Telesina Valley (Campanian Apennines)*. Bollettino della Società Geologica Italiana, **126**, 397-409.

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.

Manfredini M. (1963) - *Schema dell'evoluzione tettonica della penisola italiana*. Bollettino della Società Geologica Italiana, **84**, 101-130.

Mariucci M. T. & Muller B. (2003) - The tectonic regime in Italy inferred from borehole breakout data. *Tectonophysics*, **361**, 130-134.

Mayer G.B. (1964) - *Hydrostratigraphic Units*. *Journal of Hydrology*, **2**, 124-129.

Meletti C. & Montaldo V. (2007) - Stime di pericolosità sismica per diverse probabilità di superamento in 50 anni: valori di ag. Progetto DPC-INGV S1.

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.

Meletti C., Patacca E. & Scandone P. (2000) - *Construction of a seismo-tectonic model: The case of Italy*. *Pure and Applied Geophysics*, **157**, 11-35.

Milia A. (1997) - *Evoluzione tettono-stratigrafica di un bacino peritirrenico: il Golfo di Napoli*. Tesi di Dottorato, Università degli Studi di Napoli Federico II.

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

Montone P., Mariucci M.T., Pondrelli S. & Amato A. (2004) - *An improved stress map for Italy and surrounding regions (central Mediterranean)*. *Journal of Geophysical Research*, **109**, B10.

Morbidelli L. (2003) - *Le rocce e i loro costituenti*. Bardi Editore.

Moretti M., Pieri P., Ricchetti G. & Spalluto L. (2011) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000. Foglio 396 San Severo*. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale.

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

Ogniben L. (1969) - *Schema introduttivo alla geologia del confine calabro-lucano*. Memorie della Società Geologica Italiana, **8**, 453-763.

Orsi G., De Vita S. & Di Vivo M. (1996) - The restless, resurgent Campi Flegrei nested caldera (Italy): constraints on its evolution and configuration. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **74**, 179-214.

Orsi G., Di Vito M.A. & Isaia R. (2004) - *Volcanic hazard assessment at the restless Campi Flegrei caldera*. *Bulletin of Volcanology*, **66**, 514-530.

Orsi G., Di Vito M.A., Selva J. & Marzocchi W. (2009) - *Long-term forecast of eruption style and size at Campi Flegrei caldera (Italy)*. *Earth and Planetary Science Letters*, **287**, 265-276.

Ortolani F. (1974) - *Faglia trascorrente pliocenica dell'Appennino campano*. *Bollettino della Società Geologica Italiana*, **93**, 609-622.

Ortolani F. (1978) - Alcune considerazioni sulle fasi tettoniche mioceniche e plioceniche dell'Appennino meridionale. *Bollettino della Società Geologica Italiana*, **97**, 609-616.

Panizza M. (1993) - *Geomorfologia applicata. Metodi di applicazione alla Pianificazione territoriale e alla Valutazione d'Impatto Ambientale*. La Nuova Italia Scientifica.

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.

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.

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

Perello P. (2011) – Estimate of the reliability in geological forecasts for tunnels: toward a structured approach. *Rock mechanics and rock engineering*, **44**, 671-694.

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

Pescatore T., Sgroso I. & Torre M. (1971) - *Lineamenti di tettonica e sedimentazione nel Miocene dell'Appennino campano- lucano*. Memorie della Società Naturalistica di Napoli, **80**, 337-408.

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.

| | | | | | | |
|---|--|------------------|----------------|-------------------------|-----------|---------------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | 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 | | | | | |
| | INTERCONNESSIONI NORD SU LS ROMA-NAPOLI VIA CASSINO | | | | | |
| RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA | COMMESSA IF0F | LOTTO 04 D 69 | CODIFICA RG | DOCUMENTO GE0001 001 | REV. A | FOGLIO 92 di 100 |

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

Revellino P., Guadagno F.M. & Hungr O. (2006) - Criteri morfologici e modellazione dinamica nella valutazione della suscettibilità da frana lungo versanti carbonatici nell'Appennino Campano. *Giornale di Geologia Applicata*, **3**, 159-166.

Riccardi L. (1927) - *Telesia. Ricordi e Speranze*. Tipografia Nazzareno Borrelli.

Ricchetti E., Salvemini A. & Tadolini T. (1989) - *A hydrogeological study in a sample area of the Apulian Tavoliere between Ortanova and Cerignola*. *Atti del Congresso Internazionale Geoingegneria*, **1**, 533-540.

Ricci Lucchi F. (1980) - *Sedimentologia*. Cooperativa Libreria Universitaria Editrice.

Romano P., Santo A. & Voltaggio M. (1994) - L'evoluzione geomorfologica della pianura del F. Volturno (Campania) durante il tardo Quaternario (Pleistocene medio-superiore - Olocene). *Il Quaternario*, **7**, 41-56.

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

Rossi D. (1857) - *Sulle acque minerali di Telesse e sullo Stabilimento dei Bagni quivi costruito*. *Annali Civili del Regno delle due Sicilie*, Napoli, **61**, 121.

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-quaternaria-olocenica del bordo settentrionale della Piana Campana*. *Rendiconti online della Società Geologica Italiana*, **12**, 87-90.

Santo A., Ascione A., Del Prete S., Di Crescenzo G. & Santangelo N. (2011) - *Collapse sinkholes distribution in the carbonate massifs of central and southern Apennines*. *Acta Carsologica*, **40**, 95-112.

Santo A., Del Prete S., Di Crescenzo G. & Rotella M. (2007) - *Karst processes and slope instability: some investigations in the carbonate Apennine of Campania (southern Italy)*. In: Parise M. & Gunn J. (eds), *Natural and Anthropogenic Hazards in Karst areas: Recognition, Analysis and Mitigation*. Geological Society of London, Special Publication, **279**, 59-72.

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

| | | | | | | |
|---|--|------------------|----------------|-------------------------|----------|---------------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | 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 | | | | | |
| | INTERCONNESSIONI NORD SU LS ROMA-NAPOLI VIA CASSINO | | | | | |
| RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA | COMMESSA IF0F | LOTTO 04 D 69 | CODIFICA RG | DOCUMENTO GE0001 001 | REV A | FOGLIO 93 di 100 |

Scandone R., Bellucci F., Lirer L. & Rolandi G. (1991) - *The structure of the Campania Plain and the activity of the Neapolitan volcanoes (Italy)*. Journal of Volcanology and Geothermal Research, **48**, 1-31.

Scarsella (1971) - Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100000. Foglio 172 Caserta. Servizio Geologico d'Italia.

Scesi L., Papini M. & Gattinoni P. (2003) - *Geologia applicata*. Casa Editrice Ambrosiana.

Scherillo A., Franco E., Di Girolamo P. & Stanzione D. (1966) - *Guida alle forme crateriche della Campania settentrionale*. Atti dell'Accademia Pontiniana, **15**, 49-52.

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.

Servizio Geologico d'Italia (1971) - *Carta geologica d'Italia: Foglio 172 (Caserta)*. Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato. Stucchi M., Camassi R., Rovida A., Locati M., Ercolani E., Meletti C., Migliavacca P., Bernardini F. & Azzaro R. (2007) - *DBMI04, il Database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del catalogo parametrico CPTI04*.

Tanzini M. (2001) - *Gallerie: Aspetti geotecnici nella progettazione e costruzione*. Dario Flaccovio Editore. Tanzini M. (2002) - *L'indagine geotecnica*. Dario Flaccovio Editore.

Torre M., Di Nocera S. & Ortolani F. (1988) - *Evoluzione post-tortoniana dell'Appennino meridionale*. Memorie della Società Geologica Italiana, **41**, 47-56.

Tucker M.E. (1996) - *Rocce sedimentarie. Guida alla descrizione sugli affioramenti rocciosi*. Dario Flaccovio Editore.

Valensise G. & D'Addezio G. (1994) - *Il contributo della geologia di superficie all'identificazione delle strutture sismogenetiche della Piana di Gioia Tauro*. ING Publications, **559**, 34 pp.

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

Vallario A. (1992) - *Frane e territorio. Le frane nella morfogenesi dei versanti e nell'uso del territorio*. Liguori Editore.

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.

Varnes D.J. (1978) - *Slope movement types and processes*. Special Report 176, National Academy of Sciences, Washington. Venisti N., Calcagnile G., Del Gaudio V. & Pierri P. (2004) - *Combined analysis of seismic and gravimetric data in Adriatic plate. Physics of the Earth and Planetary Interiors*, **142**, 89-100.

Venturini G., Damiano A., Dematteis A., Delle Piane L., Fontan D., Martinotti G. & Perello P. (2001) - L'importanza dell'affidabilità del Modello Geologico di Riferimento negli studi per il tunneling. *Geoitalia 2001 3° Forum Italiano di Scienze della Terra –FIST*, Chieti, 5-8 settembre, 426-427.

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.



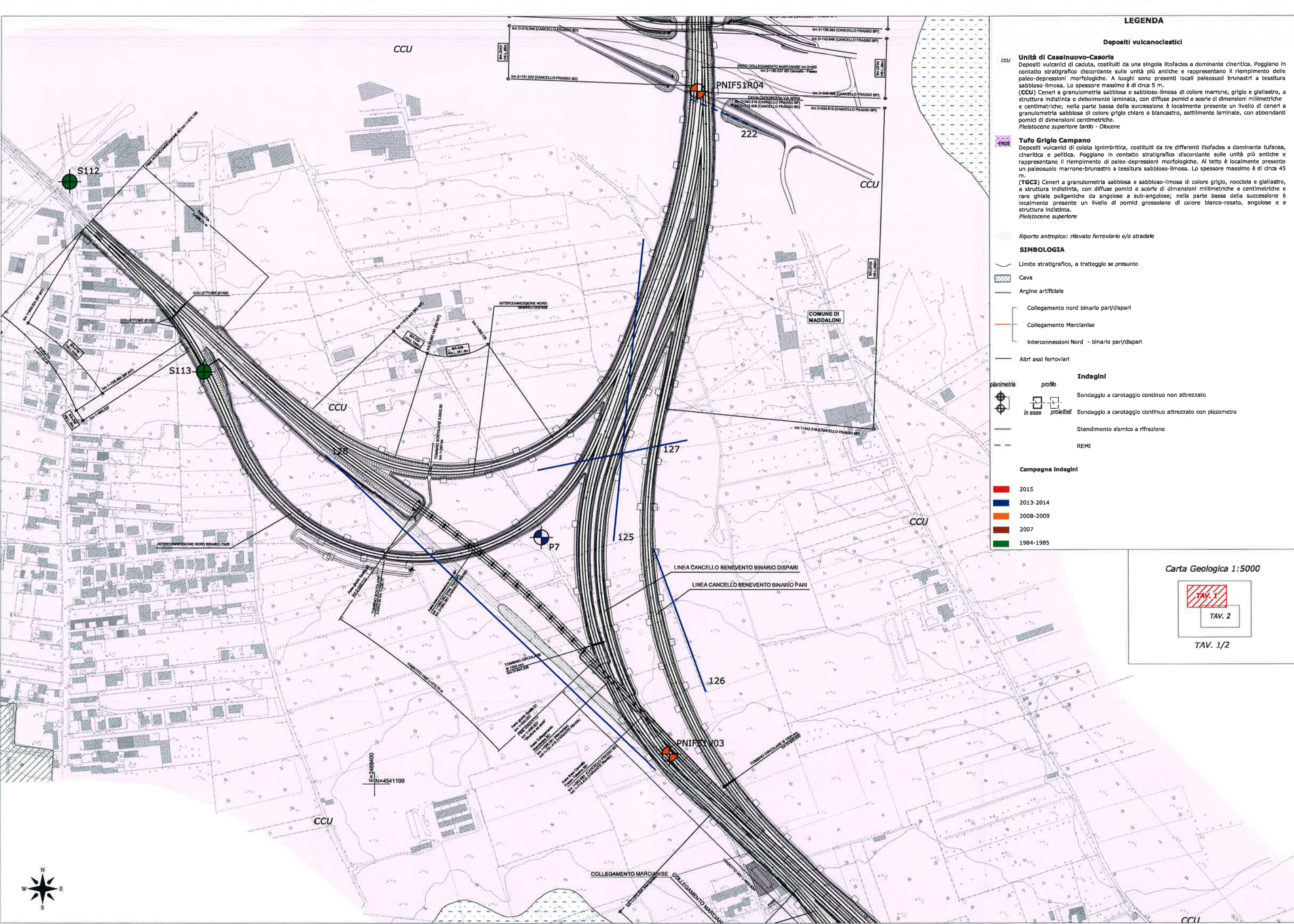
ITINERARIO NAPOLI-BARI.
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO.
I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE
ALLA LINEA ROMA NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI

INTERCONNESSIONI NORD SU LS ROMA-NAPOLI VIA CASSINO

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA
ED IDROGEOLOGICA

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|---------|----------|------------|------|-----------|
| IF0F | 04 D 69 | RG | GE0001 001 | A | 95 di 100 |

Appendice 1 – Carta Geologica – Scala 1:5000



LEGENDA

Depositi vulcanoclastici

CCU
Unità di Casalnuovo-Casoria
 Depositi vulcanici di caduta, costituiti da una singola litofacies a dominante cineritica. Poggiano in contatto stratigrafico discordante sulle unità più antiche e rappresentano il riempimento delle paleo-depressioni morfologiche. A luoghi sono presenti locali paleosuoli brunastri a tessitura sabbioso-limoso. Lo spessore massimo è di circa 5 m.
(CCU) Ceneri a granulometria sabbiosa e sabbioso-limoso di colore marrone, grigio e giallastro, a struttura indistinta o debolmente laminata, con diffuse pomid e scorie di dimensioni millimetriche e centimetriche; nella parte bassa della successione è localmente presente un livello di ceneri a granulometria sabbiosa di colore grigio chiaro e biancastro, sottilmente laminato, con abbondanti pomid di dimensioni centimetriche.
Pleistocene superiore tardo - Olocene

TG2
Tufo Grigio Campano
 Depositi vulcanici di colata ignimbritica, costituiti da tre differenti litofacies a dominante tuffacea, cineritica e peltica. 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-limoso. Lo spessore massimo è di circa 45 m.
(TG2) Ceneri a granulometria sabbiosa e sabbioso-limoso di colore grigio, nocciola e giallastro, a struttura indistinta, con diffuse pomid 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 pomid grossolane di colore bianco-rosato, angolose e a struttura indistinta.
Pleistocene superiore

Riporto antropico: rilevato ferroviario e/o stradale

SIMBOLOGIA

- Limite stratigrafico, a tratteggio se presunto
- Cava
- Argine artificiale
- Collegamento nord binario pari/dispari
- Collegamento Marciianise
- Interconnessioni Nord - binario pari/dispari
- Altri assi ferroviari

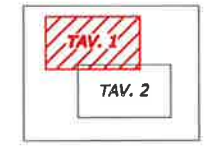
Indagini

- planimetria
- profilo
- Sondaggio a carotaggio continuo non attrezzato
- Sondaggio a carotaggio continuo attrezzato con piezometro
- Stendimento sismico a rifrazione
- REMI

Campagna Indagini

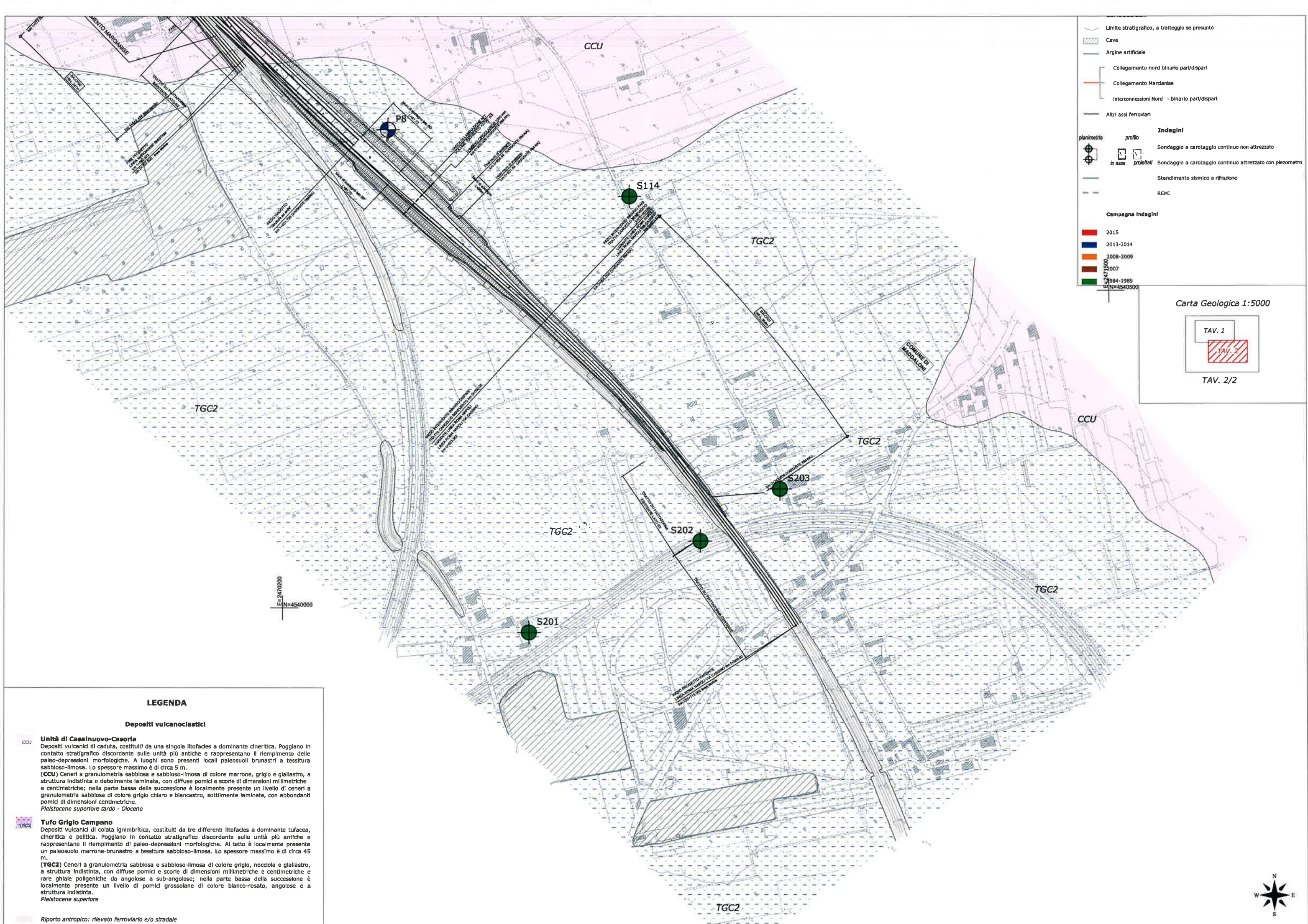
- 2015
- 2013-2014
- 2008-2009
- 2007
- 1984-1985

Carta Geologica 1:5000



TAV. 1/2





--- Limite stratigrafico, a tratteggio se presunto
 [diagonal lines] Cava
 --- Argine artificiale
 --- Collegamento nord binario par/dispari
 --- Collegamento Marcanise
 --- Interconnessioni Nord - binario par/dispari
 --- Altri assi ferroviari

Indagini
 [circle with cross] Sondaggio a carotaggio continuo non attrezzato
 [circle with cross] in asse [circle with cross] progettati Sondaggio a carotaggio continuo attrezzato con piezometro
 --- Stendimento sismico a rifrazione
 --- REMI

Campagna Indagini
 [red] 2015
 [blue] 2013-2014
 [orange] 2008-2009
 [brown] 2007
 [green] 1984-1985
 [green] 1947-1950
 [green] 1944-1950

Carta Geologica 1:5000

TAV. 1

TAV. 2/2

LEGENDA

Depositi vulcanoclastici

CCU
Unità di Casanuovo-Casoria
 Depositi vulcanici di caduta, costituiti da una singola litofaces a dominante cineritica. Poggiano in contatto stratigrafico discordante sulle unità più antiche e rappresentano il riempimento delle paleo-depressioni morfologiche. A luoghi sono presenti locali paleosuoli brunastri a tessitura sabbioso-limosa. Lo spessore massimo è di circa 5 m.
(CCU) Ceneri a granulometria sabbiosa e sabbioso-limosa di colore marrone, grigio e giallastro, a struttura indistinta o debolmente laminata, con diffuse pomice e scorie di dimensioni millimetriche e centimetriche; nella parte bassa della successione è localmente presente un livello di ceneri a granulometria sabbiosa di colore grigio chiaro e biancastro, sottilmente laminata, con abbondanti pomice di dimensioni centimetriche.
Pleistocene superiore tardo - Olocene

TGC2
Tufo Grigio Campano
 Depositi vulcanici di colata ignimbritica, costituiti da tre differenti litofaces a dominante tufacea, cineritica e peltica. 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. Lo spessore massimo è di circa 45 m.
(TGC2) Ceneri 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 ghiaie 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.
Pleistocene superiore

Ripporto antropico: rilevato ferroviario e/o stradale





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

INTERCONNESSIONI NORD SU LS ROMA-NAPOLI VIA CASSINO

**RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA
ED IDROGEOLOGICA**

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|---------|----------|------------|------|-----------|
| IF0F | 04 D 69 | RG | GE0001 001 | A | 96 di 100 |

Appendice 2 – Profili geologico-tecnici - Scala 1:500 / 1:5000

LEGENDA

Depositi vulcanoclastici

CCU

Unità di Casalnuovo-Casoria

Depositi vulcanici di caduta, costituiti da una singola litofacies a dominante cineritica. Poggiano in contatto stratigrafico discordante sulle unità più antiche e rappresentano il riempimento delle paleo-depressioni morfologiche. A luoghi sono presenti locali paleosuoli brunastri a tessitura sabbioso-limosa. Lo spessore massimo è di circa 5 m.

(CCU) Ceneri a granulometria sabbiosa e sabbioso-limosa di colore marrone, grigio e giallastro, a struttura indistinta o debolmente laminata, con diffuse pomici e scorie di dimensioni millimetriche e centimetriche; nella parte bassa della successione è localmente presente un livello di ceneri a granulometria sabbiosa di colore grigio chiaro e biancastro, sottilmente laminate, con abbondanti pomici di dimensioni centimetriche.

Pleistocene superiore tardo - Olocene

TGC1

Tufo Grigio Campano

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. Lo spessore massimo è di circa 45 m.

(TGC1) Tufi lapidei di colore grigio, grigio-violaceo e grigio-nocciola, a struttura massiva, con diffuse pomici 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 pomici e scorie di dimensioni millimetriche e centimetriche.

(TGC2) Ceneri a granulometria sabbiosa e sabbioso-limosa di colore grigio, nocciola e giallastro, a struttura indistinta, con diffuse pomici 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 pomici grossolane di colore bianco-rosato, angolose e a struttura indistinta.

Pleistocene superiore

MDL2

Unità di Maddaloni

Depositi 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 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.

(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 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 rinvenivano sottili livelli torbosi di colore nerastro e intercalazioni di limi argillosi grigi e marroni.

Pleistocene inferiore - Pleistocene superiore

SIMBOLOGIA

h Riporto antropico: rilevato ferroviario e/o stradale

Sondaggi

profilo



Campagna indagini

2015



2013-2014



2008-2009



2007



1984-1985



Schema sondaggio in profilo

Riporto



Sabbie e limi



Suolo

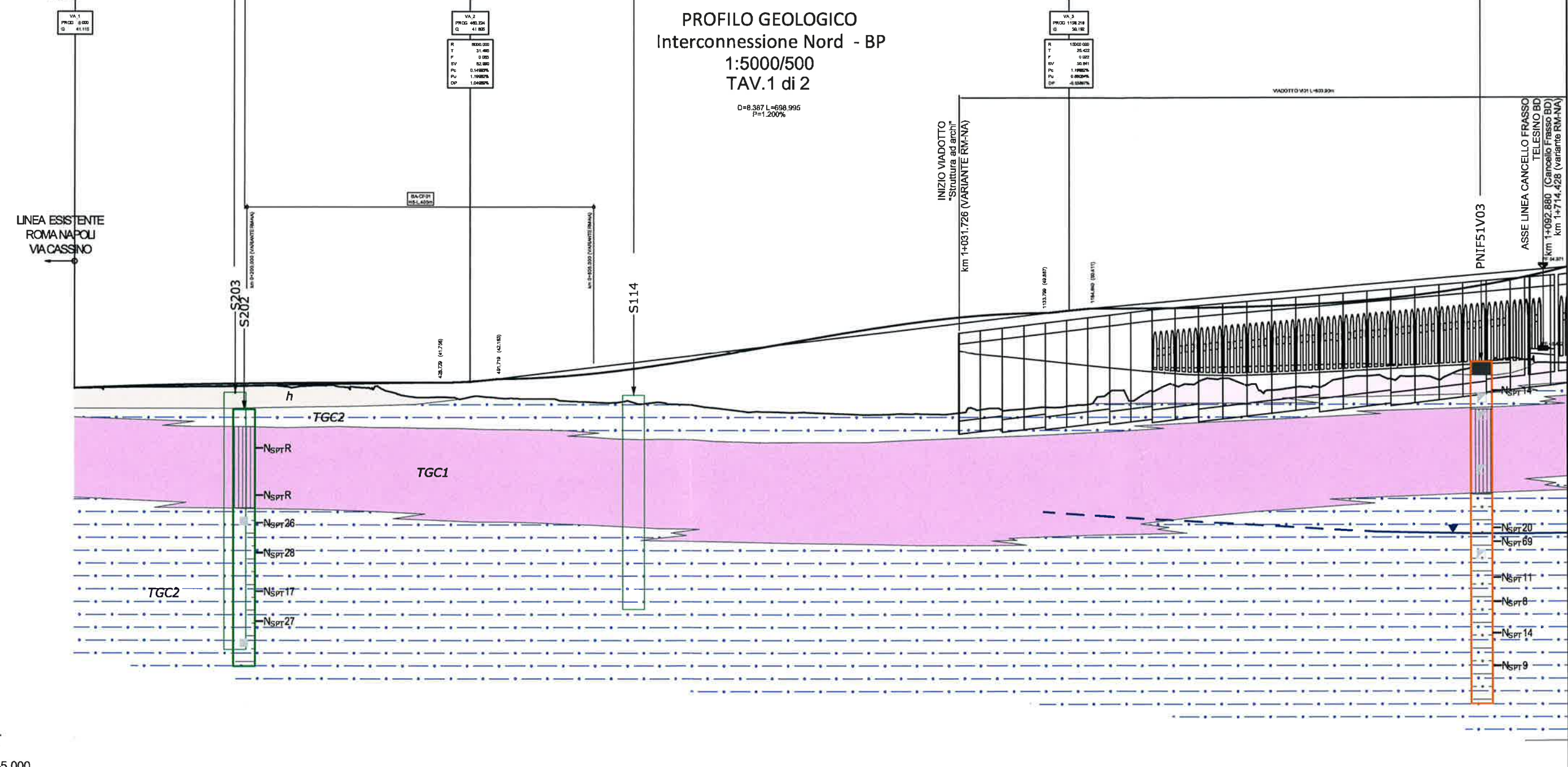


Tufi lapidei



| | | | | |
|----------|-------------------------------------|--------------|--------|-----------------|
| Indagini | Sigla | S203 S202 | S114 | PNIF51V03 |
| | Strumentazione | n.a. n.a. | n.a. | piezometro |
| | Quota (m s.l.m.) | 40.10 38.14 | 41.73 | 43.86 |
| | Distanza di proiezione (m) | 103 dx 46 sx | 234 dx | 11 sx |
| | Livello piezometrico max (m s.l.m.) | | | 24.11 (02/2009) |

* misura in fase di perforazione



1:500
1:5000
Q.RIF. -5.000

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|---|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----|
| No. 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 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | |
| QUOTE TERRENO | 41.15 | 41.268 | 41.286 | 41.296 | 41.330 | 41.219 | 41.432 | 41.390 | 40.944 | 38.868 | 38.817 | 38.859 | 38.434 | 38.078 | 38.232 | 38.743 | 38.347 | 38.078 | 38.853 | 38.957 | 38.200 | 38.638 | 38.820 | 38.875 | 40.144 | 40.584 | 42.094 | 42.485 | 41.208 | 42.485 | 42.485 | 42.442 | 43.830 | 44.415 | | |
| QUOTE PROGETTO | 41.15 | 41.180 | 41.285 | 41.340 | 41.415 | 41.480 | 41.565 | 41.640 | 41.715 | 41.857 | 42.282 | 42.852 | 43.619 | 44.032 | 44.652 | 45.282 | 45.852 | 46.552 | 47.052 | 47.652 | 48.252 | 48.852 | 49.452 | 50.072 | 50.543 | 50.873 | 51.404 | 52.295 | 52.695 | 53.125 | 53.556 | 54.117 | 54.647 | 54.847 | | |
| DIFFERENZA DI QUOTA | 0.00 | -0.08 | 0.00 | 0.04 | 0.06 | 0.27 | 0.11 | 0.28 | 1.67 | 1.69 | 2.37 | 3.02 | 4.19 | 4.80 | 5.45 | 6.54 | 7.53 | 8.21 | 9.00 | 9.62 | 10.21 | 10.45 | 10.25 | 10.85 | 11.20 | 10.39 | 9.87 | 9.74 | 11.41 | 11.49 | 10.63 | 11.54 | 10.49 | 10.43 | | |
| DISTANZE PARZIALI | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 55.377 | 44.623 | 50.000 | 61.435 | 38.565 | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 31.724 | 48.275 | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 50.000 | |
| DISTANZE PROGRESSIVE | 0.000 | 50.000 | 100.000 | 150.000 | 200.000 | 250.000 | 300.000 | 350.000 | 400.000 | 456.377 | 501.000 | 562.435 | 601.000 | 639.565 | 689.565 | 739.565 | 789.565 | 839.565 | 889.565 | 939.565 | 971.289 | 1019.564 | 1069.564 | 1119.564 | 1169.564 | 1219.564 | 1269.564 | 1319.564 | 1369.564 | 1419.564 | 1469.564 | 1519.564 | 1569.564 | 1619.564 | 1669.564 | |
| ETTOMETRICHE | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 |
| ANDAMENTO PLANIMETRICO | [Diagram showing planimetric alignment with various curves and distances] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DPQIMPQIGPQ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LCIDCIBCIBIM | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GMR | 9.2 \ 4.5 \ 3.7 0.75 \ 0.00 \ 0.00 \ 1 7.93 BUONO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

PNIF51V03

P7

S113

piezometro

piezometro

n.a.

43.86

47.37

50.90

11 sx

85 dx

43 sx

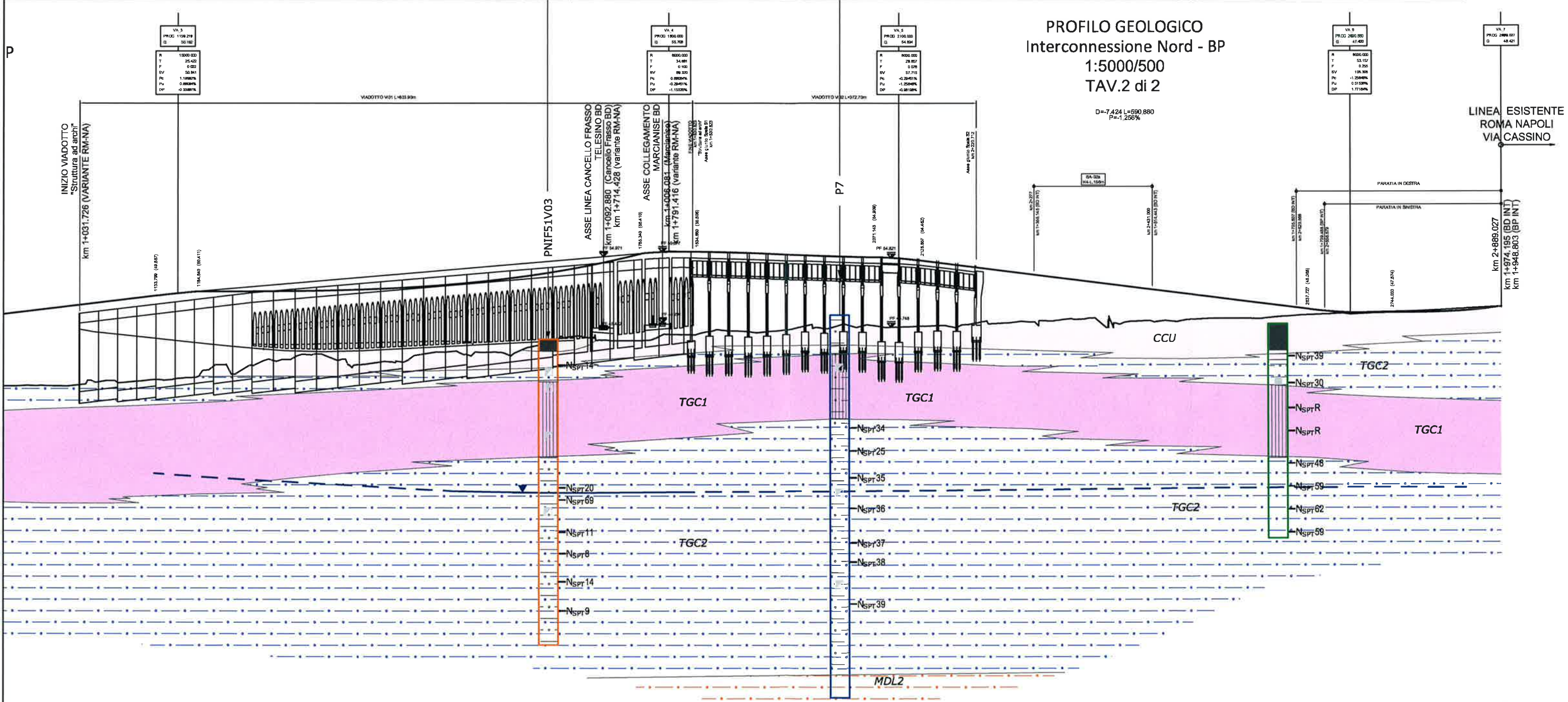
24.11
(02/2009)

distrutto
(09/2014)

PROFILO GEOLOGICO Interconnessione Nord - BP 1:5000/500 TAV.2 di 2

D=-7.424 L=690.880

P=-1.255%

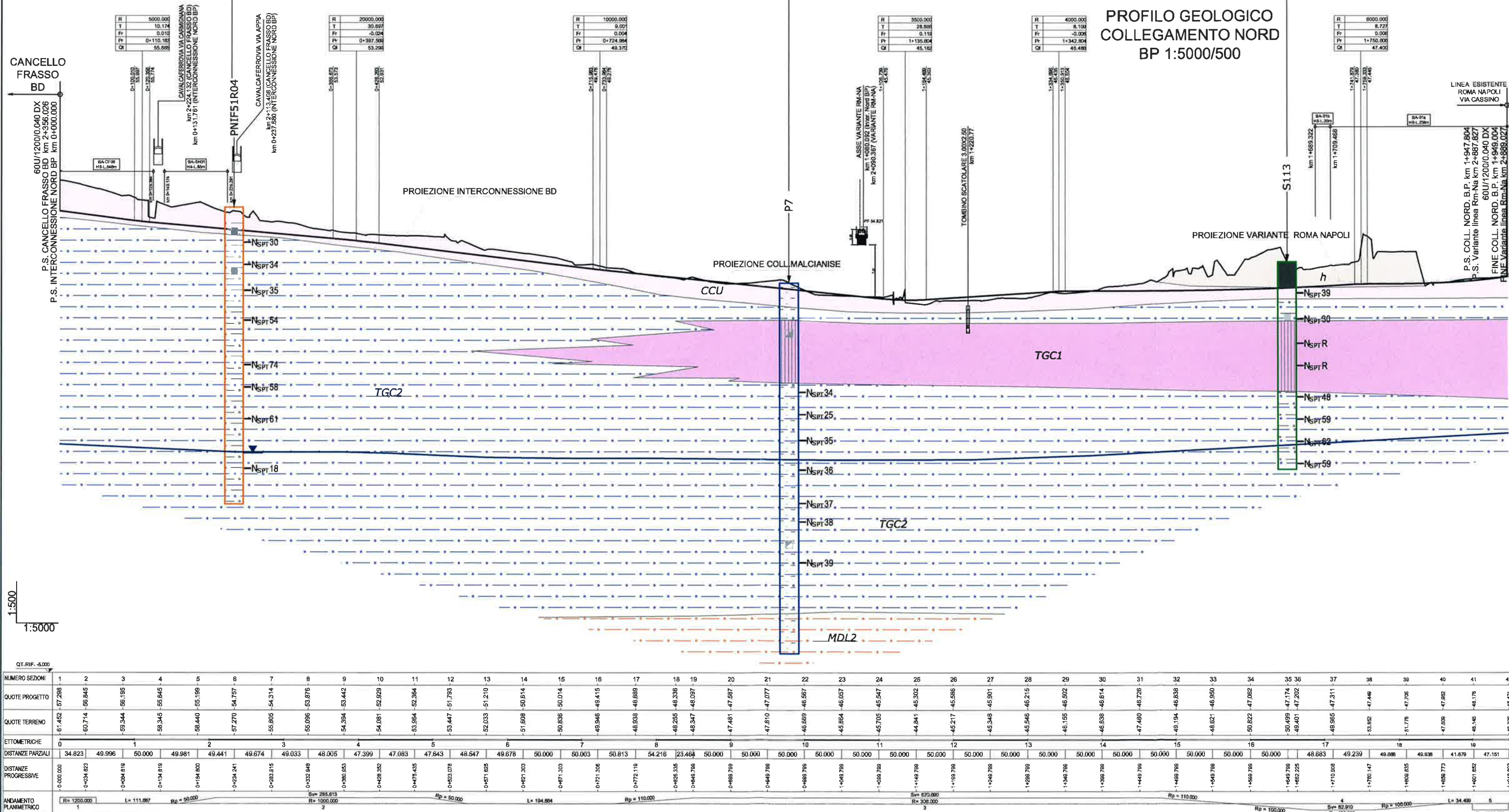


| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|--------|--------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 |
| 9.92 | 47.692 | 38.053 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.21 | 48.281 | 38.087 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.45 | 48.852 | 38.208 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.25 | 48.881 | 38.636 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.86 | 49.481 | 38.620 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11.20 | 50.072 | 38.875 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.40 | 50.543 | 40.144 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.39 | 50.873 | 42.594 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.87 | 51.404 | 41.532 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.74 | 51.834 | 42.254 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11.41 | 52.285 | 43.887 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11.49 | 52.665 | 41.226 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.63 | 53.128 | 42.495 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11.09 | 53.556 | 42.468 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11.54 | 53.896 | 42.442 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.49 | 54.417 | 43.832 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.43 | 54.647 | 44.415 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11.29 | 55.277 | 43.987 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.82 | 55.608 | 44.298 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.43 | 55.581 | 45.133 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.25 | 55.413 | 45.183 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.92 | 55.285 | 43.349 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.52 | 55.119 | 45.650 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.15 | 54.872 | 45.821 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.99 | 54.795 | 45.761 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.25 | 54.106 | 44.840 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.29 | 53.988 | 46.200 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.00 | 53.397 | 46.285 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.56 | 52.940 | 46.384 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.34 | 46.408 | 52.831 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.48 | 46.893 | 52.189 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.16 | 46.383 | 51.519 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.33 | 46.547 | 50.878 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.76 | 46.688 | 50.244 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.73 | 46.894 | 49.614 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.11 | 46.874 | 48.984 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.13 | 47.223 | 48.354 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.32 | 47.470 | 47.786 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| -0.04 | 47.650 | 47.610 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| -0.06 | 47.781 | 47.754 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.04 | 47.584 | 47.662 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.03 | 48.151 | 48.178 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.03 | 48.382 | 48.421 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

9.2 \ 4.5 \ 3.7
0.75 \ 0.00 \ 0.00 \ 1
7.93 BUONO

| | | | | |
|----------|-------------------------------------|-----------------|---------------------|---------|
| Indagini | Sigla | PNIF51R04 | P7 | S113 |
| | Strumentazione | piezometro | piezometro | n.a. |
| | Quota (m s.l.m.) | 57.93 | 47.37 | 50.90 |
| | Distanza di proiezione (m) | in asse | 18.00 sx | in asse |
| | Livello piezometrico max (m s.l.m.) | 26.21 (02/2009) | distrutto (09/2014) | |

* misura in fase di perforazione

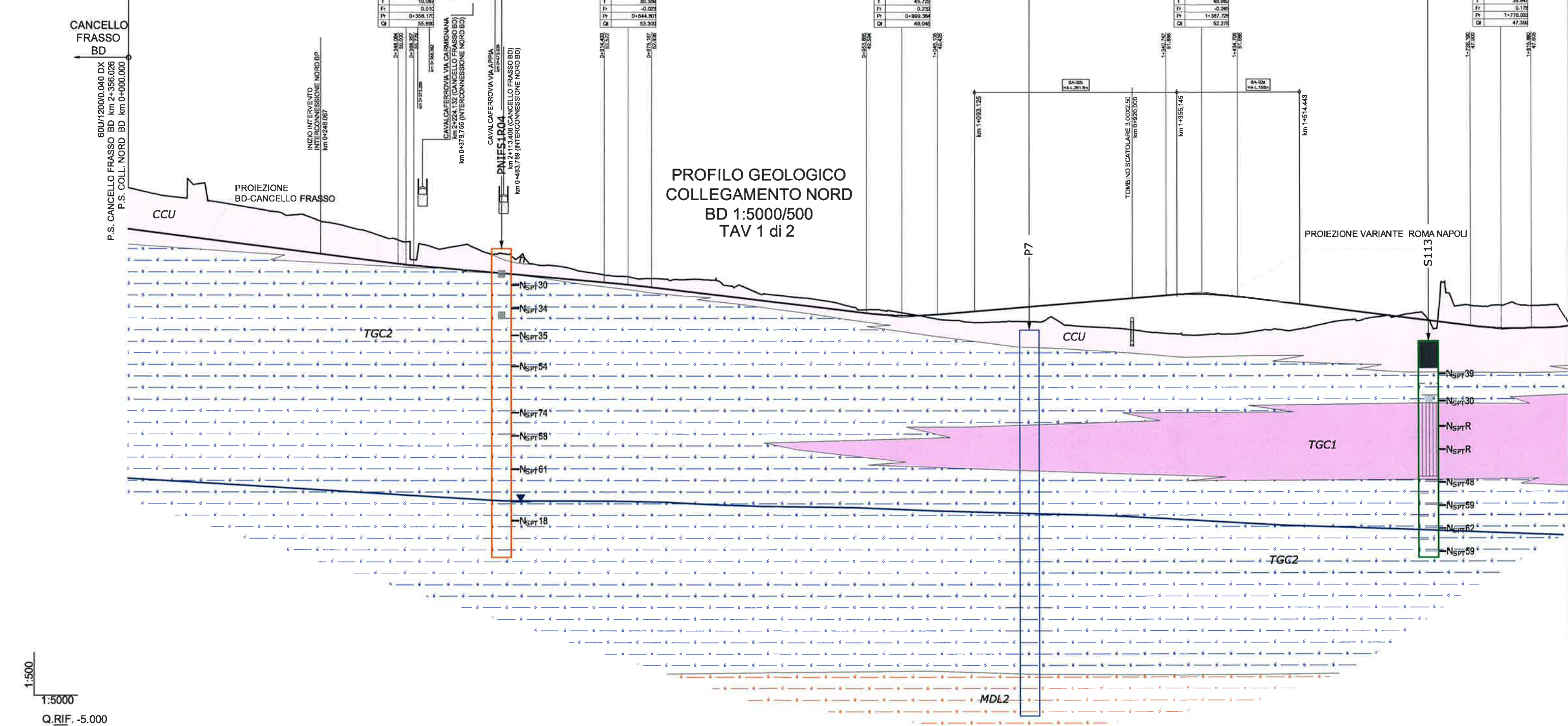


9.2 \ 4.5 \ 3.7
0.75 \ 0.00 \ 0.00 \ 1
7.93 BUONO

| | |
|-----------------|--|
| DPQ\MPQ\GPQ | |
| LC\DC\B\C\B\I\M | |
| GMR | |

| | | | | |
|-----------------|-------------------------------------|-----------------|---------------------|-------|
| Indagini | Sigla | PNIF51R04 | P7 | S113 |
| | Strumentazione | piezometro | piezometro | n.a. |
| | Quota (m s.l.m.) | 57.93 | 47.37 | 50.90 |
| | Distanza di proiezione (m) | In asse | 123 sx | 54 sx |
| | Livello piezometrico max (m s.l.m.) | 26.21 (02/2009) | distrutto (09/2014) | |

* misura in fase di perforazione



| NUMERO 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 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 |
|------------------------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----|
| QUOTE PROGETTO | -60.225 | -60.095 | -59.445 | -58.795 | -58.145 | -57.494 | -56.846 | -56.196 | -55.547 | -54.756 | -54.114 | -53.877 | -53.443 | -52.532 | -52.289 | -51.799 | -51.217 | -50.521 | -50.023 | -49.452 | -48.276 | -49.466 | -50.298 | -50.714 | -51.130 | -51.546 | -51.963 | -52.380 | -52.797 | -53.214 | -53.631 | -54.048 | -54.465 | -54.882 | -55.299 | -55.716 | -56.133 | | |
| QUOTE TERRENO | -65.887 | -65.085 | -65.288 | -63.714 | -62.813 | -62.101 | -60.809 | -59.357 | -58.453 | -57.303 | -55.804 | -55.074 | -54.398 | -54.082 | -53.945 | -53.190 | -52.000 | -51.557 | -50.838 | -50.043 | -49.533 | -48.731 | -48.521 | -47.759 | -47.395 | -46.899 | -46.522 | -45.081 | -44.277 | -43.448 | -42.839 | -42.323 | -41.807 | -41.291 | -40.775 | -40.259 | -40.149 | -40.038 | |
| ETTOMETRICHE | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DISTANZE PARZIALI | 33.047 | 49.995 | 50.000 | 50.009 | 50.071 | 49.908 | 49.951 | 50.000 | 49.906 | 49.256 | 49.476 | 48.837 | 47.813 | 47.209 | 46.895 | 47.481 | 48.527 | 49.660 | 49.820 | 49.333 | 32.806 | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 50.000 | |
| DISTANZE PROGRESSIVE | 0+000.000 | 0+033.047 | 0+083.042 | 0+133.042 | 0+183.051 | 0+233.122 | 0+283.030 | 0+332.881 | 0+382.881 | 0+432.887 | 0+482.143 | 0+531.619 | 0+580.458 | 0+629.269 | 0+678.079 | 0+726.873 | 0+775.654 | 0+824.441 | 0+873.211 | 0+921.972 | 0+970.726 | 1+019.476 | 1+068.226 | 1+116.976 | 1+165.726 | 1+214.476 | 1+263.226 | 1+311.976 | 1+360.726 | 1+409.476 | 1+458.226 | 1+506.976 | 1+555.726 | 1+604.476 | 1+653.226 | 1+701.976 | 1+750.726 | 1+799.476 | |
| ANDAMENTO PLANIMETRICO | <p> $R=12500$ $L=117.897$ $R_p=49000$ $S_v=53.878$ $R=250000$ $R_p=20000$ $R=20000$ $L=118.998$ $R_p=49000$ $S_v=53.878$ $R=250000$ $R_p=20000$ $R=300000$ $L=50.818$ $R_p=110000$ $S_v=483.258$ $R=300000$ $R_p=20000$ $R=110000$ $L=70.585$ $R_p=20000$ $S_v=51.970$ $R=250000$ $R_p=20000$ $R=20000$ $L=78.570$ $R_p=20000$ $S_v=88.488$ $R=320000$ $R_p=20000$ </p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

DPQIMPQIGPQ 9.2 \ 4.5 \ 3.7

LCDCBCBIM 0.75 \ 0.00 \ 0.00 \ 1

GMR 7.93 BUONO

PNIF51R04

P7

S113

piezometro

piezometro

n.a.

57.93

47.37

50.90

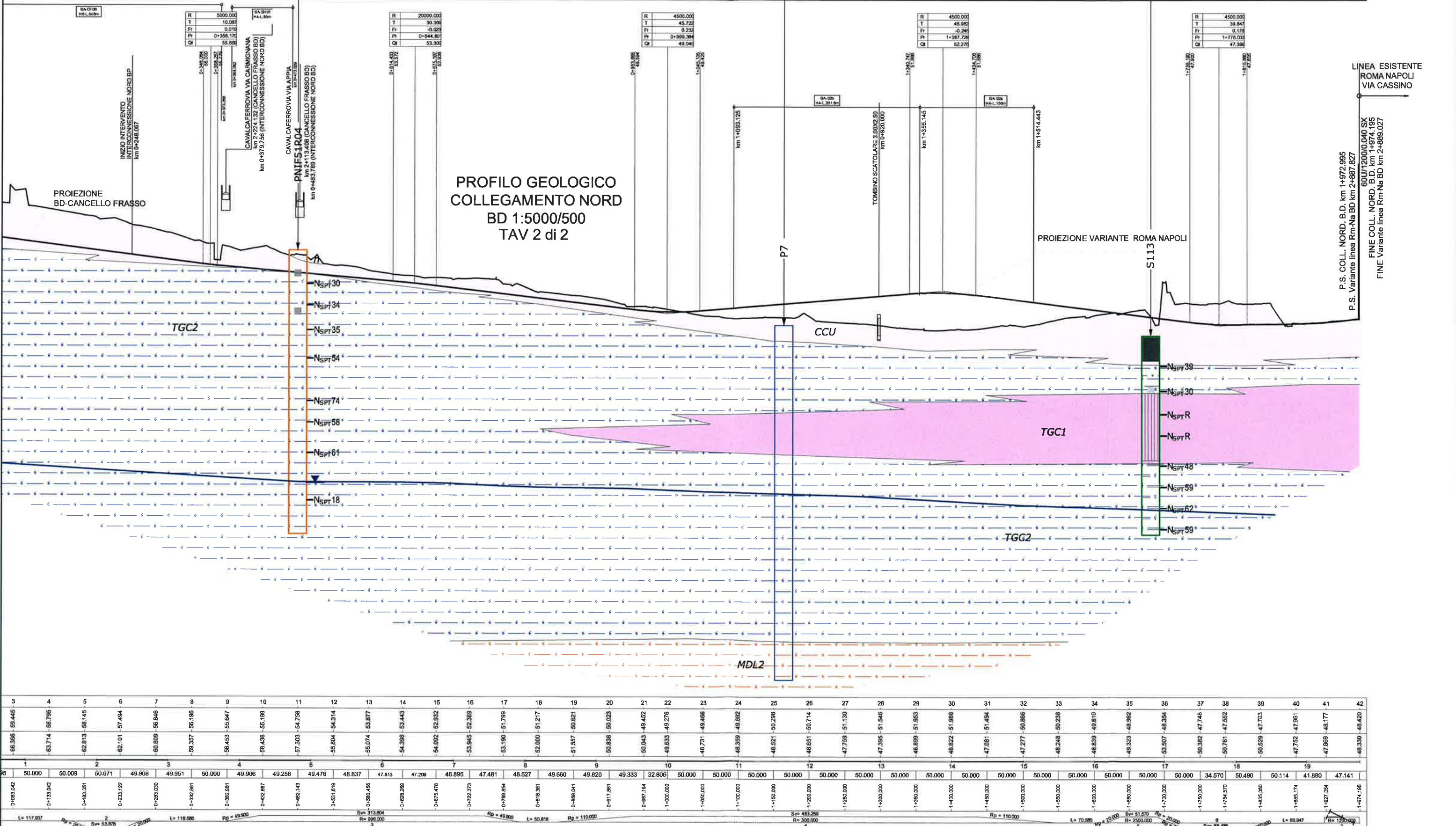
In asse

123 sx

54 sx

26.21
(02/2009)

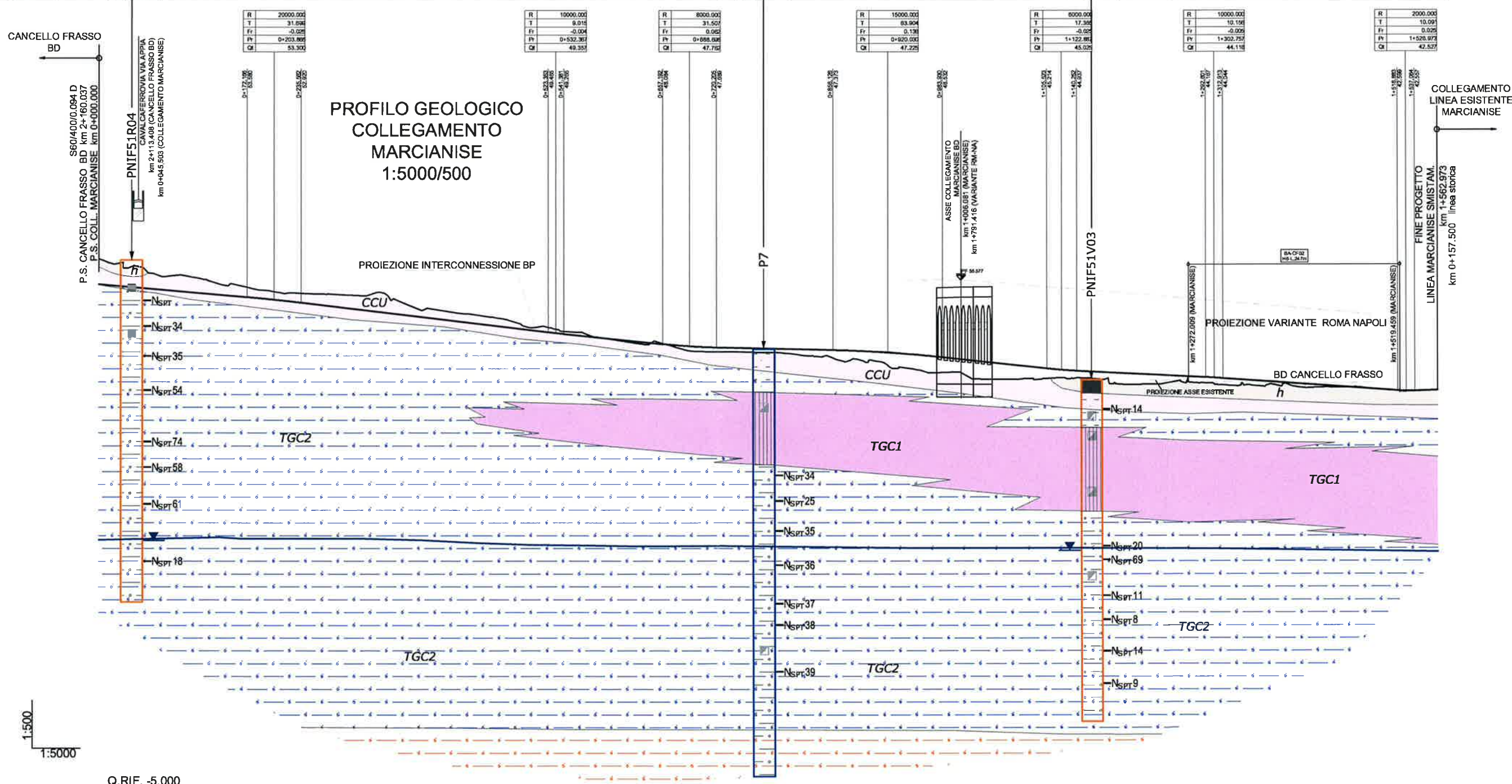
distrutto
(09/2014)



PROFILO GEOLOGICO
COLLEGAMENTO NORD
BD 1:5000/500
TAV 2 di 2

9.2 \ 4.5 \ 3.7
0.75 \ 0.00 \ 0.00 \ 1
7.93 BUONO

| | | | | |
|----------|-------------------------------------|-----------------|---------------------|-----------------|
| Indagini | Sigla | PNIF51R04 | P7 | PNIF51V03 |
| | Strumentazione | piezometro | piezometro | piezometro |
| | Quota (m s.l.m.) | 57.93 | 47.37 | 43.86 |
| | Distanza di proiezione (m) | in asse | 65 dx | 17 sx |
| | Livello piezometrico max (m s.l.m.) | 26.21 (02/2009) | distrutto (09/2014) | 24.11 (02/2009) |



| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| NUMERO 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 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | |
| QUOTE PROGETTO | 56.101 | 54.755 | 54.314 | 53.877 | 53.443 | 52.927 | 52.396 | 51.781 | 51.198 | 50.601 | 50.001 | 49.403 | 48.876 | 48.320 | 47.798 | 47.163 | 46.473 | 45.990 | 45.422 | 44.777 | 44.146 | 44.789 | 44.510 | 44.246 | 43.937 | 43.577 | 43.223 | 42.871 | 42.635 | 42.638 | |
| QUOTE TERRENO | 58.090 | 57.203 | 56.125 | 55.148 | 54.398 | 54.040 | 53.683 | 54.083 | 52.155 | 51.618 | 50.824 | 49.889 | 48.889 | 48.074 | 47.255 | 47.149 | 46.850 | 45.384 | 44.782 | 43.959 | 44.084 | 43.913 | 43.345 | 43.552 | 43.154 | 43.138 | 42.997 | 42.508 | 42.600 | 42.638 | |
| ETTOMETRICHE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DISTANZE PARZIALI | 30.141 | 49.805 | 49.486 | 49.507 | 47.801 | 47.558 | 47.903 | 48.587 | 49.878 | 50.000 | 50.003 | 50.589 | 54.500 | 58.988 | 59.822 | 80.286 | 120.904 | 80.052 | 59.426 | 58.553 | 57.481 | 55.224 | 52.184 | 51.061 | 50.774 | 50.031 | 49.825 | 49.814 | 34.721 | | |
| DISTANZE PROGRESSIVE | 0+000.000 | 0+036.141 | 0+085.106 | 0+134.572 | 0+187.079 | 0+234.680 | 0+285.539 | 0+335.441 | 0+378.039 | 0+428.696 | 0+478.666 | 0+528.669 | 0+578.559 | 0+634.056 | 0+683.046 | 0+732.889 | 0+813.184 | 120.904 | 0+834.088 | 0+884.120 | 1+033.545 | 1+112.088 | 1+168.559 | 1+224.783 | 1+278.947 | 1+328.088 | 1+378.782 | 1+428.813 | 1+478.438 | 1+528.252 | 1+602.973 |
| ANDAMENTO PLANIMETRICO | <p>R=405.000 R=758.000 L=28.088 Rp=20.000 Sv=185.398 R=800.000 Rp=20.000 L=293.123 Rp=30.000 Sv=558.407 R=504.000 Rp=30.000 Sv=98.758 R=858.000 Rp=20.000 L=147.128 Rp=20.000 Sv=98.758 R=858.000 Rp=20.000 L=58.104</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DPQMPQIGPQ | 9.2 \ 4.5 \ 3.7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LCIDCIBCIBIM | 0.75 \ 0.00 \ 0.00 \ 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GMR | 7.93 BUONO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |



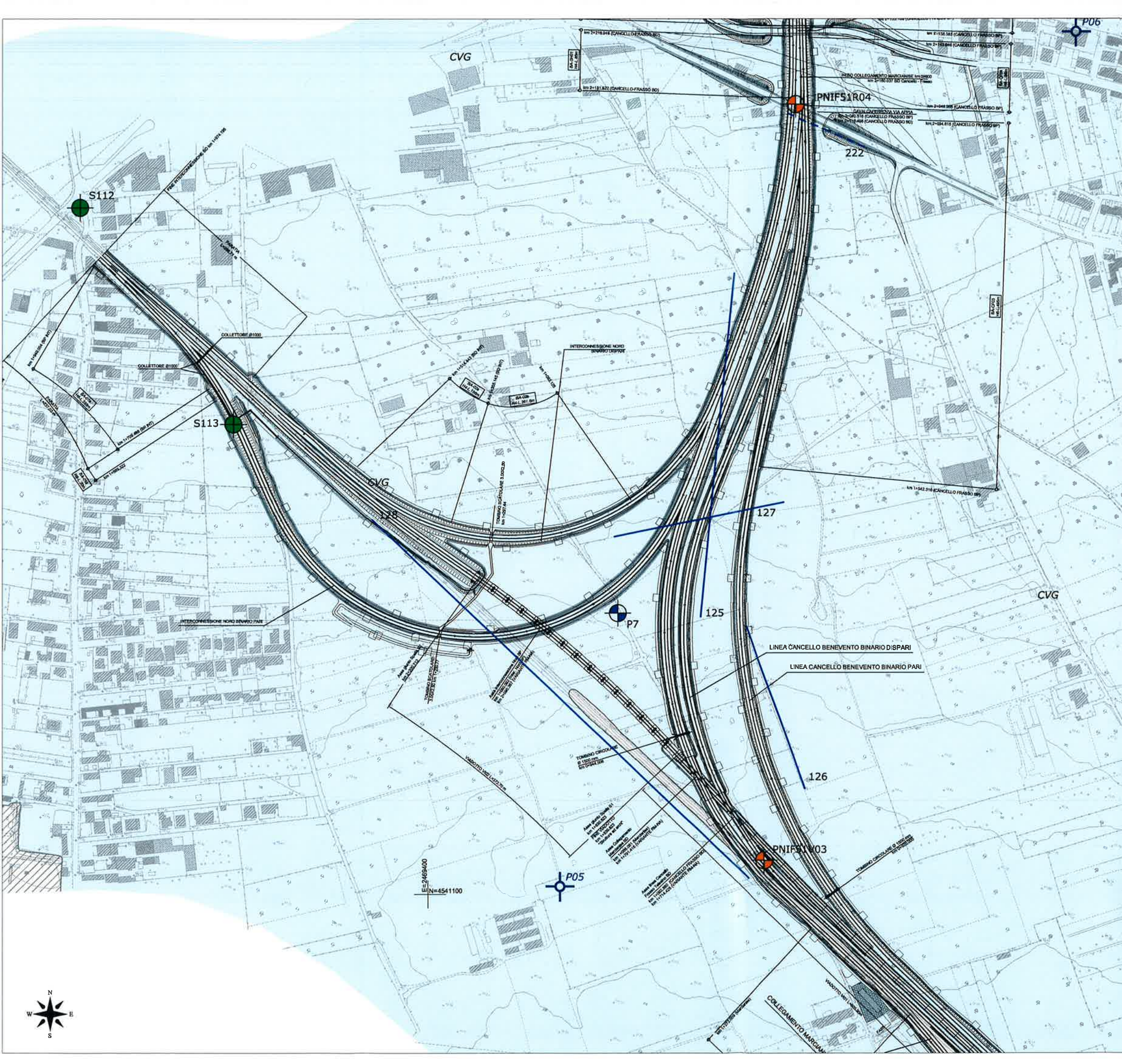
ITINERARIO NAPOLI-BARI.
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO.
I LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE
ALLA LINEA ROMA NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI

INTERCONNESSIONI NORD SU LS ROMA-NAPOLI VIA CASSINO

**RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA
ED IDROGEOLOGICA**

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|---------|----------|------------|------|-----------|
| IF0F | 04 D 69 | RG | GE0001 001 | A | 97 di 100 |

Appendice 3 – Carta Idrogeologica – Scala 1:5000



| COMPLESSO IDROGEOLOGICO | | TIPO DI PERMEABILITÀ | | | GRADO DI PERMEABILITÀ | | | | | |
|---|-----------------|----------------------|------------|-----------|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------|
| Descrizione | UNITÀ GEOLOGICA | TIPO DI PERMEABILITÀ | | | GRADO DI PERMEABILITÀ | | | | | |
| | | Porosa | Non porosa | Capillare | 10 ⁴ | 10 ³ | 10 ² | 10 ¹ | 10 ⁰ | Alto |
| <p>Complesso vulcanoclastico grossolano</p> <p>Coni e granulometria sabbiosa e sabbioso-argillosa a strutture indistinte o debolmente laminate, con diffuse porosità e scorie di dimensioni millimetriche e centimetriche e rare ghiaie poligoniche da angolare a sub-angolare; si legge il ritrovamento livelli di pomice grossolana, argillosa e a struttura indistinta, e paesaggi di coneti a granulometria sabbiosa, sottilmente laminate e con sboccioli porosi di dimensioni centimetriche; talora sono presenti paleosoli a tessitura sabbioso-argillosa.</p> <p>Costituiscono acquiferi porosi di media trasmissività, piuttosto eterogenei ed anisotropi; sono sede di falde libere di notevole risonanza, localmente frastive ma generalmente a deflusso unitario, spesso confinate verso l'alto dai terreni del complesso vulcanico-sabbioso e vulcanoclastico-fine. La permeabilità, esclusivamente per porosità, è variabile da bassa a media.</p> <p>Coefficiente di permeabilità: $1 \cdot 10^{-4} < k < 1 \cdot 10^{-2}$ m/s</p> | CCU TGC2 | | | | | | | | | |

SIMBOLOGIA

P05 Pozzo (cfr. ITDF 01 D69 RH GE0002 001)

Limite tra i complessi idrogeologici

Riparto entropico: rilevato ferroviario e/o stradale

Cava

Argine artificiale

Collegamento nord binario pari/dispari

Collegamento Meridionale

Interconnessioni Nord - binario pari/dispari

Altri assi ferroviari

Indagini

Sondaggio a carotaggio continuo non attrezzato
 Sondaggio a carotaggio continuo attrezzato con piezometro (misura piezometrica max espressa in metri s.l.m. e data di monitoraggio)

Campagna Indagini

- 2015
- 2013-2014
- 2008-2009
- 2007
- 1964-1985

Schema sondaggio in profilo

Pivote di permeabilità (P05)
 Livello piezometrico max
 Livello piezometrico min
 Piezometro a tubo aperto
 Piezometro di Casagrande

Carta Idrogeologica 1:5000

TAV. 1

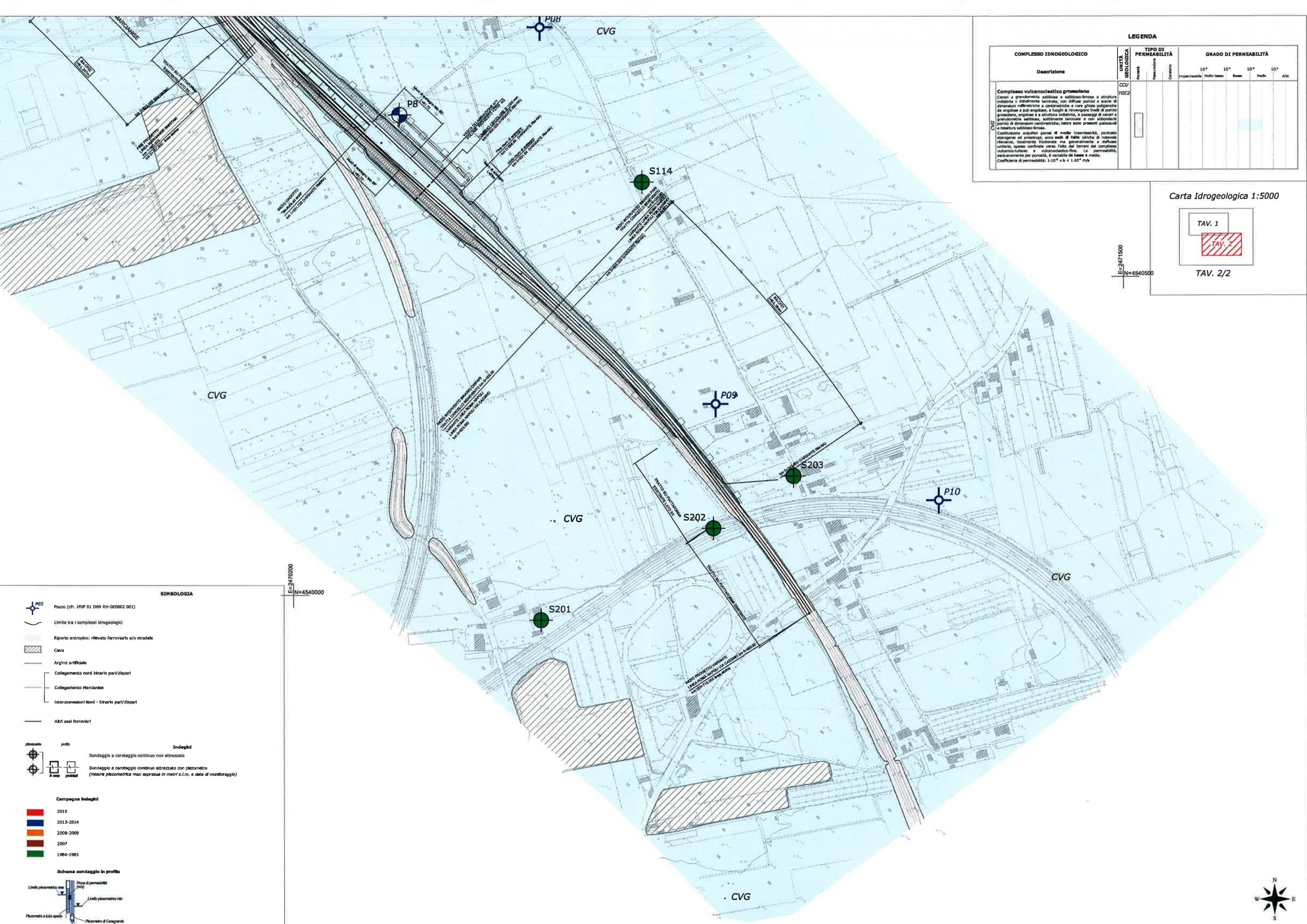
TAV. 2

TAV. 1/2



E: 2468400
N: 4541100

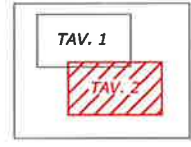
CVG



LEGENDA

| COMPLESSO IDROGEOLOGICO | DESCRIZIONE | UNITÀ GEOLOGICA | TIPO DI PERMEABILITÀ | | | GRADO DI PERMEABILITÀ | | | | | |
|-------------------------|---|-----------------|----------------------|--------------|--------|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--|
| | | | Porosità | Fessurazione | Canali | 10 ⁸ | 10 ⁷ | 10 ⁶ | 10 ⁵ | 10 ⁴ | |
| CCU | <p>Complesso vulcanoclastico gromolano Cerri a granulometria sabbiosa e sabbioso-limosa a struttura indistinta o debolmente laminata, con diffuse porosità e scorie di dimensioni millimetriche e centometriche e rare giacche poligonali da angolare a sub-angolare; a luoghi si ritrovano livelli di pomice granulare, angolare e a struttura indistinta, e passaggi di cerri a granulometria sabbiosa, sottilmente laminata e con abbondanti porosità di dimensioni centometriche; talora sono presenti paleocanali e fessure sabbioso-limose. Costituiscono acquiferi porosi di media trasmissività, piuttosto eterogenei ed anisotropi; sono sede di falde libiche di notevole rilevanza, localmente frastuose ma generalmente a diffuso unitario, spesso confinate verso l'alto dai terreni del complesso vulcanico-fufo e vulcanoclastico fine. La permeabilità, esclusivamente per porosità, è variabile da bassa a media. Coefficiente di permeabilità: $1 \cdot 10^{-4} < k < 1 \cdot 10^{-2}$ m/s</p> | CCU | | | | | | | | | |
| CCU | | | | | | | | | | | |

Carta Idrogeologica 1:5000



E=2471500
N=4540500

SIMBOLOGIA

- P05 Pozzo (cfr. I.P.F. 01 D69 RH GE0002 001)
- Limite tra i complessi idrogeologici
- Riparto antropico: rilevato ferroviario e/o stradale
- Cava
- Argine artificiale
- Collegamento nord binario pari/dispari
- Collegamento Mercantise
- Interconnessioni Nord - binario pari/dispari
- Altri assi ferroviari

Indagini

- Sondaggio a carotaggio continuo non attrezzato
- Sondaggio a carotaggio continuo attrezzato con piezometro (misura piezometrica max espressa in metri s.l.m. e data di monitoraggio)

Campagna indagini

- 2015
- 2013-2014
- 2008-2009
- 2007
- 1984-1985

Schema sondaggio in profilo



LEGENDA

| COMPLESSO IDROGEOLOGICO | | UNITÀ GEOLOGICA | TIPO DI PERMEABILITÀ | | | GRADO DI PERMEABILITÀ | | | | |
|-------------------------|--|-----------------|----------------------|--------------|----------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------|---------------------------|------|
| Descrizione | | | Porosità | Fessurazione | Carsismo | 10 ⁻⁹ Impermeabile | 10 ⁻⁷ Molto basso | 10 ⁻⁵ Basso | 10 ⁻³ Medio | Alto |
| CTF | <p>Complesso vulcanico-tufaceo</p> <p>Tufi lapidei a struttura massiva, con diffuse pomici e scorie di dimensioni millimetriche e centimetriche e subordinati cristalli e litici lavici; talora sono presenti paleosuoli a tessitura sabbioso-limosa.</p> <p>Costituiscono limiti di permeabilità per gli acquiferi giustapposti verticalmente o lateralmente e, nello specifico contesto idrogeologico di riferimento, rappresentano degli <i>acquitar</i> 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.</p> <p>Coefficiente di permeabilità: $1 \cdot 10^{-8} < k < 1 \cdot 10^{-6}$ m/s</p> | TGC1 | [] | [] | | | [] | | | |
| CVG | <p>Complesso vulcanoclastico grossolano</p> <p>Ceneri a granulometria sabbiosa e sabbioso-limosa a struttura indistinta o debolmente laminata, con diffuse pomici e scorie di dimensioni millimetriche e centimetriche e rare ghiaie poligeniche da angolose a sub-angolose; a luoghi si rinvengono livelli di pomici grossolani, angolose e a struttura indistinta, e passaggi di ceneri a granulometria sabbiosa, sottilmente laminate e con abbondanti pomici di dimensioni centimetriche; talora sono presenti paleosuoli a tessitura sabbioso-limosa.</p> <p>Costituiscono acquiferi porosi di media 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.</p> <p>Coefficiente di permeabilità: $1 \cdot 10^{-6} < k < 1 \cdot 10^{-4}$ m/s</p> | CCU TGC2 | [] | | | | [] | | | |
| CFG | <p>Complesso fluvio-lacustre grossolano</p> <p>Ghiaie poligeniche ed eterometriche, 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.</p> <p>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.</p> <p>Coefficiente di permeabilità: $1 \cdot 10^{-5} < k < 1 \cdot 10^{-2}$ m/s</p> | MDL2 | [] | | | | | [] | | |

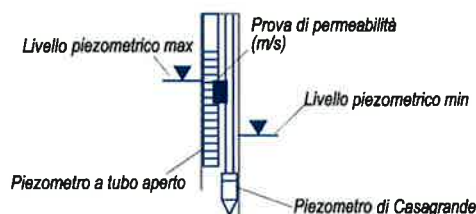
SIMBOLOGIA

- PO5 Pozzo (cfr. IF0F 01 D69 RH GE0002 001)
- Limite tra i complessi idrogeologici
- Riporto antropico: rilevato ferroviario e/o stradale
- Cava
- Argine artificiale

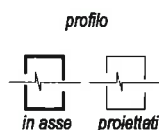
Campagna Indagini

- 2015
- 2013-2014
- 2008-2009
- 2007
- 1984-1985
-

Schema sondaggio in profilo



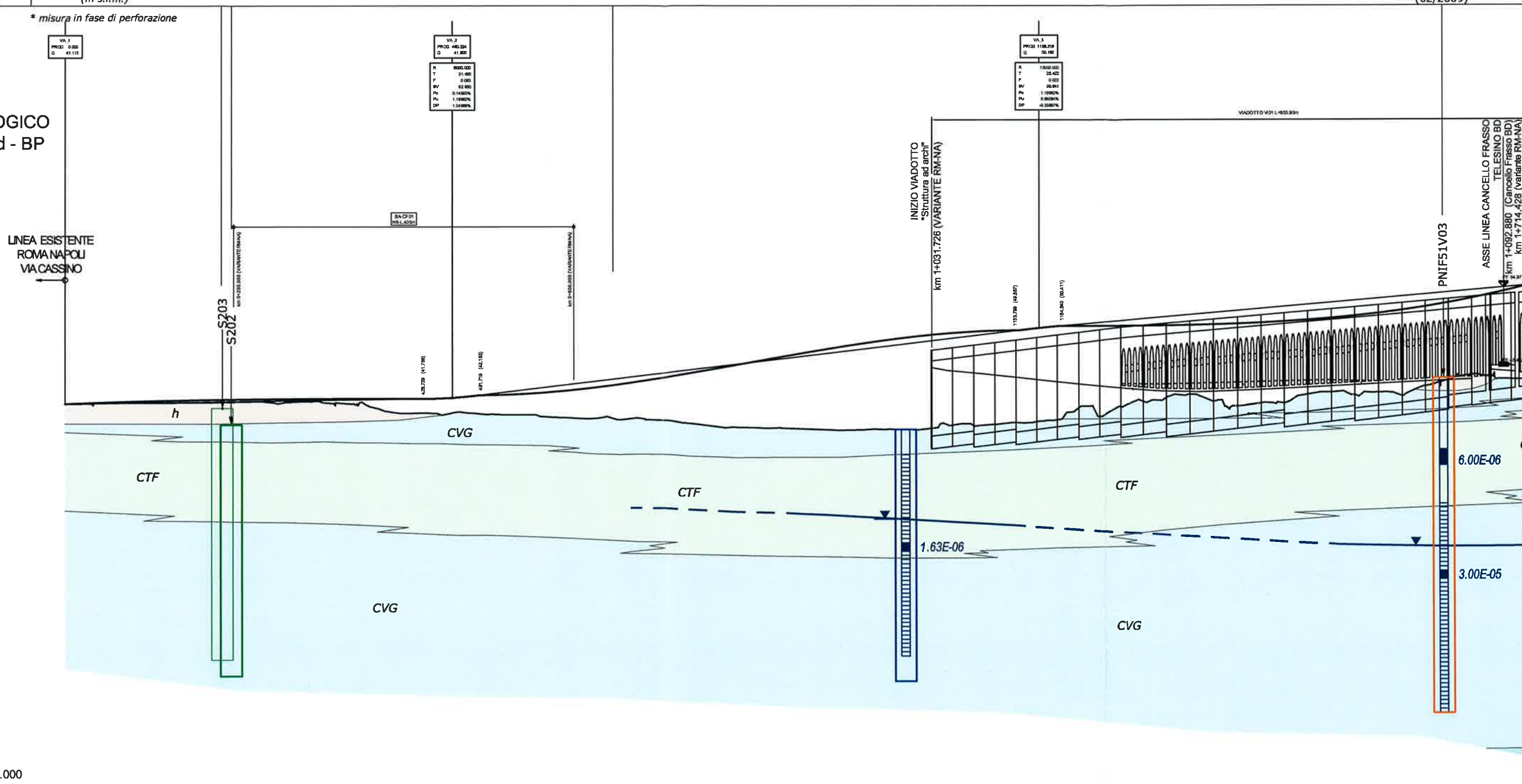
Indagini



| | | | | |
|----------|-------------------------------------|--------------|--------|-----------------|
| Indagini | Sigla | S203 S202 | S114 | PNIF51V03 |
| | Strumentazione | n.a. n.a. | n.a. | piezometro |
| | Quota (m s.l.m.) | 40.10 38.14 | 41.73 | 43.86 |
| | Distanza di proiezione (m) | 103 dx 46 sx | 234 dx | 11 sx |
| | Livello piezometrico max (m s.l.m.) | | | 24.11 (02/2009) |

* misura in fase di perforazione

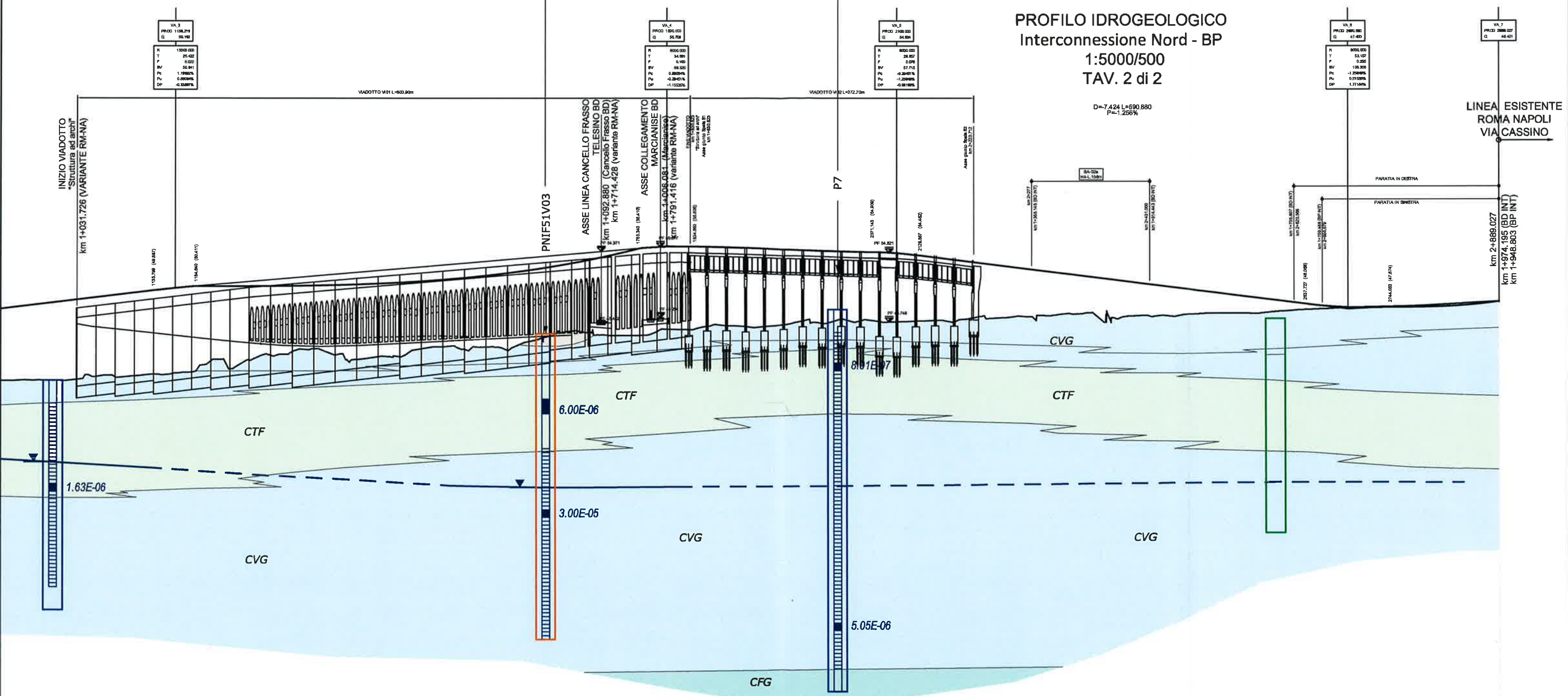
PROFILO IDROGEOLOGICO
Interconnessione Nord - BP
1:5000/500
TAV. 1 di 2



| No. 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 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 36 | |
|------------------------|--|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| QUOTE TERRENO | 41.115 | 41.265 | 41.265 | 41.265 | 41.350 | 41.215 | 41.452 | 41.355 | 40.044 | 38.895 | 38.817 | 38.855 | 39.434 | 38.475 | 38.232 | 38.743 | 38.347 | 38.272 | 38.075 | 38.063 | 38.057 | 38.225 | 40.144 | 40.394 | 41.532 | 42.485 | 42.485 | 42.468 | 42.442 | 44.415 | 44.415 | | | | | |
| QUOTE PROGETTO | 41.115 | 41.150 | 41.265 | 41.340 | 41.415 | 41.460 | 41.565 | 41.590 | 41.715 | 41.857 | 42.252 | 42.852 | 43.619 | 44.052 | 44.552 | 45.252 | 45.852 | 46.452 | 47.052 | 47.652 | 48.251 | 48.852 | 49.451 | 50.072 | 50.673 | 51.404 | 52.255 | 52.955 | 53.555 | 54.155 | 54.755 | 55.355 | 55.955 | 56.555 | 57.155 | |
| DIFFERENZA DI QUOTA | 0.00 | -0.09 | -0.00 | 0.04 | 0.06 | 0.27 | 0.11 | 0.28 | 1.67 | 1.89 | 2.37 | 3.02 | 4.19 | 4.60 | 5.45 | 6.54 | 7.53 | 8.21 | 9.00 | 9.62 | 10.21 | 10.45 | 10.25 | 10.85 | 11.20 | 11.41 | 11.69 | 11.83 | 12.00 | 12.15 | 12.40 | 12.55 | 12.80 | 13.00 | | |
| DISTANZE PARZIALI | | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 55.377 | 44.823 | 50.000 | 51.435 | 38.565 | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 31.724 | 18.275 | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 50.000 | 50.000 |
| DISTANZE PROGRESSIVE | 0.000 | 50.000 | 100.000 | 150.000 | 200.000 | 250.000 | 300.000 | 350.000 | 400.000 | 455.377 | 500.200 | 551.635 | 590.100 | 638.600 | 688.600 | 738.600 | 788.600 | 838.600 | 888.600 | 938.600 | 969.324 | 987.599 | 1037.599 | 1087.599 | 1137.599 | 1187.599 | 1237.599 | 1287.599 | 1337.599 | 1387.599 | 1437.599 | 1487.599 | 1537.599 | 1587.599 | 1637.599 | 1687.599 |
| ETTOMETRICHE | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 36 |
| ANDAMENTO PLANIMETRICO | [Diagram showing planimetric profile with elevation markers] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DPQ\MPQ\GPQ | 9.2 \ 4.5 \ 3.7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LC\DC\BC\BIM | 0.75 \ 0.00 \ 0.00 \ 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GMR | 7.93 BUONO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | |
|--------------------|------------------------|-------|
| PNIF51V03 | P7 | S113 |
| piezometro | piezometro | n.a. |
| 43.86 | 47.37 | 50.90 |
| 11 sx | 85 dx | 43 sx |
| 24.11 (02/2009) | distrutto (09/2014) | |

PROFILO IDROGEOLOGICO
Interconnessione Nord - BP
1:5000/500
TAV. 2 di 2

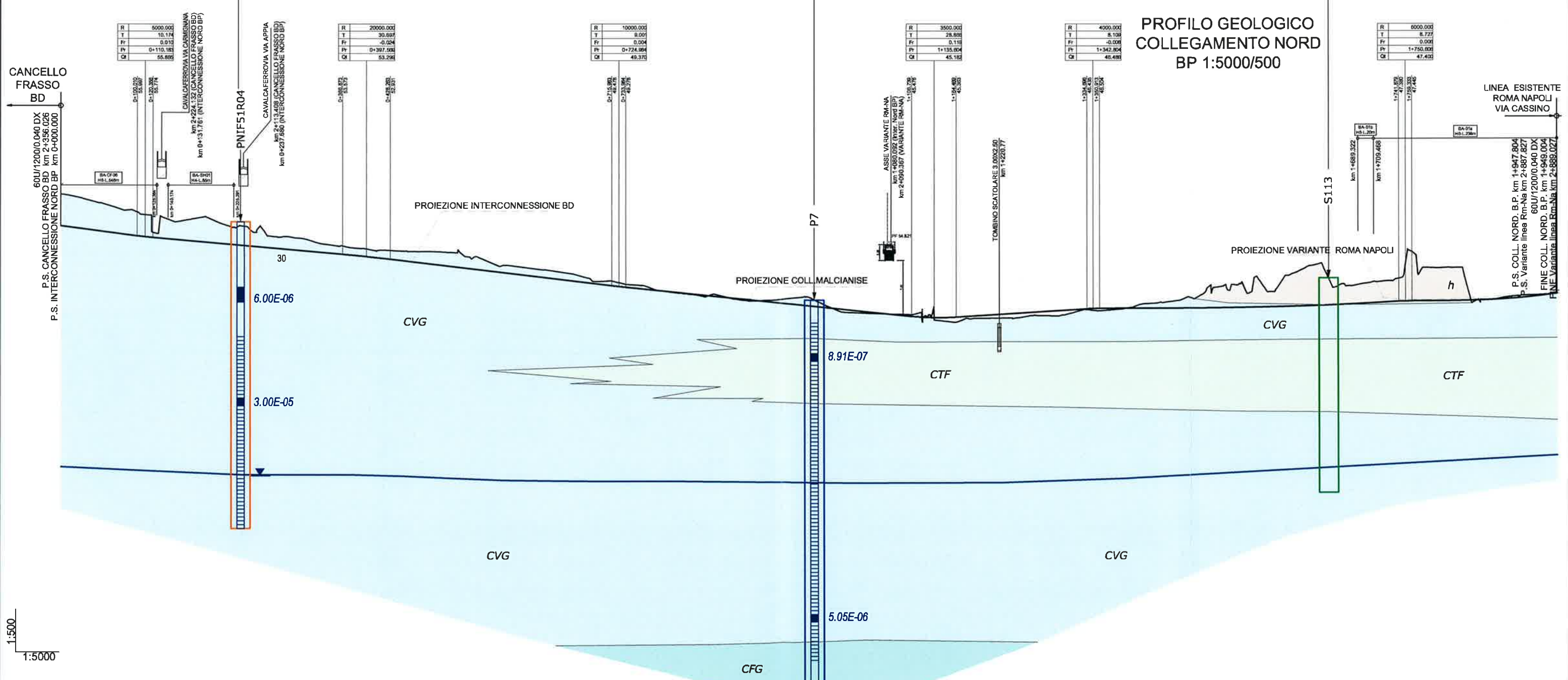


| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|--------|--------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
| 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | |
| 9.62 | 47.662 | 38.093 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.21 | 48.291 | 38.097 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.45 | 48.662 | 38.226 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.25 | 48.881 | 38.626 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.86 | 48.481 | 38.625 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11.20 | 50.072 | 38.875 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.40 | 50.543 | 40.144 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.39 | 50.873 | 40.594 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.87 | 51.494 | 41.532 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.74 | 51.824 | 42.094 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11.41 | 52.255 | 40.857 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11.48 | 52.685 | 41.208 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.63 | 53.125 | 42.465 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11.09 | 53.555 | 42.469 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11.54 | 53.888 | 42.442 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.49 | 54.417 | 43.935 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.43 | 54.847 | 44.415 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11.29 | 55.277 | 43.887 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.82 | 55.608 | 44.789 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.43 | 55.931 | 45.123 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.25 | 56.413 | 45.183 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.92 | 55.288 | 45.345 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.52 | 55.119 | 45.800 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.15 | 54.872 | 45.921 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.99 | 54.795 | 45.761 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.25 | 54.188 | 45.843 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.29 | 53.988 | 46.285 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.00 | 53.387 | 46.365 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.56 | 52.840 | 46.334 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.34 | 46.488 | 52.871 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.48 | 46.823 | 52.189 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.16 | 46.320 | 51.519 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.33 | 46.547 | 52.678 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.76 | 46.408 | 50.244 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.73 | 46.884 | 48.674 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.11 | 46.874 | 48.884 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.13 | 47.223 | 48.384 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.32 | 47.470 | 47.789 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| -0.04 | 47.550 | 47.810 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| -0.05 | 47.761 | 47.704 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.04 | 47.524 | 47.962 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.03 | 48.151 | 48.178 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.03 | 48.392 | 48.221 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

9.2 \ 4.5 \ 3.7
0.75 \ 0.00 \ 0.00 \ 1
7.93 BUONO

| | | | | |
|----------|-------------------------------------|--------------------|------------------------|---------|
| Indagini | Sigla | PNIF51R04 | P7 | S113 |
| | Strumentazione | piezometro | piezometro | n.a. |
| | Quota (m s.l.m.) | 57.93 | 47.37 | 50.90 |
| | Distanza di proiezione (m) | in asse | 18.00 sx | in asse |
| | Livello piezometrico max (m s.l.m.) | 26.21 (02/2009) | distrutto (09/2014) | |

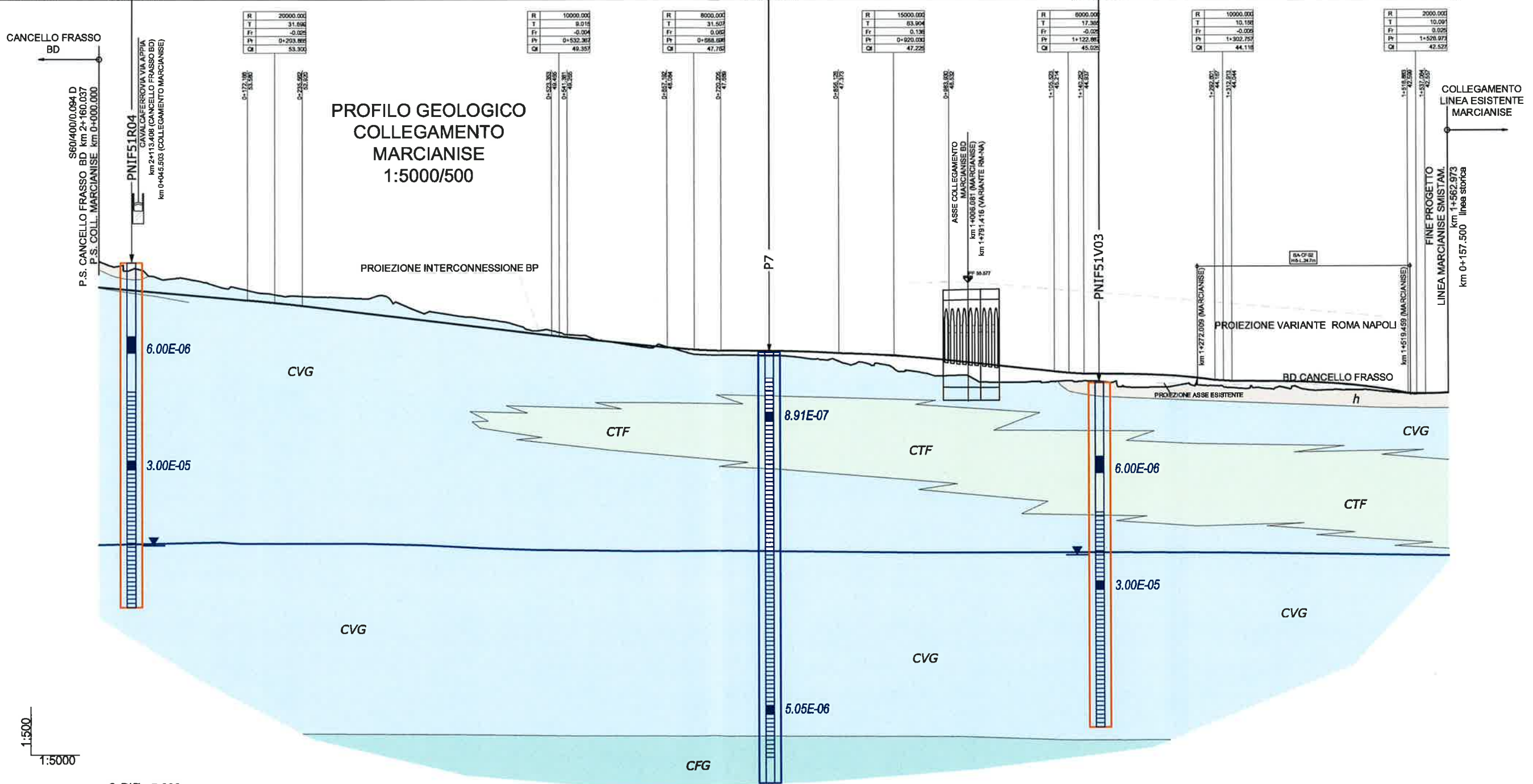
* misura in fase di perforazione



| NUMERO 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 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | | |
|------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|
| QUOTE PROGETTO | 57,288 | 56,845 | 56,195 | 55,645 | 55,199 | 54,757 | 54,314 | 53,876 | 53,442 | 52,929 | 52,364 | 51,793 | 51,210 | 50,614 | 50,014 | 49,415 | 48,889 | 48,336 | 47,807 | 47,277 | 46,689 | 46,057 | 45,547 | 45,302 | 45,217 | 45,596 | 45,901 | 46,215 | 46,502 | 46,614 | 46,726 | 46,838 | 46,950 | 47,062 | 47,174 | 47,202 | 47,311 | 47,446 | 47,705 | 47,882 | 48,178 | 48,421 | | |
| QUOTE TERRENO | 61,452 | 60,714 | 59,344 | 58,345 | 56,440 | 54,270 | 51,805 | 49,096 | 46,394 | 43,681 | 40,984 | 38,447 | 36,033 | 33,808 | 31,784 | 30,006 | 28,489 | 27,205 | 26,127 | 25,225 | 24,481 | 23,884 | 23,429 | 23,109 | 22,917 | 22,853 | 22,917 | 23,109 | 23,429 | 23,853 | 24,381 | 24,914 | 25,453 | 26,000 | 26,555 | 27,121 | 27,699 | 28,290 | 28,895 | 29,515 | 30,151 | 30,804 | 31,476 | 32,167 |
| ETIMOMETRICHE | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | |
| DISTANZE PARZIALI | 34,823 | 49,996 | 50,000 | 49,981 | 49,441 | 49,674 | 49,033 | 48,005 | 47,399 | 47,083 | 47,643 | 48,547 | 49,678 | 50,000 | 50,003 | 50,813 | 54,216 | 23,464 | 50,000 | 50,000 | 50,000 | 50,000 | 50,000 | 50,000 | 50,000 | 50,000 | 50,000 | 50,000 | 50,000 | 50,000 | 50,000 | 50,000 | 50,000 | 48,683 | 49,239 | 49,888 | 49,036 | 41,878 | 47,151 | | | | | |
| DISTANZE PROGRESSIVE | 0,000,000 | 0,034,823 | 0,084,819 | 0,134,816 | 0,184,800 | 0,234,241 | 0,283,915 | 0,332,948 | 0,380,950 | 0,428,352 | 0,475,435 | 0,521,627 | 0,566,825 | 0,611,028 | 0,654,233 | 0,696,447 | 0,737,661 | 0,777,875 | 0,817,089 | 0,855,293 | 0,892,497 | 0,928,701 | 0,963,905 | 0,998,109 | 1,031,313 | 1,063,517 | 1,094,721 | 1,124,925 | 1,154,129 | 1,182,333 | 1,209,537 | 1,235,741 | 1,260,945 | 1,285,149 | 1,308,353 | 1,330,557 | 1,351,761 | 1,371,965 | 1,391,169 | 1,409,373 | 1,426,577 | 1,442,781 | | |
| ANDAMENTO PLANIMETRICO | R=1200,000 | L=111,287 | Rp=50,000 | Rp=50,000 | Rp=50,000 | Rp=50,000 | Rp=50,000 | Rp=50,000 | Rp=50,000 | Rp=50,000 | Rp=50,000 | Rp=50,000 | Rp=50,000 | Rp=50,000 | Rp=50,000 | Rp=50,000 | Rp=50,000 | Rp=50,000 | Rp=50,000 | Rp=50,000 | Rp=50,000 | Rp=50,000 | Rp=50,000 | Rp=50,000 | Rp=50,000 | Rp=50,000 | Rp=50,000 | Rp=50,000 | Rp=50,000 | Rp=50,000 | Rp=50,000 | Rp=50,000 | Rp=50,000 | Rp=50,000 | Rp=50,000 | Rp=50,000 | Rp=50,000 | Rp=50,000 | Rp=50,000 | Rp=50,000 | Rp=50,000 | Rp=50,000 | Rp=50,000 | |

| | |
|--------------|------------------------|
| DPQ/MPQ/GPQ | 9.2 \ 4.5 \ 3.7 |
| LC/DC/BC/BIM | 0.75 \ 0.00 \ 0.00 \ 1 |
| GMR | 7.93 BUONO |

| | | | | |
|----------|-------------------------------------|-----------------|---------------------|-----------------|
| Indagini | Sigla | PNIF51R04 | P7 | PNIF51V03 |
| | Strumentazione | piezometro | piezometro | piezometro |
| | Quota (m s.l.m.) | 57.93 | 47.37 | 43.86 |
| | Distanza di proiezione (m) | in asse | 65 dx | 17 sx |
| | Livello piezometrico max (m s.l.m.) | 26.21 (02/2009) | distrutto (09/2014) | 24.11 (02/2009) |



| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----|
| NUMERO 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 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | |
| QUOTE PROGETTO | 55.101 | 54.755 | 54.314 | 53.877 | 53.443 | 52.927 | 52.356 | 51.781 | 51.198 | 50.601 | 50.001 | 49.403 | 48.876 | 48.320 | 47.798 | 47.163 | 46.473 | 45.990 | 45.422 | 44.777 | 44.146 | 43.789 | 43.150 | 42.426 | 41.937 | 41.377 | 40.723 | 40.050 | 39.358 | 38.638 | |
| QUOTE TERRENO | 58.090 | 57.203 | 56.125 | 55.148 | 54.398 | 53.040 | 53.853 | 54.083 | 52.155 | 51.618 | 50.824 | 49.889 | 48.889 | 48.074 | 47.255 | 47.149 | 46.850 | 45.394 | 44.762 | 43.959 | 44.084 | 43.913 | 43.345 | 43.552 | 43.154 | 43.138 | 42.957 | 42.508 | 42.600 | 42.638 | |
| ETTOMETRICHE | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| DISTANZE PARZIALI | 39.141 | 49.995 | 49.488 | 48.507 | 47.901 | 47.558 | 47.903 | 48.587 | 49.878 | 50.000 | 50.003 | 50.899 | 54.500 | 56.988 | 59.822 | 60.296 | 120.904 | 80.082 | 58.425 | 58.553 | 57.461 | 56.224 | 52.184 | 51.081 | 50.774 | 50.031 | 49.825 | 49.814 | 34.721 | | |
| DISTANZE PROGRESSIVE | 0+000.000 | 0+039.141 | 0+098.106 | 0+138.572 | 0+187.078 | 0+224.880 | 0+262.338 | 0+335.441 | 0+375.028 | 0+425.886 | 0+475.889 | 0+525.889 | 0+575.558 | 0+634.058 | 0+693.048 | 0+752.268 | 0+813.184 | 0+934.088 | 0+994.120 | 1+053.545 | 1+112.088 | 1+158.558 | 1+224.783 | 1+278.847 | 1+326.028 | 1+375.792 | 1+428.813 | 1+478.438 | 1+528.258 | 1+582.873 | |
| ANDAMENTO PLANIMETRICO | <p> $H = 425.000$ $R = 750.000$ $R_p = 20.000$ $L = 28.598$ $S = 155.388$ $H = 800.000$ $R = 20.000$ $L = 293.123$ $R_p = 30.000$ $V = 80$ km/h $S = 528.407$ $R = 504.000$ $R_p = 30.000$ $L = 147.128$ $R_p = 20.000$ $S = 98.798$ $R = 850.000$ $R_p = 20.000$ $L = 58.104$ </p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DPQ\MPQ\GPG | 9.2 \ 4.5 \ 3.7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LC\DC\BC\BIM | 0.75 \ 0.00 \ 0.00 \ 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GMR | 7.93 BUONO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

INDAGINI 1984-1985

FS AZIENDA AUTONOMA DELLE FERROVIE DELLO STATO

DIREZIONE GENERALE 4^a UNITA' SPECIALE

LINEA CASERTA - FOGGIA

CONFESSIONE DELLE PRESTAZIONI INTEGRATE OCCORRENTI PER LA PROGETTAZIONE FINITIVA DEL RADDOPPIO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CASERTA - FOGGIA PER LA PROGETTAZIONE ESECUTIVA E LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE OCCORRENTI PER UNA PRIMA FASE DI RADDOPPIO E POTENZIAMENTO DELLA SUDETTA LINEA

OGGETTO DEFINITIVO LOTTO 1

OPERE CIVILI E ARMAMENTO
INDAGINI GEOGNOSTICHE

STRATIGRAFIA SONDAGGIO n° S.112

ELABORATO N° CF 3 2 012 BI 1 A

| DESCRIZIONE | MODIFICA | DATA |
|-------------|----------|------|
| | | |

CONCESSIONARIO
CONSORZIO CO.FER. I
Via Cappella Vecchia, 8 - NAPOLI

PROGETTISTI:
- prof. ing. Riccardo Morandi
- prof. ing. Ilio Adoniso
- prof. ing. Eugenio Borgia
- dott. ing. Mario Carotano

GEOSUD s.r.l.
SEDE LEGALE VIA COL DI LANA 11
UFF. TECNICI VIA G. DE RUGGIERO 71
ROMA

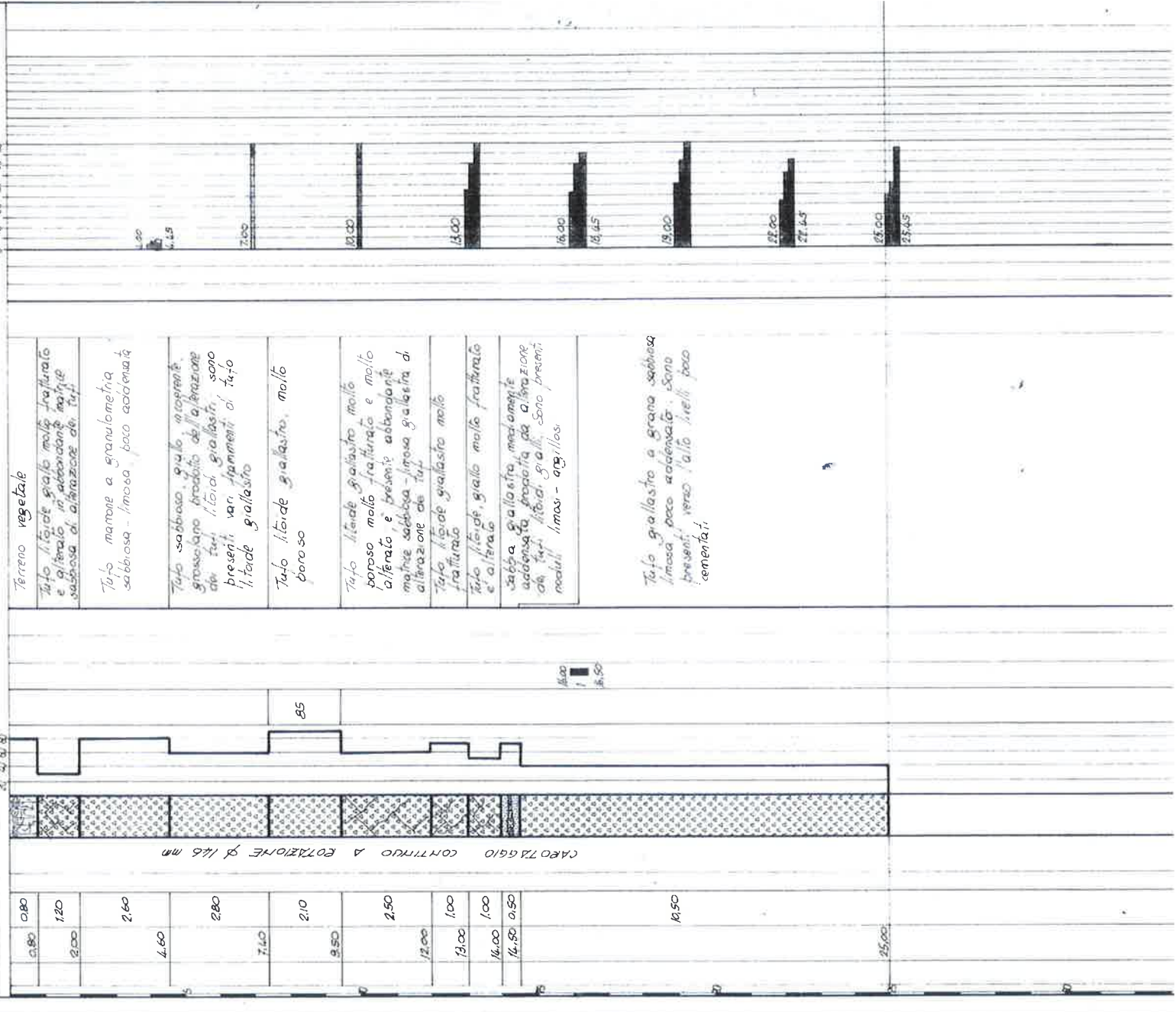
SONDAGGIO N° 112
LOCALITÀ: CASERTA - VITULIANO
QUOTA s.l.m. **52.10**

INIZIO PERFORAZIONE 28/05/85
FINE PERFORAZIONE 28/05/85
PROFONDITÀ TOTALE 25.00 mt
SCALA 1:100

LEGENDA

| | |
|------------------|--------------------|
| Suolo agrario | Calcare marnoso |
| Paleroso | Calcare |
| Ghiaia | Calcare con selce |
| Conglomerato | Calcare dolomitico |
| Breccia | Dolomia |
| Sabbia | Pozzolane |
| Armeria | Tufi |
| Limo | |
| Argilla sabbiosa | |
| Argilla | |
| Argillioscisti | |
| Marna sabbiosa | |
| Marna | |
| Gesso | |
| Solfo | |

| QUOTE | RISULTATO DEL SONDAGGIO | DESCRIZIONE | FORMAZIONE GEOLOGICA | ACQUA | GEOTECNICA |
|-------|-------------------------|--|----------------------|-------|------------|
| 0.80 | 0.80 | Terrano vegetale | LITOLOGIA | | |
| 1.20 | 1.20 | Tufo litale giallo molto fratturato e gessoso in abbondanti noduli sabbiosi di alterazione di tufo | | | |
| 2.60 | 2.60 | Tufo marnoso a granulometria sabbiosa - limosa poco addensata | | | |
| 4.60 | 4.60 | Tufo sabbioso giallo, incassato grossolano prodotto dalla frizione dei tufo giallastri, sono presenti vari frammenti di tufo litale giallastro | | | |
| 7.10 | 7.10 | Tufo litale giallastro, molto poroso | | | |
| 9.50 | 9.50 | Tufo litale giallastro molto poroso molto fratturato e molto litato e presenti abbondanti noduli sabbiosi - limosa giallastro di alterazione di tufo | | | |
| 12.00 | 12.00 | Tufo litale giallastro molto fratturato | | | |
| 13.00 | 13.00 | Tufo litale giallo molto fratturato e alterato | | | |
| 16.00 | 16.00 | Sabbia giallastro mediamente addensata prodotta da alterazione di tufo litale gialli, sono presenti noduli limosi - argillosi | | | |
| 18.50 | 18.50 | Tufo giallastro a grana sabbiosa limosa poco addensata. Sono presenti verso l'alto livelli poco cementati. | | | |
| 25.00 | 25.00 | | | | |





AZIENDA AUTONOMA DELLE FERROVIE DELLO STATO

DIREZIONE GENERALE 4 UNITA SPECIALE

LINEA CASERTA - FOGGIA

CONCESSIONE DELLE PRESTAZIONI INTEGRATE OCCORRENTI PER LA PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL RADDOPPIO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CASERTA - FOGGIA PER LA PROGETTAZIONE ESECUTIVA E LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE OCCORRENTI PER UNA PRIMA FASE DI RADDOPPIO E POTENZIAMENTO DELLA SUDETTA LINEA

OGGETTO DEFINITIVO LOTTO 1

| |
|--|
| OPERE CIVILI E ARMAMENTO |
| INDAGINI GEOGNOSTICHE |
| STRATIGRAFIA SONDAGGIO n° S.203 |

| | |
|--------------|--------------|
| ELABORATO N° | CF 32012BI1A |
| DESCRIZIONE | MODIFICA |
| DATA | |

CONCESSIONARIO
CONSORZIO CO.FER.1
Via Cappella Vecchia, 8 - NAPOLI

PROGETTISTI
- prof. ing. Riccardo Morandi
- prof. ing. Ilio Adoniso
- prof. ing. Eugenio Borgia
- dott. ing. Mario Cartolano

GEOSUD s.r.l.
SEDE LEGALE VIA COL DI LANA 11
UFF. TECNICI VIA G. DE RUGGIERO 71
ROMA

LEGENDA

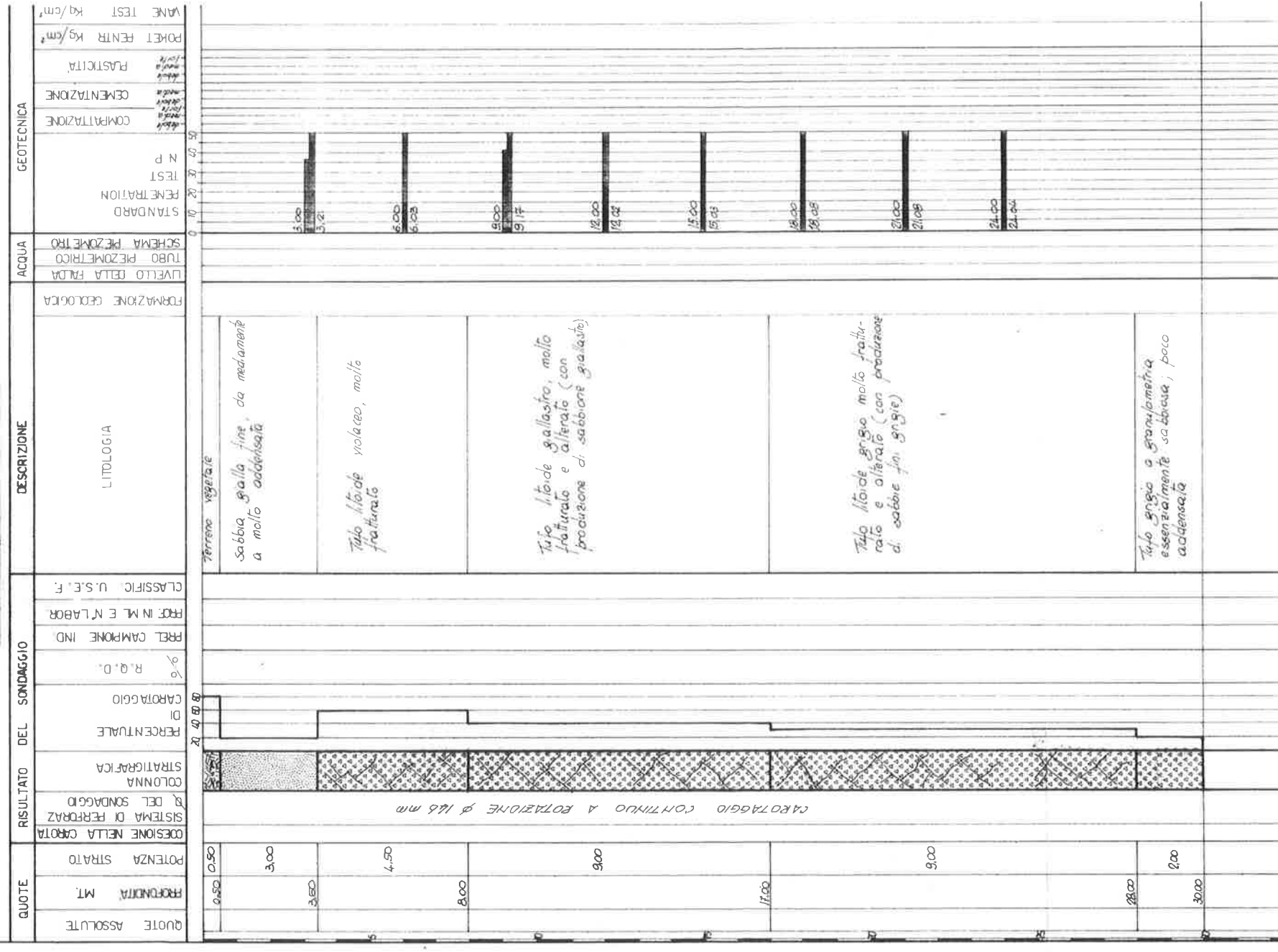
**SONDAGGIO N° 203
LOCALITÀ: CASERTA - VITELLIANO
QUOTA s.l.m. 39.60**

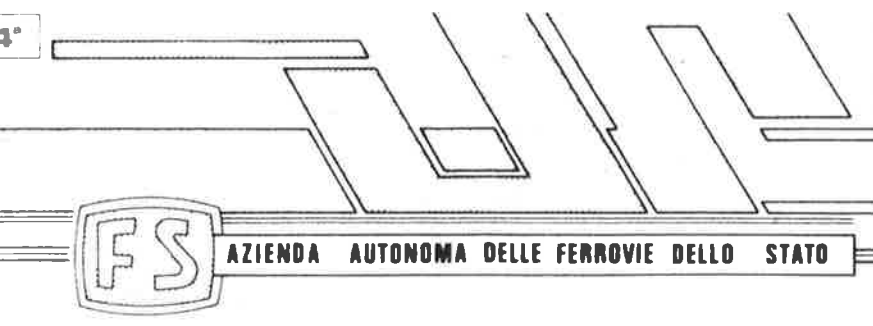
INIZIO PERFORAZIONE 10/06/85
FINE PERFORAZIONE 10/06/85
PROFONDITÀ TOTALE 30.00 mt
SCALA 1:100

LEGENDA

Suoli agricoli: Pseudogle, Gialla, Loggimmaric, Breccie, Sabbia, Arenaria, Limo, Argilla sabbiosa, Argilla, Marna sabbiosa, Marna, Gesso, Solfi.

Calcare marmoso, Calcare, Calcare con selenio, Calcare dolomitico, Dolomia, Pozzolane, Tufo.



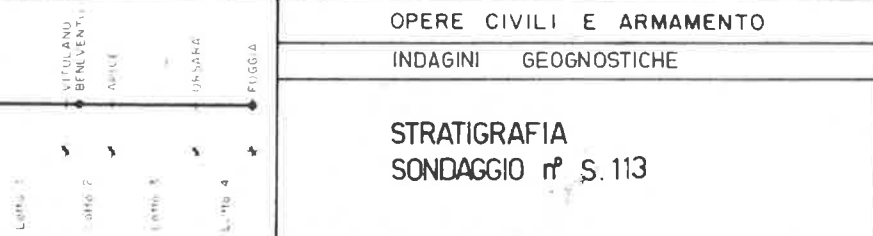


DIREZIONE GENERALE 4 UNITA' SPECIALE

LINEA CASERTA - FOGGIA

CONCESSIONE DELLE PRESTAZIONI INTEGRATE OCCORRENTI PER LA PROGETTAZIONE FINITIVA DEL RADDOPPIO E POTENZIAMENTO DELLA LINEA CASERTA - FOGGIA PER LA PROGETTAZIONE ESECUTIVA E LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE OCCORRENTI PER UNA PRIMA FASE DI RADDOPPIO E POTENZIAMENTO DELLA SUDETTA LINEA

OGGETTO DEFINITIVO LOTTO 1



| DATA | DESCRIZIONE | MODIFICA | DATA |
|------|-------------|----------|------|
| | | | |

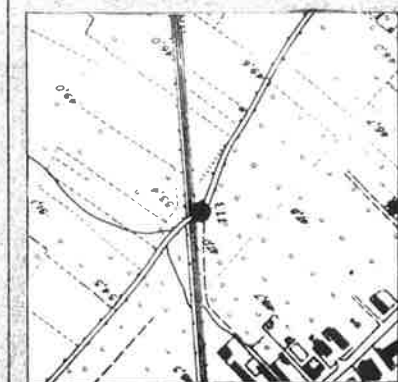
CONCESSIONARIO
CONSORZIO CO.FER.1
 Via Cappella Vecchia, 8 - NAPOLI

PROGETTISTI:
 -prof. ing. Riccardo Morandi
 -prof. ing. Ilio Adonisio
 -prof. ing. Eugenio Borgia
 -dott. ing. Mario Carlolano

GEOSUD s.r.l.
 SEDE LEGALE: VIA COL. DI LANA 11
 UFF. TECNICI: VIA G. DE RUGGIERO 71
 ROMA

LEGENDA

| | |
|--|------------------|
| | Sudo agrario |
| | Paleosuolo |
| | Ghiaia |
| | Conglomerato |
| | Breccie |
| | Sabbia |
| | Arenaria |
| | Limo |
| | Argille sabbiose |
| | Argille |
| | Argilloscisti |
| | Marna sabbiosa |
| | Marna |
| | Tufo |
| | Gesso |
| | Salfo |



SONDAGGIO N° 113
LOCALITÀ: CASERTA - VITULANO
QUOTA s.l.m. 55.80

INIZIO PERFORAZIONE 30/05/85
 FINE PERFORAZIONE 30/05/85
 PROFONDITÀ TOTALE 28.00 mt
 SCALA 1:100

| QUOTE ASSOLUTE | PROFONDITÀ MT. | POTENZA STRATO | RISULTATO DEL SONDAGGIO | | DESCRIZIONE | LITOLOGIA | FORMAZIONE GEOLOGICA | ACQUA | GEOTECNICA | |
|----------------|----------------|----------------|-------------------------|---------------------------|-------------|-----------|----------------------|-------|--------------------|---------------------------|
| | | | COLONNA STRATIGRAFICA | PERCENTUALE DI CAROTAGGIO | | | | | PREL. CAMPONE IND. | CLASSIFIC. U.S.E.F. |
| 3.50 | 1.90 | 5.00 | 5.00 | 100% | | | | | 4.00 | POKET FENTR |
| 5.00 | 3.40 | 6.50 | 6.50 | 100% | | | | | 4.45 | PASTICITA' |
| 6.00 | 4.40 | 7.50 | 7.50 | 100% | | | | | 7.50 | CEMENTAZIONE |
| 8.00 | 6.40 | 8.50 | 8.50 | 100% | | | | | 7.85 | CEMENTAZIONE |
| 9.50 | 7.90 | 10.00 | 10.00 | 100% | | | | | 11.00 | CEMENTAZIONE |
| 11.50 | 9.90 | 12.00 | 12.00 | 100% | | | | | 11.00 | CEMENTAZIONE |
| 13.50 | 11.90 | 14.00 | 14.00 | 100% | | | | | 13.00 | CEMENTAZIONE |
| 15.50 | 13.90 | 16.00 | 16.00 | 100% | | | | | 13.45 | CEMENTAZIONE |
| 17.50 | 15.90 | 18.00 | 18.00 | 100% | | | | | 21.00 | CEMENTAZIONE |
| 19.50 | 17.90 | 20.00 | 20.00 | 100% | | | | | 21.45 | CEMENTAZIONE |
| 21.50 | 19.90 | 22.00 | 22.00 | 100% | | | | | 25.00 | CEMENTAZIONE |
| 23.50 | 21.90 | 24.00 | 24.00 | 100% | | | | | 24.45 | CEMENTAZIONE |
| 25.50 | 23.90 | 26.00 | 26.00 | 100% | | | | | | STANDARD PENETRATION TEST |
| 27.50 | 25.90 | 28.00 | 28.00 | 100% | | | | | | STANDARD PENETRATION TEST |

Riparto prevalentemente con elementi di tufo, litide grato

Tufo marrone a granulometria essenzialmente limosa, addensata

Sabbie fini grato, poco addensate

Tufo marrone a granulometria sabbiosa con svariati elementi litidi, minuti di origine vulcanica prevalentemente addensata

Tufo litide giallo-violaceo con locali variazioni di colore marrone molto fratturato e alterato

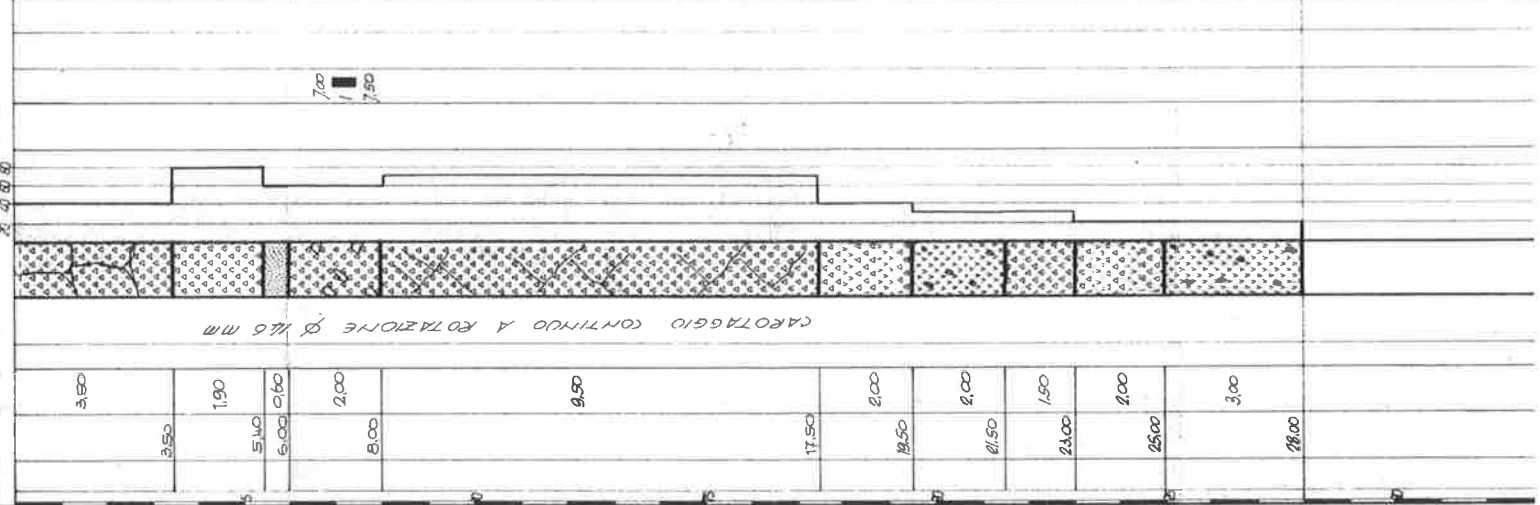
Alternanza di tufo grigio-scuro e di cineriti, poco addensate

Cineriti inglobanti elementi pomice

Tufo grigio-scuro a granulometria sabbiosa, poco addensata, con incisi elementi pomice

Alternanza caotica di tufo grigio-scuro cineriti e livelli di accumulo di minuti elementi, proclastici

Cineriti poco addensate con incisi elementi pomice



INDAGINI 2008-2009



GEOMERID s.r.l.
Indagini Geognostiche

Viale Scala Greca 163/c
96100 SIRACUSA

SONDAGGIO PNIF51R04

Lavoro : **Linea Benevento-Cancello**

Verbale : n. **1426**

Committente : **Italferr spa**

Commessa : **20/08**

Latitudine : **41°01'45.9"**

Longitudine : **14°24'15.7"**

Quota s.l.m. m : **58.1**

Attrezzatura : **CMV 400**

Perforazione : **carotaggio continuo**

Cassette : **8**

Certificato n° **8086**

| Scala 1:220 | Profondità m | Stratigrafia | Descrizione | Campioni | Carotaggio % 20 40 60 80 | Rivestimento | Perforazione | R.Q.D. % 20 40 60 80 | Pocket | Vane Test | Prove SPT 10 20 30 40 | Prove in foro | Livello di falda | Note 0.00 | Piezometro Tubo aperto |
|-------------|--------------|--------------|--|-------------|-----------------------------|--------------|--------------|-------------------------|--------|-----------|--------------------------|---------------|------------------|-------------------|------------------------|
| 1 | | | Sabbie fini debolmente limose di colore avano scuro con inclusi millimetrici scoriacei nerastri | | | | | | | | | | | 13/11/08 in perf. | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 3.10 | | Sabbie fini limose di colore grigio scuro con inclusi scoriacei da millimetrici a centimetrici subarrotondati e a spigoli vivi, mediamente addensate | 3.00 C11 | | | | | | | 4.50 4.95 | | | | |
| 5 | 5.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | 6.90 | | Sabbie fini limose bruno-rossastre mediamente addensate | | | | | | | | 7.50 7.95 | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | Sabbie fini limose grigio scure con pochi inclusi centimetrici scoriacei subarrotondati | 8.50 C12 | | | | | | | | | 9.00 LE1 | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | 12.30 | | Sabbie fini limose di colore grigio scuro con abbondanti inclusi scoriacei da millimetrici a centimetrici diam. max 3 cm subarrotondati ed a spigoli vivi, addensate | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | 16.50 | | Sabbie fini limose di colore grigio scuro con abbondanti inclusi scoriacei da millimetrici a centimetrici diam. max 3 cm subarrotondati ed a spigoli vivi, addensate | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | Limi sabbiosi grigio scuro, con pochi inclusi centimetrici scoriacei subarrotondati, addensati | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | 20.80 | | Sabbie fini limose di colore bruno rossastro con incluse scorie centimetriche da 20.8 a 21.5 m, diam 4/6 cm. Da 21.5 gli inclusi sono pochi, diam max 2cm, subarrotondati e a spigoli vivi, addensati | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | 23.30 | | Limi sabbiosi grigio scuro, con pochi inclusi millimetrici piroclstici addensati | | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 31 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 32 | 31.00 | | Limi sabbiosi grigio scuro, con inclusi centimetrici e millimetrici scoriacei., molto compressibili. Da 38.0 a 38.8 e da 39.0 a 39.8 sabbie medie con abbondanti inclusi millimetrici e pochi millimetrici scoriacei | | | | | | | | | | | | |
| 33 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 34 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 35 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 36 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 37 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 38 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 39 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 40 | 40.00 | | | | | | | | | | | | | | |

40.00

15/11/08 fine perf.

Lo sperimentatore
Dott. Geol. M. Andolina

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. P. Rizza



GEOMERID s.r.l.
Indagini Geognostiche

Viale Scala Greca 163/c
96100 SIRACUSA

SONDAGGIO PNIF51V03

| | | | |
|------------------|--------------------------|----------------|---------------------|
| Lavoro : | Linea Benevento-Cancello | Verbale : n. | 1425 |
| Committente : | Italferr spa | Commessa : | 20/08 |
| Latitudine : | 41°01'11.4" | Longitudine : | 14°24'13.5" |
| Quota s.l.m. m : | 44.2 | | |
| Attrezzatura : | CMV 400 | Perforazione : | carotaggio continuo |
| Cassette : | 12 | Certificato n° | 8085 |

| Scala 1:220 | Profondità m | Stratigrafia | Descrizione | Campioni | Carotaggio % 20 40 60 80 | Rivestimento Perforazione | R.Q.D. % 20 40 60 80 | Pocket | Vane Test | Prove SPT 10 20 30 40 | Prove in foro | Livello di falda | Note 0.00 | Piezometro Tubo aperto |
|--|--------------|--------------|---|--|-----------------------------|------------------------------|-------------------------|--------|-----------|--------------------------|---------------|------------------|------------------------|------------------------|
| 1 | | | Ripporto eterometrico ed eterogeneo | | | | | | | | | | 11/11/08 in. perf. | |
| 2 | 1.60 | | | | | Semplice - 101 mm | | | | | | | | |
| 3 | | | Limi debolmente sabbiosi bruno scuro | 4.00 | | | | | | 3.20 | | | | |
| 4 | | | | CR1 | | | | | | 3.65 | | | | |
| 5 | 4.70 | | | 4.50 | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | Piroclastiti debolmente cementate fino a 5.6 m. Da 5.6 a 12.6 si presentano litoidi a granulometria medio fine di colore grigio giallastro con presenza di molti vacuoli centimetrici | 6.40 | | Doppio | | | | | | | | |
| 8 | | | | CL1 | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | 6.75 | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | 12.60 | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | Piroclastiti litoidi di colore grigio scuro a matrice cineritica | 13.00 | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | CL2 | | | | | | | | | | |
| 16 | 15.40 | | | 13.23 | | | | | | | | | | |
| 17 | 16.40 | | Sabbie medio grossolane pitoclastiche | | | | | | | | | | | |
| 18 | 17.60 | | Sabbie fini debolmente limose di colore grigio scuro addensate con intercalati da 17.6 a 19.0 livello costituito da sabbie medio fini con inclusi centimetrici scoriacei | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | 19.20 | | | | |
| 20 | 19.00 | | | | | | | | | 19.60 | | 19.8 | 19.84 | 27/11/08 |
| 21 | 20.80 | | | | | | | | | 19.80 | | | | |
| 22 | | | Sabbie fini debolmente limose di colore grigio scuro con incluse scorie centimetriche | | | | | | | 21.25 | | | | |
| 23 | | | | 22.70 | | | | | | | | | | |
| 24 | 23.60 | | | CR2 | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | 23.20 | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | 25.00 | | | | |
| 27 | | | Sabbie medio fini di colore grigio scuro con pochi inclusi centimetrici scoriacei | | | Semplice | | | | 25.45 | | | | |
| 28 | | | | | | | | | | 27.80 | | | | |
| 29 | | | | | | | | | | 28.25 | | | | |
| 30 | | | | | | | | | | | | | | |
| 31 | 30.40 | | | | | | | | | | | | | |
| 32 | | | Sabbie medio grossolane di colore grigio scuro con abbondanti inclusi scoriacei centimetrici | | | | | | | 31.50 | | | | |
| 33 | 32.60 | | | | | | | | | 31.95 | | | | |
| 34 | | | | | | | | | | | | | | |
| 35 | | | Sabbie fini debolmente limose con pochi inclusi scoriacei millimetrici | | | | | | | 35.30 | | | | |
| 36 | | | | | | | | | | 35.75 | | | | |
| 37 | 36.40 | | | | | | | | | | | | | |
| 38 | | | Sabbie medio fini con inclusi scoriacei grossolani centimetrici, diam. max 6 cm, a spigoli vivi | | | | | | | | | | | |
| 39 | | | | | | | | | | | | | | |
| 40 | 40.00 | | | | | | | | | | | | 40.00 | |
| | | | | | | 40.00 | | | | | | | 12/11/08 finc perf. | |
| Lo sperimentatore Dott. Geol. M. Andolina | | | | Il Direttore del Laboratorio Dott. Geol. P. Rizza | | | | | | | | | | |

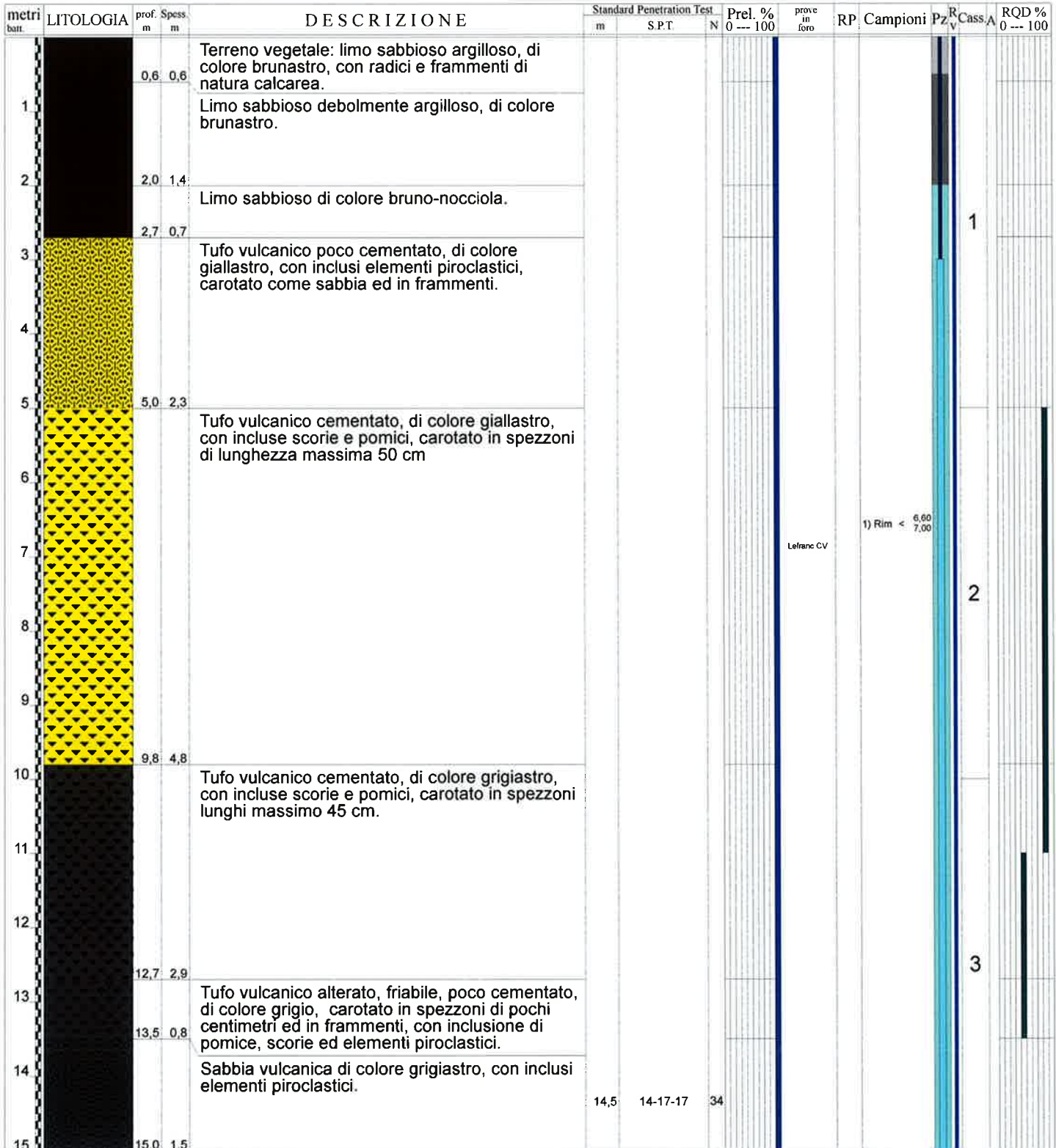
INDAGINI 2013-2014

| | | |
|--|--|------------------------------|
| Certificato: CBC 20254 del: 19/02/14 | Protocollo n°: CBA 2230 del: 13/02/14 | Commessa n°: 345 |
| Committente: ITALFERR S.p.A. | | Sondaggio: P7 |
| Riferimento: Indagini geonostiche tratta Canello-Frasso e variante linea Roma-Napoli | | Data esecuzione: 09-11/01/14 |
| Coordinate: N 41° 01' 27,2" - E 14° 24' 00,5" | | Quota: 51,7 |
| Perforazione: Carotaggio continuo | | |

SCALA 1:75

STRATIGRAFIA - P7

Pagina 1/4



Il Responsabile di Sito:
dott. geol. Giuseppe Scicolone

Il Vice Direttore di Laboratorio:
dott. geol. Sabrina Chiavetta

| | | |
|--|--|------------------------------|
| Certificato: CBC 20254 del: 19/02/14 | Protocollo n°: CBA 2230 del: 13/02/14 | Commessa n°: 345 |
| Committente: ITALFERR S.p.A. | | Sondaggio: P7 |
| Riferimento: Indagini geonostiche tratta Canello-Frasso e variante linea Roma-Napoli | | Data esecuzione: 09-11/01/14 |
| Coordinate: N 41° 01' 27,2" - E 14° 24' 00,5" | | Quota: 51,7 |
| Perforazione: Carotaggio continuo | | |

SCALA 1:75

STRATIGRAFIA - P7

Pagina 2/4

| metri batt. | LITOLOGIA | prof. m | Spess. m | DESCRIZIONE | Standard Penetration Test | | Prel. % 0 --- 100 | prove in foro | RP | Campioni | Pz _R V | Cass. A | RQD % 0 --- 100 | |
|----------------|-----------|------------|-------------|---|---------------------------|----------|----------------------|---------------------|----|----------|----------------------|------------|--------------------|---|
| | | | | | m | S.P.T. | | | | | | | | N |
| 16 | | | | Sabbia vulcanica addensata di colore grigiastro con cenere ed elementi piroclastici millimetrici e raramente centimetrici, alternata a livelli sciolti (Facies tufo campano non cementato o scarsamente cementato). | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | 17,5 | 12-13-12 | 25 | | | | | | 4 | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | 21,0 | 7-12-23 | 35 | | | | | | 5 |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | 25,0 | 10-16-20 | 36 | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | 29,5 | 12-18-19 | 37 | | | | | | 6 | |

2) Rim < 23,00
23,60

Il Responsabile di Sito:
dott. geol. Giuseppe Scicolone

Il Vice Direttore di Laboratorio:
dott. geol. Sabrina Chiavetta

| | | |
|---|--|------------------------------|
| Certificato: CBC 20254 del: 19/02/14 | Protocollo n°: CBA 2230 del: 13/02/14 | Commessa n°: 345 |
| Committente: ITALFERR S.p.A. | | Sondaggio: P7 |
| Riferimento: Indagini geognostiche tratta Canello-Frasso e variante linea Roma-Napoli | | Data esecuzione: 09-11/01/14 |
| Coordinate: N 41° 01' 27,2" - E 14° 24' 00,5" | | Quota: 51,7 |
| Perforazione: Carotaggio continuo | | |

SCALA 1 : 75

STRATIGRAFIA - P7

Pagina 3/4

| metri batt. | LITOLOGIA | prof. m | Spess. m | DESCRIZIONE | Standard Penetration Test | | | Prel. % 0 --- 100 | prove in foro | RP | Campioni | P _v ^R | Cass. ^A | RQD % 0 --- 100 |
|----------------|-----------|------------|-------------|---|---------------------------|----------|----|----------------------|---------------------|----|----------|-----------------------------|-------------------------|--------------------|
| | | | | | m | S.P.T. | N | | | | | | | |
| 31 | | | | Sabbia vulcanica addensata di colore grigiastro con cenere ed elementi piroclastici millimetrici e raramente centimetrici, alternata a livelli sciolti (Facies tufo campano non cementato o scarsamente cementato). | | | | | | | | | | |
| 32 | | | | | 32,0 | 13-18-22 | 38 | | | | | | 7 | |
| 33 | | | | | | | | | | | | | | |
| 34 | | | | | | | | | | | | | | |
| 35 | | | | | | | | | | | | | 3) Rim < 35,00 35,50 | |
| 36 | | | | | | | | | | | | | | |
| 37 | | | | | | | | | | | | | | |
| 38 | | | | | 37,5 | 11-18-21 | 39 | | | | | | 8 | |
| 39 | | | | | | | | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | | | | | | | | |
| 41 | | 41,1 | 26,1 | | | | | | | | | | | |
| 42 | | | | Sabbia vulcanica di colore grigio-giallastro, con inclusi elementi piroclastici millimetrici e centimetrici. Sono presenti frammenti ben cementati di sabbia (Tufo campano non cementato o scarsamente cementato). | | | | | | | | | | |
| 43 | | | | | | | | | | | | | | |
| 44 | | | | | | | | | | | | | | |
| 45 | | 44,5 | 3,4 | Sabbia vulcanica e tufo scarsamente cementato, di colore grigiastro, con inclusa cenere ed elementi piroclastici (Facies tufo campano). | | | | | | | | | 9 | |

Il Responsabile di Sito:
dott. geol. Giuseppe Scicolone

Il Vice Direttore di Laboratorio:
dott. geol. Sabrina Chiavetta

| | | |
|---|--|------------------------------|
| Certificato: CBC 20254 del: 19/02/14 | Protocollo n°: CBA 2230 del: 13/02/14 | Commessa n°: 345 |
| Committente: ITALFERR S.p.A. | | Sondaggio: P7 |
| Riferimento: Indagini geognostiche tratta Canello-Frasso e variante linea Roma-Napoli | | Data esecuzione: 09-11/01/14 |
| Coordinate: N 41° 01' 27,2" - E 14° 24' 00,5" | | Quota: 51,7 |
| Perforazione: Carotaggio continuo | | |

SCALA 1:75 **STRATIGRAFIA - P7** Pagina 4/4

| metri batt. | LITOLOGIA | prof. m | Spess. m | DESCRIZIONE | Standard Penetration Test | | Prel. % 0 --- 100 | prove in foro | RP | Campioni | Pz _v ^R Cass. A | RQD % 0 --- 100 |
|----------------|---------------------------|------------|-------------|---|---------------------------|--------|----------------------|---------------------|----|----------|---|--------------------|
| | | | | | m | S.P.T. | | | | | | |
| 46 | [Dark grey/black pattern] | 47,0 | 2,5 | Sabbia vulcanica e tufo scarsamente cementato, di colore grigiastro, con inclusa cenere ed elementi piroclastici (Faces tufo campano). | | | | | | | | |
| 47 | | | | Sabbia vulcanica di colore grigio-giallastro, a tratti addensata ed a tratti sciolta, con inclusi elementi piroclastici (Faces tufo campano). | | | | | | | | 10 |
| 48 | | | | | | | | | | | | |
| 49 | | | | | | | | | | | | |
| 50 | | 50,0 | 3,0 | | | | | | | | | |

Certificato: **CBC 20254** del: **19/02/14**

Protocollo n°: **CBA 2230** del: **13/02/14**

Commessa n°: **345**

Committente: **ITALFERR S.p.A.**

Sondaggio: **P8**

Riferimento: Indagini geonostiche tratta Canello-Frasso e variante linea Roma-Napoli

Data esecuzione: **17-18/01/14**

Coordinate: **N 41° 00' 59,0" - E 14° 24' 33,9"**

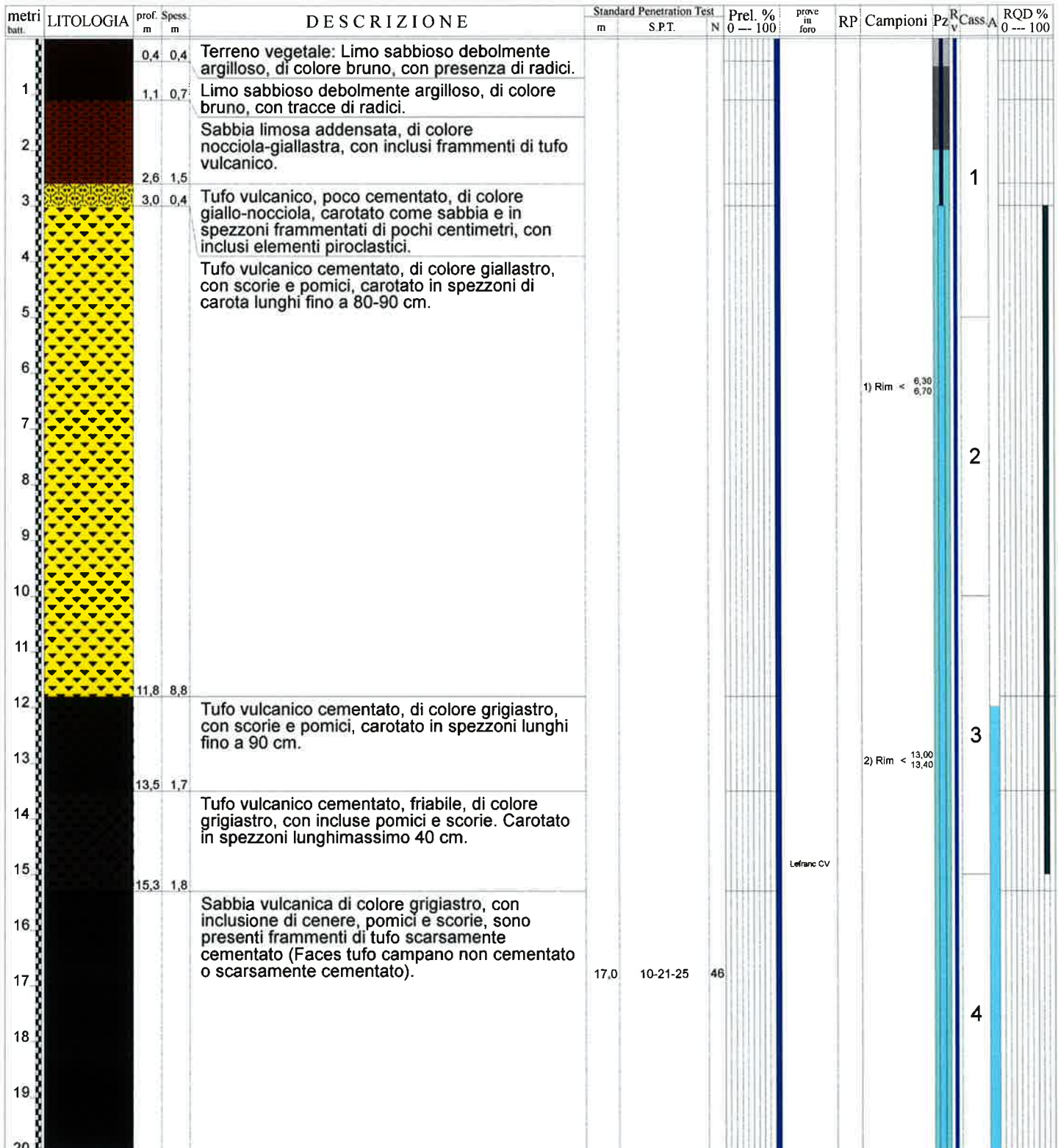
Quota: **46,00**

Perforazione: **Carotaggio continuo**

SCALA 1:100

STRATIGRAFIA - P8

Pagina 1/2



Il Responsabile di Sito:
dott. geol. Giuseppe Scicolone

Il Vice Direttore di Laboratorio:
dott. geol. Sabrina Chiavetta

Certificato: CBC 20254 del: 19/02/14

Protocollo n°: CBA 2230 del: 13/02/14

Commessa n°: 345

Committente: ITALFERR S.p.A.

Sondaggio: P8

Riferimento: Indagini geostatiche tratta Canello-Frasso e variante linea Roma-Napoli

Data esecuzione: 17-18/01/14

Coordinate: N 41° 00' 59,0" - E 14° 24' 33,9"

Quota: 46,00

Perforazione: Carotaggio continuo

SCALA 1:100

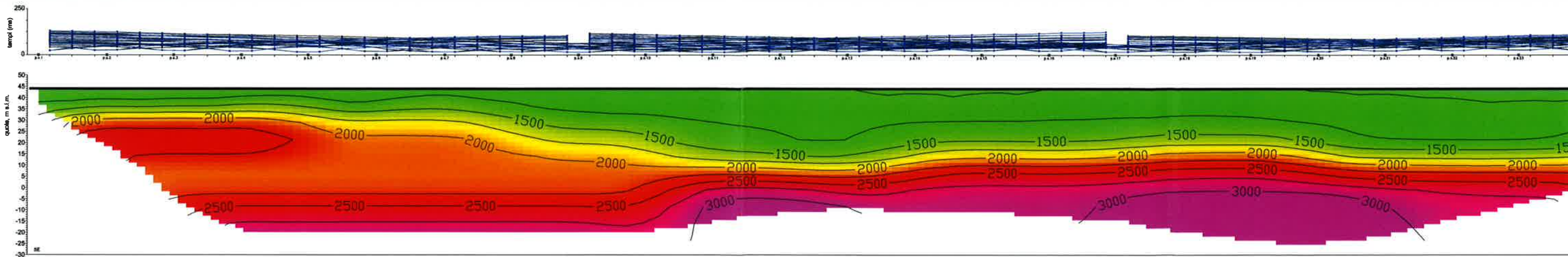
STRATIGRAFIA - P8

Pagina 2/2

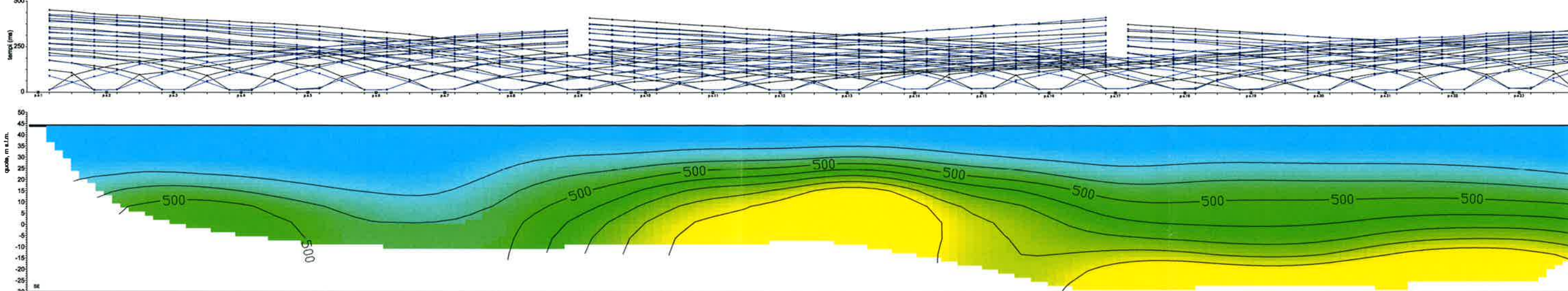
| metri batt. | LITOLOGIA | prof. m | Spess. m | DESCRIZIONE | Standard Penetration Test | | | Prel. % 0 --- 100 | prove in foro | RP | Campioni | Pz _v | R _{Cass} | RQD % 0 --- 100 |
|----------------|-----------|------------|-------------|---|---------------------------|----------|----|----------------------|---------------------|----|----------|-----------------|-------------------|--------------------|
| | | | | | m | S.P.T. | N | | | | | | | |
| 21 | | | | Sabbia vulcanica di colore grigiastro, con inclusione di cenere, pomici e scorie, sono presenti frammenti di tufo scarsamente cementato (Faces tufo campano non cementato o scarsamente cementato). | 21,0 | 8-22-38 | 60 | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | | | | | |
| 26.5 | | | | | 26,5 | 11-19-32 | 51 | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 30,0 | 14,7 | | | | | | | | | | | |

3) Rim < 28,00
26,50

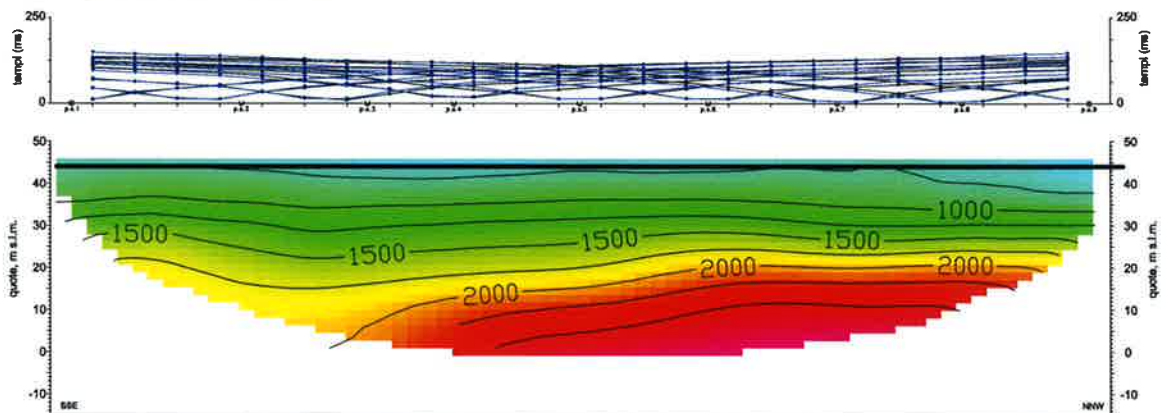
Profilo sismico a rifrazione - onde P



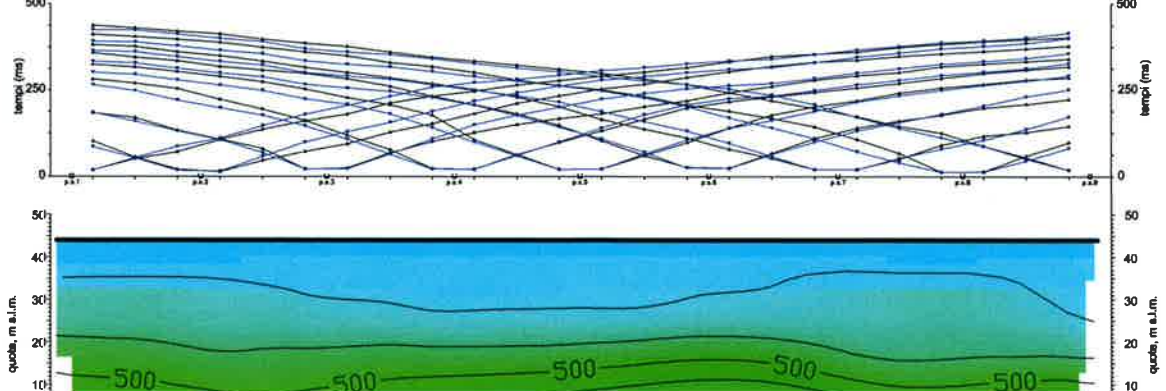
Profilo sismico a rifrazione - onde SH



Profilo sismico a rifrazione - onde P

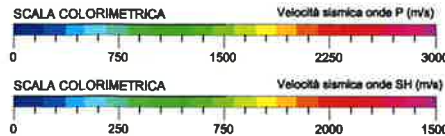


Profilo sismico a rifrazione - onde SH

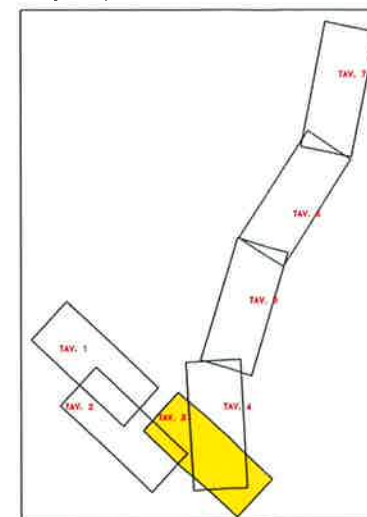


LEGENDA:

- Dromocrone:
 - dati sperimentali
 - valori calcolati con l'interpretazione tomografica
- Punto di scoppio
- Superficie topografica
- Curve di isovelocità sismica e relativo valore (m/s) (equidistanza 100 m/s)
- Maglia cella tomografica 1,8x0,9 m



Key map



COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIM
PROGRAMMA NODO

PROGETTAZIONE:

DIREZIONE TECNICA
U.O. GEOLOGIA

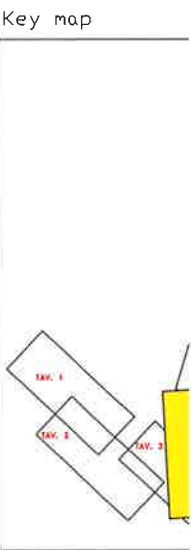
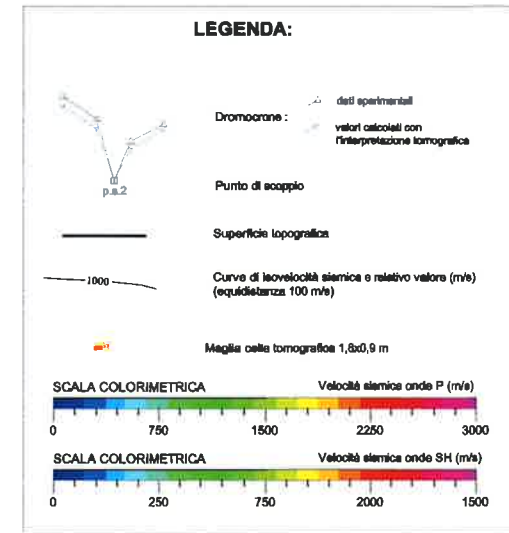
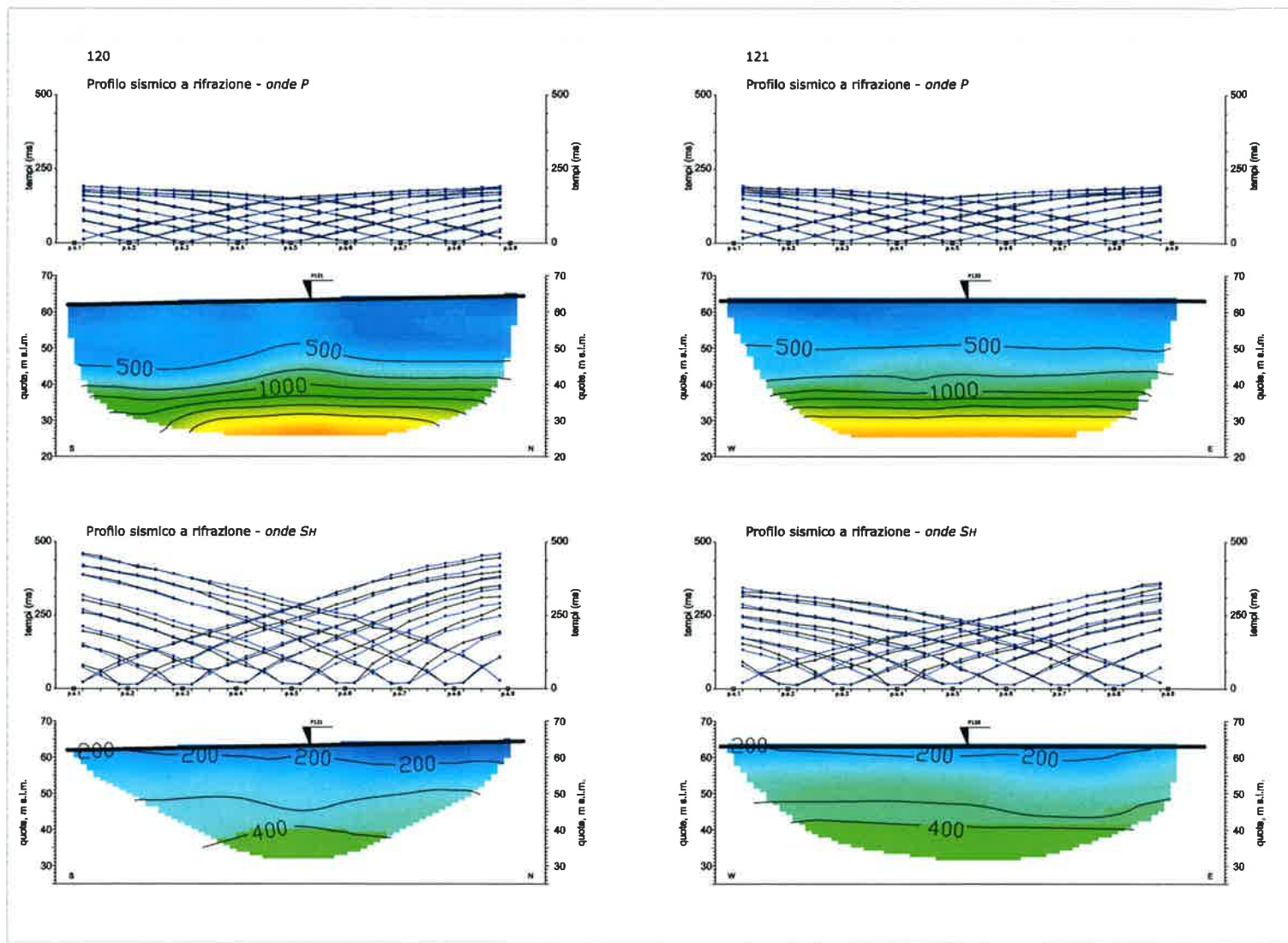
PROGETTO DEFINITIVO

ITINERARIO NAPOLI - BARI
RADDOPPIO CANCELLO - BENEVELI
TRATTA CANCELLO - FRASSO TELE
ALLA LINEA ROMA NAPOLI VIA CAS

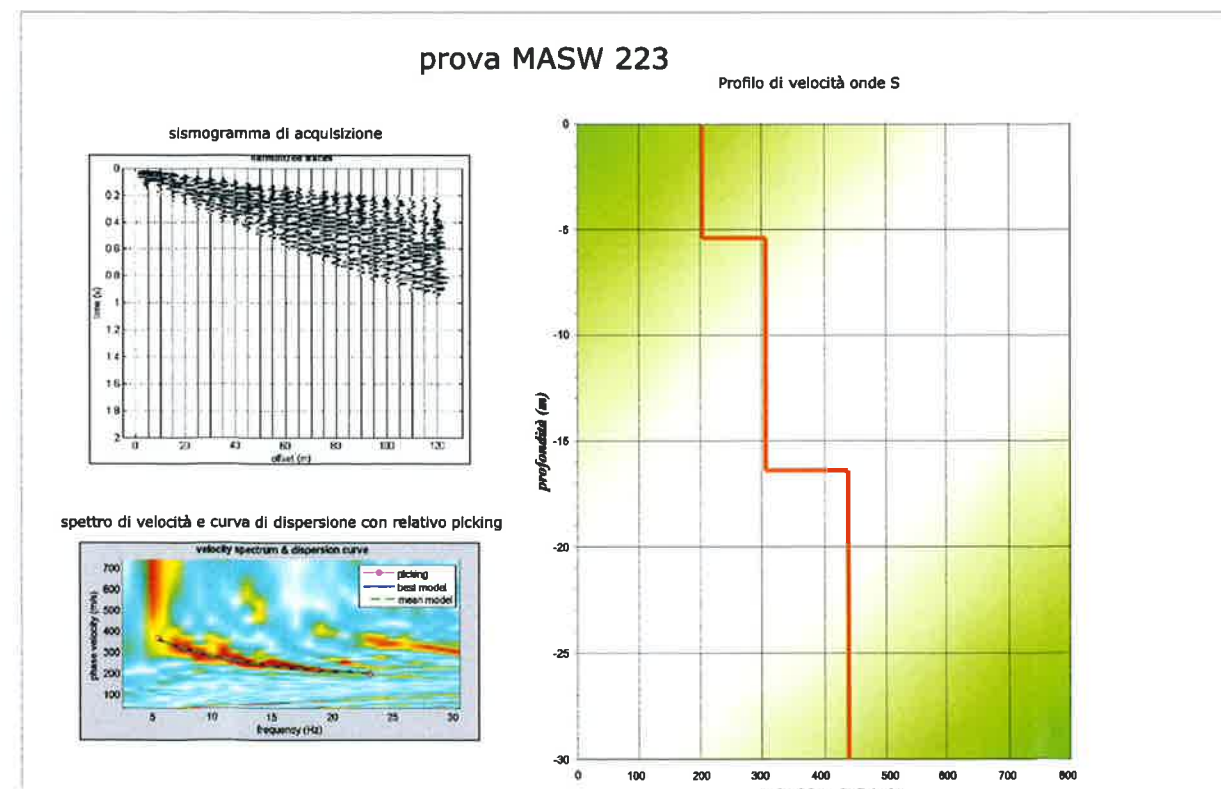
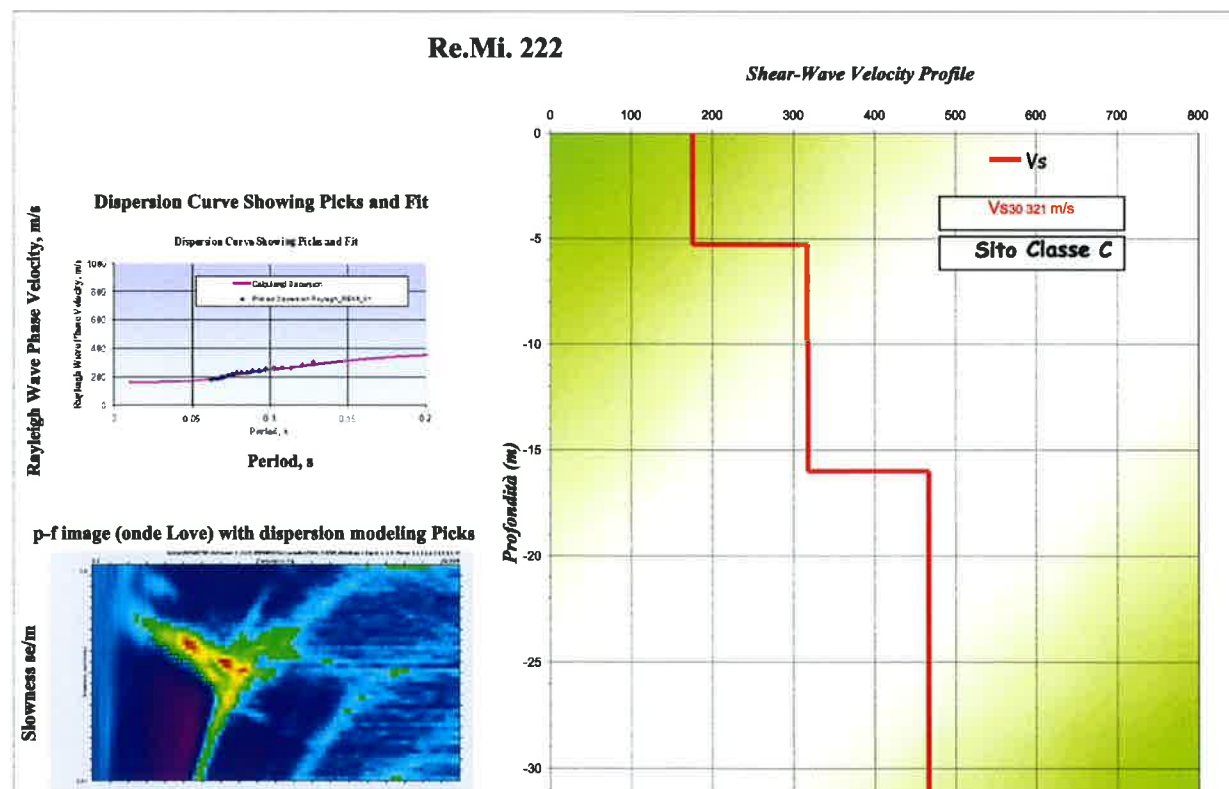
INDAGINI GEOFISICHE
Linea sismica 128 e 126

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OF

IF51 01 D 69 IG C



SCALA : 1:1000



COMMITTENTE:

RFI
RETE FERROVIARIE
GRUPPO FERROVIE DELLO ST.

DIREZIONE INVESTIM
PROGRAMMA NODO

PROGETTAZIONE:

DIREZIONE TECNICA
U.O. GEOLOGIA

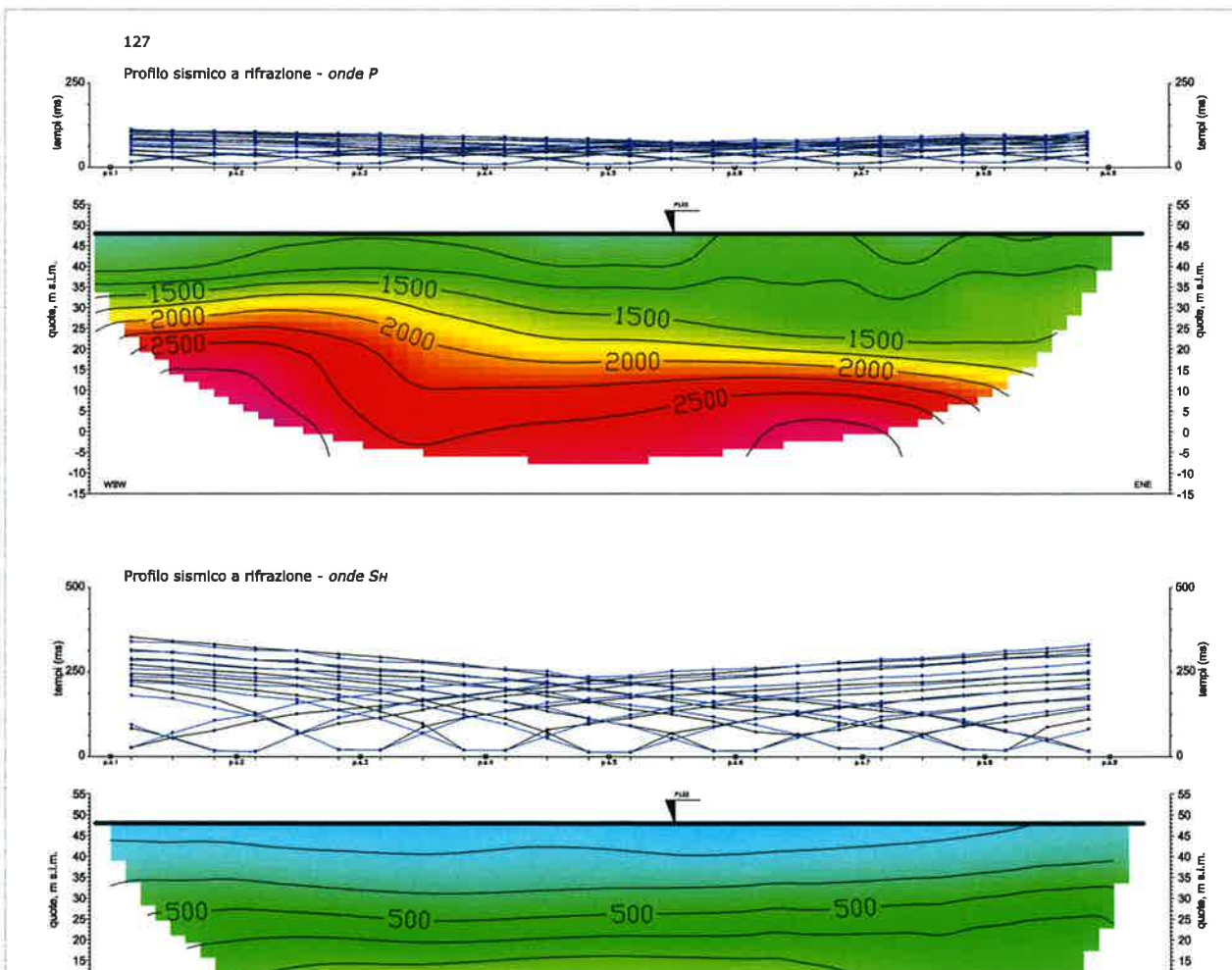
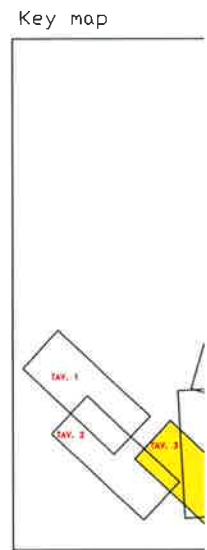
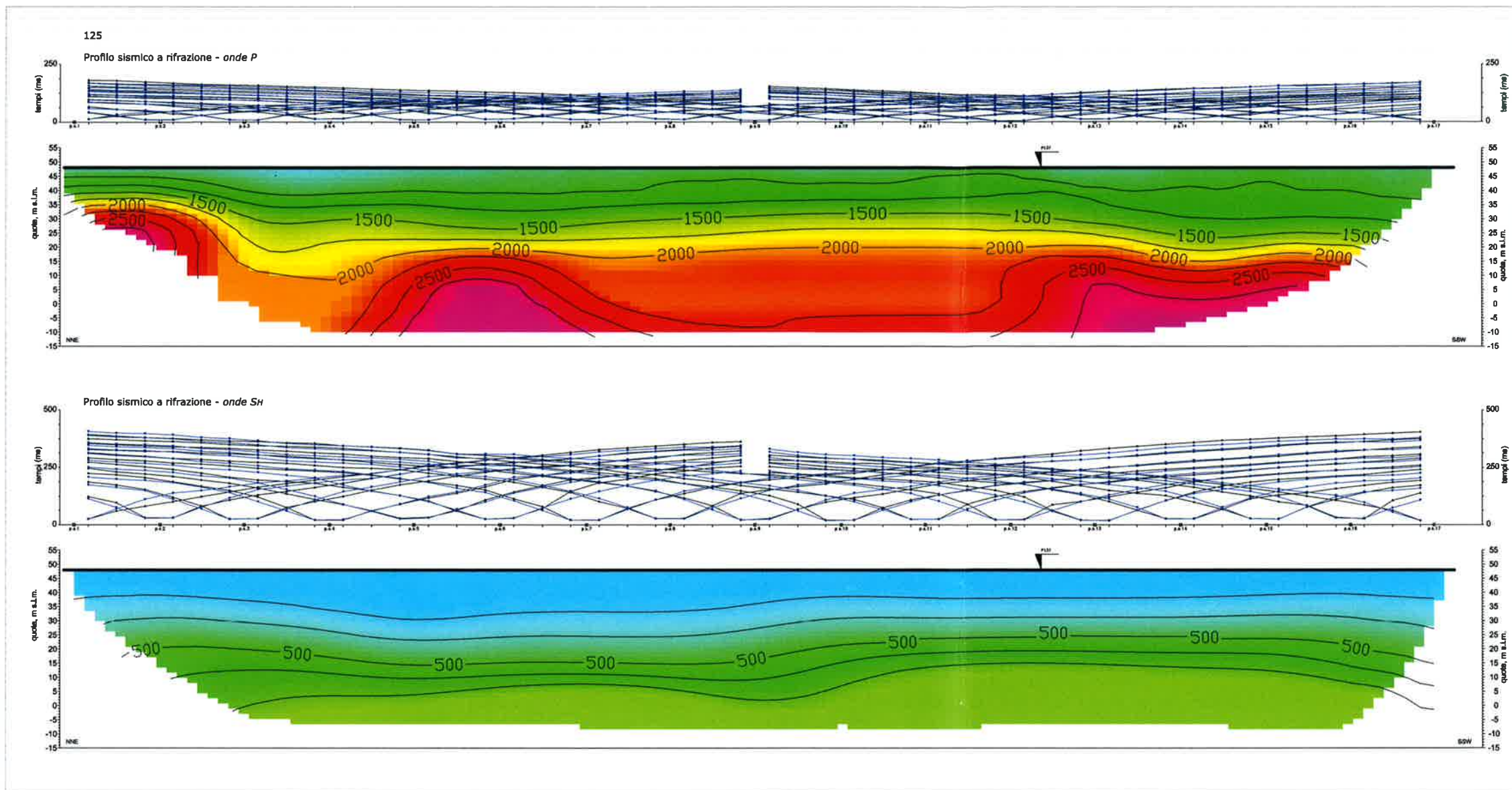
PROGETTO DEFINITIVO

ITINERARIO NAPOLI - BARI
RADDOPPIO CANCELLO - BENEVEI
TRATTA CANCELLO - FRASSO TELE
ALLA LINEA ROMA NAPOLI VIA CAS

INDAGINI GEOFISICHE
Linea sismica 120-121- ReMi :

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC.OF

IF51 01 D 69 IG C



LEGENDA:

- Dromocrona: dati sperimentali (triangles), valori calcolati con l'interpretazione tomografica (dashed lines)
- Punto di scoppio (star symbol)
- Superficie topografica (solid line)
- Curve di isovelocità sismica e relativo valore (m/s) (equidistanza 100 m/s)
- Maglie celle tomografiche 1,8x0,9 m (orange squares)

SCALA COLORIMETRICA Velocità sismica onde P (m/s)

0 750 1500 2250 3000

SCALA COLORIMETRICA Velocità sismica onde SH (m/s)

0 250 750 2000 1500

COMMITTENTE:

RETE FERROVIARIE
GRUPPO FERROVIE DELLO ST.

DIREZIONE INVESTIM
PROGRAMMA NODO

PROGETTAZIONE:

DIREZIONE TECNICA
U.O. GEOLOGIA

PROGETTO DEFINITIVO

ITINERARIO NAPOLI - BARI
RADDOPPIO CANCELLO - BENEVEI
TRATTA CANCELLO - FRASSO TELE
ALLA LINEA ROMA NAPOLI VIA CAS

INDAGINI GEOFISICHE
Linea sismica 125 e 127

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OF

IF51 01 D 69 IG G