

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



S.O. GEOLOGIA TECNICA

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

**LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA
 NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA
 LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA
 LOTTO 1C BUONABITACOLO - PRAIA**

Supporto scientifico per la validazione dello Studio Geologico, Geomorfologico e Idrogeologico relativo al PFTE della Linea AV Salerno - Reggio Calabria Lotti 1b-1c

SCALA:

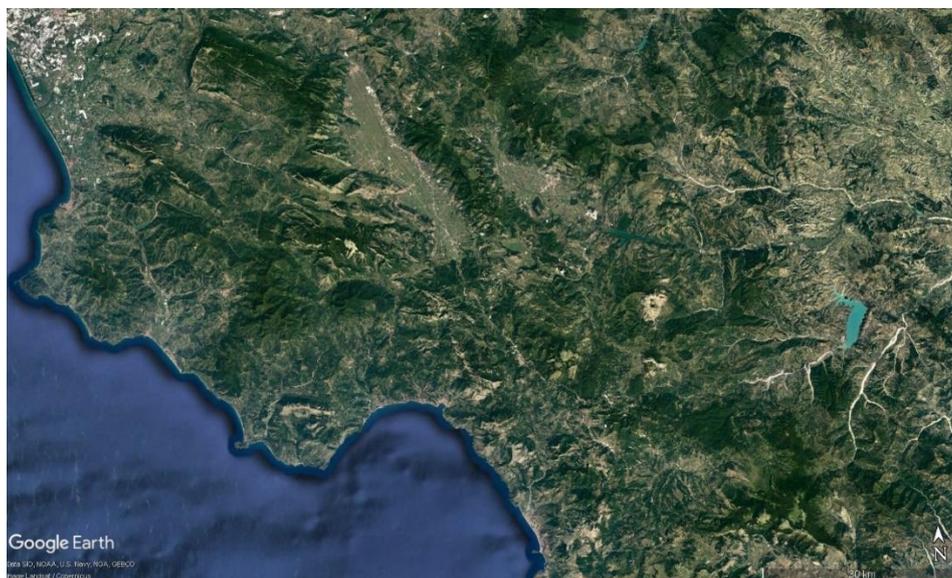
-

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

RC2A C1 R 69 RG GE0001 003 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	DiSTAR UNINA	Luglio 2023	S. Giugliano A. Pignatosa	Luglio 2023	I. D'Amore	Luglio 2023	G. BENEDETTI Luglio 2023
								ITALFERR S.p.A. Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane Dott. Geol. Giampaolo Benedetti Ordine dei Geologi Emilia Romagna n. 1019

REPORT SCIENTIFICO n. 1



PRIMO REPORT LOTTI 1b_1c ITALFERR: NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTI 1b_1c – Romagnano – Praia

Responsabili Scientifici

Prof. Domenico Calcaterra

Prof. Stefano Vitale

Gruppo di Lavoro

Prof. Vincenzo Allocca

Prof. Diego Di Martire

PRIMO REPORT LOTTO 1b-1c ITALFERR 7-7-2023

luglio 2023

Complesso Universitario Monte Santa'Angelo - Via Vicinale Cupa Cintia, 21, Napoli

Indice

PREMESSA	5
1) CARTOGRAFIE, CATALOGHI, INVENTARI E DATABASE ESISTENTI	7
1.1 Cartografie geologiche e tematiche contenute in pubblicazioni scientifiche	7
1.2 Cartografie geologiche	8
1.3 Cataloghi, inventari e database	8
1.4 Cartografie idrogeologiche e tematiche contenute in pubblicazioni scientifiche e banche dati	9
2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELL'APPENNINO MERIDIONALE	10
3. ASSETTO TETTONO-STRATIGRAFICO DEL SETTORE MERIDIONALE DELLA CAMPANIA, BASILICATA OCCIDENTALE E CALABRIA SETTENTRIONALE	15
3.1. Stratigrafia	16
3.1.1 Complesso di Accrezione Liguride	16
3.1.2 Dominio di Piattaforma Carbonatica Appenninica	21
3.1.3 Unità del Bacino lagonegrese-molisano	23
3.1.4 Depositi dei bacini di wedge-top	24
3.1.5 Depositi del Pleistocene-Attuale	26
4. ASSETTO TETTONO-STRATIGRAFICO DELL'AREA DEL TRACCIATO LOTTI 1B E 1C	27
4.1 UNITÀ AD AFFINITÀ' SICILIDE (O PARASICILIDE).....	29
4.1.1 Tufiti di Tusa (TUT)	29
4.1.2 Gruppo delle Argille Variegate (AVS, Argille Varicolori Superiori)	29
4.1.3 Formazione di Monte S. Arcangelo (FMS)	30
4.1.4 Argille Varicolori Inferiori (ALV).....	30
4.2 UNITÀ NORD-CALABRESE	30
4.2.1 Formazione del Saraceno (SCE)	30

4.2.2	Formazione delle Crete Nere (CRN).....	31
4.3	UNITÀ ALBURNO-CERVATI-POLLINO, MONTI DELLA MADDALENA E MONTE FORAPORTA (PIATTAFORMA APPENNINICA)	31
4.3.1.	Dolomia Superiore (DBS).....	31
4.3.2	Dolomie e Calcari del Monte Foraporta (FOP).....	32
4.3.3.	Calcari a Palaeodasycladus (CPL).....	32
4.3.4.	Calcari oolitici ed oncolitici (CDO)	32
4.3.5.	Calcari a Cladocoropsis e Clypeina (CCM).....	33
4.3.6.	Calcari con Requenie e Gasteropodi (CRQ).....	33
4.3.7.	Calcari a Radiolitidi (RDT)	34
4.3.8	Calcari Biolitoclastici con Rudiste (CBI).....	34
4.3.9	Formazione di Trentinara (TRN)	34
4.3.10	Formazione Di Cerchiara (FCE)	35
4.3.11	Formazione del Bifurto (BIF).....	35
4.3.12	Dolomie Indifferenziate (DOC)	35
4.4	UNITÀ BULGHERIA/LUNGRO-VERBICARO	36
4.4.1	Dolomia Superiore (DBS)/Dolomia Principale (DPR).....	36
4.4.2	Calcari di Monte Crivo (CRH)	36
4.4.3	Calcari con Selce e Marne del Bulgheria (BHE).....	36
4.4.4	Brecce a Selce (SEE).....	37
4.4.5	Conglomerati e Calcareniti di Serra Pollino (BCR).....	37
4.4.6	Formazione del Bifurto (BIF).....	37
4.5	UNITÀ DEL BACINO LAGONEGRESE-MOLISANO.....	37
4.5.1	Formazione di Monte Facito (FAC)	37
4.5.2	Calcari con Selce (SLC)	38

4.5.3 Scisti Silicei (STS).....	38
4.5 DEPOSITI PLIO-QUATERNARI (DEPOSITI DISTINTI IN BASE AL BACINO DI PERTINENZA)	38
4.5.1 SINTEMA DI BIVIO (RGC)	39
4.5.2 SINTEMI DI PALOMONTE E BOTTIGLIERI (BTL, PLM).....	39
4.5.3 TRAVERTINO DI TUFARIELLO (TUF).....	39
4.5.4 SINTEMA DI AULETTA (AUL)	39
4.5.5 SINTEMA DELLA CERTOSA DI PADULA (PAD).....	40
4.5.6 SINTEMA DI BUONABITACOLO (BUO).....	40
4.5.7 SINTEMA DEL NOCE (NCE).....	40
5. REPORT ITALFERR	41
5.1 Aspetti geologici	41
5.1.1 Thrust di Casalbuono.....	41
5.1.2 Antiforme di Monte Pennarrone	42
5.1.3 Antiforme di Serra del Palo	42
5.1.4 Thrust di Serra Murazze	43
5.2 Aspetti idrogeologici.....	44
5.3 Interferenze con Inventari frane	48
Bibliografia.....	49

Oggetto: Supporto scientifico per la validazione dello Studio Geologico, Geomorfologico e Idrogeologico relativo al PFTTE della Linea AV Salerno - Reggio Calabria Lotti 1b-1c (Convenzione tra ITALFERR e DiSTAR del 14 marzo 2023)

PREMESSA

In ottemperanza a quanto previsto all'art. 2 della Convenzione di ricerca stipulata tra ITALFERR S.p.A. e DiSTAR (prot. n° DAC.ACCO.0041184.22.U del giorno 14 marzo 2023), è stata redatta la presente nota al fine di validare lo studio geologico condotto da ITALFERR per l'analisi del contesto geologico e delle principali criticità presenti lungo il corridoio ferroviario oggetto di confronto nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica dei Lotti 1b e 1c della Linea AV Salerno-Reggio Calabria (Figure 1 e 2).

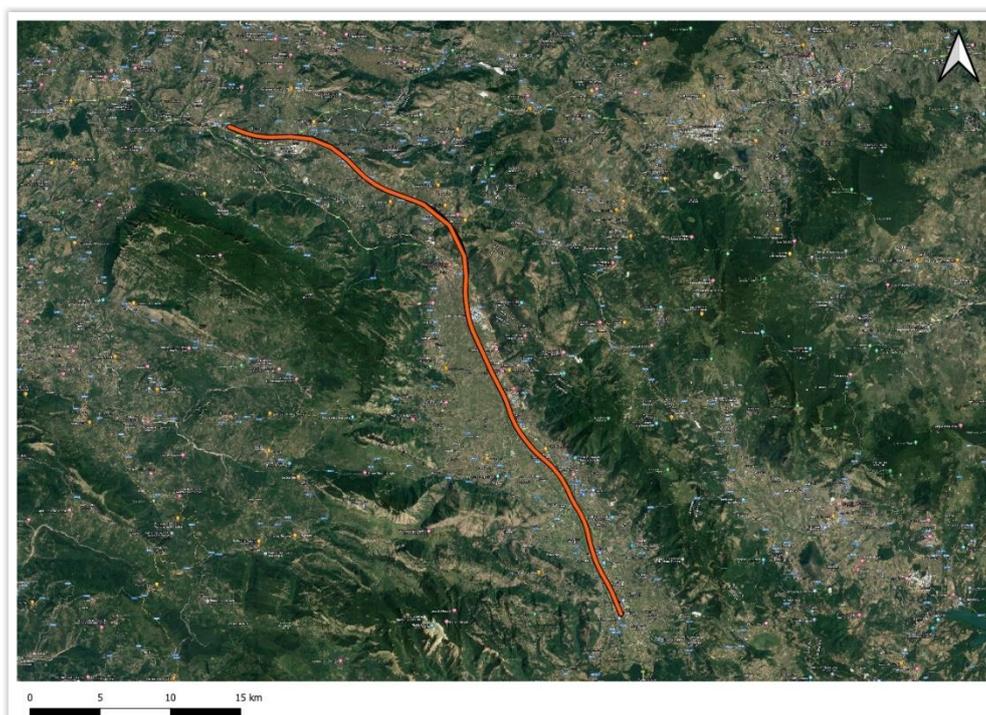


Figura 1. Localizzazione geografica della tratta ferroviaria Lotto 1b

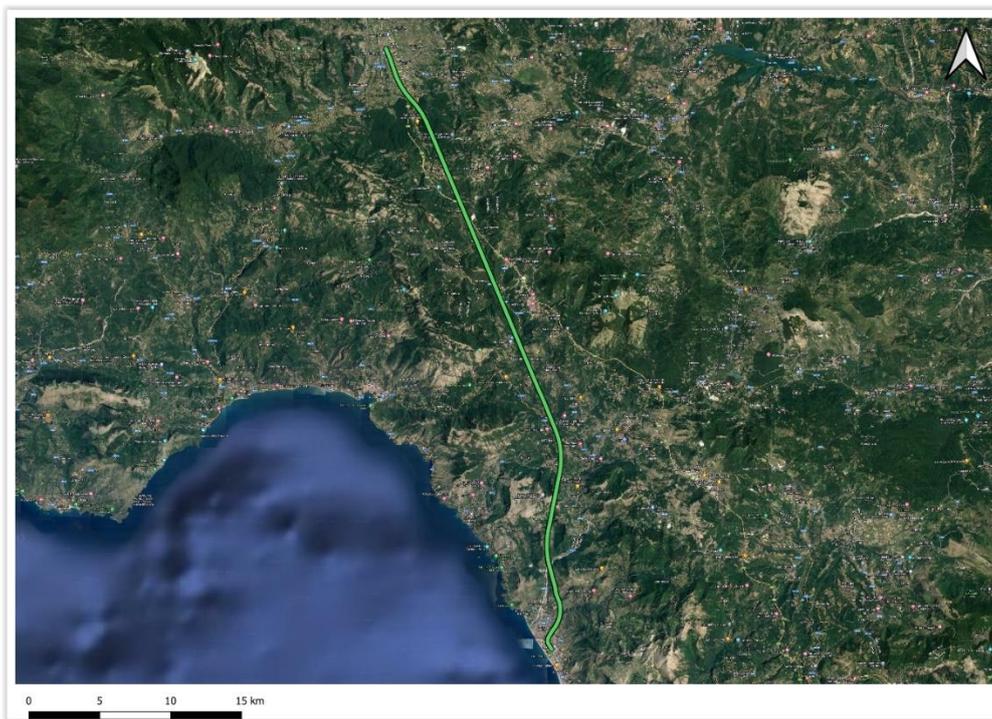


Figura 2. Localizzazione geografica della tratta ferroviaria Lotto 1c

Lo studio dei tracciati dei Lotti 1b e 1c gode di un approfondimento, derivante dagli esiti di due campagne di rilevamento geologico e di una campagna geognostica pregressa condotta dalla committenza. Le campagne di rilevamento geologico sono state svolte tra maggio e settembre 2021 nell'autunno 2022 (settembre-ottobre) e primavera 2023 (marzo), con dettaglio in scala 1:10.000 lungo il tracciato di progetto estendendo le osservazioni dirette fino alla distanza di 1 km ai due lati dell'asse tracciato. La campagna geognostica comprende sondaggi a carotaggio continuo e indagini geofisiche di superficie. Nei fori di sondaggio sono state eseguite prove sismiche tipo Down-Hole, prove SPT, prove pressiometriche, e prove di permeabilità tipo Lefranc (o Lugeon); alcuni fori sono stati inoltre attrezzati con piezometri o con inclinometri. Sono stati altresì prelevati campioni rimaneggiati e indisturbati, inviati a laboratorio per l'esecuzione di prove geotecniche. Per il Lotto 1b sono stati eseguiti 36 sondaggi con profondità da 30 a 152 m, e per il Lotto 1c, 54 sondaggi con profondità da 30 a 325 m. In totale sono state eseguite 4 tomografie geoelettriche di 450-500m e 4 tomografie sismiche di 800-1200 m.

Il confronto sul modello geologico, geomorfologico e idrogeologico tra i componenti del DiSTAR, committenza e ITALFERR è avvenuto per via telematica attraverso la piattaforma TEAMS nei seguenti giorni:

- 13/02/23: lancio dell'attività di confronto sul modello geologico, geomorfologico e idrogeologico
- 20/02/23: confronto sul modello geologico
- 27/02/23: Riunione di aggiornamento del modello geologico
- 09/03/23: Riunione di aggiornamento del modello idrogeologico
- 20/03/23: Riunione di aggiornamento del modello idrogeologico
- 27/03/23: Riunione di aggiornamento del modello idrogeologico
- 18/05/23: Riunione di aggiornamento del modello geologico e interpretazione dati sismici
- 01/06/23: Riunione di aggiornamento del modello geologico in seguito alle campagne di rilevamento
- 09/06/23: Riunione di aggiornamento del modello geologico

Inoltre, sono state effettuate due campagne di rilevamento geologico e analisi di sondaggi geognostici nell'area di Lagonegro nei seguenti giorni:

- 3-4/05/23
- 29-30/05/23

1) CARTOGRAFIE, CATALOGHI, INVENTARI E DATABASE ESISTENTI

Le seguenti cartografie, cataloghi, inventari e database sono state utilizzati per il supporto scientifico.

1.1 Cartografie geologiche e tematiche contenute in pubblicazioni scientifiche

- Vitale, S., Prinzi, E.P., Tramparulo, F.D.A., De Paola, C., Di Maio, R., Piegari, E., Sabbatino, M., Natale, J., Notaro, P., Ciarcia, S., 2020a. Late Miocene-early Pliocene out-of-sequence thrusting in the southern Apennines (Italy). *Geosciences*, 10(8), 301. ISSN: 2076-3263. <https://doi.org/10.3390/geosciences10080301>

- Vitale, S., Ciarcia, S., 2018. Tectono-stratigraphic setting of the Campania region (Southern Italy). *Journal of Maps*, 14, 9-21. ISSN: 1744-5647. <https://doi.org/10.1080/17445647.2018.1424655>
- Vitale, S., Iannace A., 2004. Analisi dello strain finito in 3D dell'Unità Pollino-Ciagola (confine calabro-lucano, Italia meridionale). *STUDI GEOLOGICI CAMERTI. NUOVA SERIE*, vol. 2, p. 153-167, ISSN: 0392-0631 con allegata Carta Geologica dell'area compresa tra Maratea, Castrovillari e Sangineto.

1.2 Cartografie geologiche

- 2018/2023. Carta Geologica della Campania in scala 1:250.000 e nota illustrativa. Ordine dei Geologi della Campania
- Foglio 504-Sala Consilina del Progetto CARG - Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 e relative note illustrative;
- Foglio 505-Moliterno del Progetto CARG - Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 e relative note illustrative;
- Foglio 521-Lauria del Progetto CARG - Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 e relative note illustrative;
- Foglio n. 198 – Eboli della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 e relative note illustrative;
- Foglio 199-Potenza della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 e relative note illustrative;
- Foglio 220-Verbicaro della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 e relative note illustrative;
- Stralci di carte geologico-strutturali sono contenute in lavori scientifici tematici su aree.

1.3 Cataloghi, inventari e database

- Catalogo IFFI – Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia;
- Cartografia PAI – Piano di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino regionale del fiume Sarno;
- Cartografia PAI – Piano di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino Appennino Meridionale

- DISS Working Group (2015) Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.2.0: A Compilation of Potential Sources for Earthquakes Larger Than M 5.5 in Italy and Surrounding Areas. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (CC-BY NC SA). <http://dx.doi.org/10.6092/INGV.IT-DISS3.2.0>
- Catalogo ITHACA – ITaly HAZard from CAPable faults;
- Archivio indagini nel sottosuolo (Legge 464/84) disponibile sul sito ISPRA.
- Pubblicazioni scientifiche: Fusco, Francesco, Rita Tufano, Pantaleone De Vita, Diego Di Martire, Mariano Di Napoli, Luigi Guerriero, Florindo Antonio Mileti, Fabio Terribile, and Domenico Calcaterra. "A revised landslide inventory of the Campania region (Italy)." *Scientific data* 10, no. 1 (2023): 355.

1.4 Cartografie idrogeologiche e tematiche contenute in pubblicazioni scientifiche e banche dati

- Celico P., 1978. *Schema idrogeologico dell'Area di Intervento del P.S. 29 (scala 1:400.000)*. Progetto Speciale per l'utilizzazione delle acque degli schemi idrici intersettoriali del Lazio Meridionale, Tronto, Abruzzo, Molise e Campania, TAV. I. Cassa per il Mezzogiorno, Direzione Generale, Progetti Speciali, Roma.
- Celico P., 1983. *Carta idrogeologica dell'Italia centro-meridionale. Marche e Lazio meridionali, Abruzzo, Molise e Campania (scala 1:400.000)*. Progetto Speciale per l'utilizzazione delle acque degli schemi idrici intersettoriali del Lazio Meridionale, Tronto, Abruzzo, Molise e Campania, TAV. I. Cassa per il Mezzogiorno, Direzione Generale, Progetti Speciali, Roma.
- Budetta P., Celico P., Corniello A., de Riso R., Ducci D., Nicotera P., Nota d'Elogio E., 1988. *Carta idrogeologica della Campania 1:250.000*. Mem. Soc. Geol. It. Atti del 74° Congr. Naz. "L'Appennino campano-lucano nel quadro geologico dell'Italia meridionale". 13-17 Settembre, Sorrento (Napoli), A79-A81.
- Cartografia idrogeologica del PTA (Piano di Tutela delle Acque). Regione Campania, 2004-2007.
- Allocca V., Celico F., Celico P., De Vita P., Fabbrocino S., Mattia C., Monacelli G., Musilli I., Piscopo V., Scalise A. R., Summa G., Tranfaglia G., 2007. *Carta Idrogeologica dell'Italia*

Meridionale (scala 1:250.000). In: “Note illustrative della Carta Idrogeologica dell’Italia Meridionale”. Mem. Ist. Pol. Zecca Stato, 1-211 (2007), ISBN 88-448-0215-5.

- De Vita P., Allocca V., Celico F., Fabbrocino S., Mattia C., Monacelli G., Musilli I., Piscopo V., Scalise A.R., Summa G., Tranfaglia G., Celico P., 2018. *Hydrogeology of continental southern Italy*. Journal of Maps, 14:2, 230-241.
- Distretto Idrografico dell’Appennino Meridionale, 2023. *Cartografia idrogeologica del Piano di Gestione della Acque. Piano I Fase (ciclo 2009-2014), Piano II Fase (ciclo 2015-2021), Piano III Fase (ciclo 2021-2027)*. <https://www.distrettoappenninomeridionale.it/index.php/pdg-acque-articolo>.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELL’APPENNINO MERIDIONALE

L’area interessata dal corridoio ferroviario dell’AV dei Lotti 1b e 1c ricade nel settore meridionale della regione Campania ed in parte della Basilicata occidentale e Calabria settentrionale e comprende un segmento della catena orogenica dell’Appennino meridionale. Tale orogene (Figura 3a) fa parte di una lunghissima catena di montagne che circonda il Mar Mediterraneo centro-occidentale (e.g., Vitale e Ciarcia 2013, 2018). L’Appennino meridionale è il risultato della sovrapposizione tettonica di varie falde tettoniche caratterizzate da diverse successioni di terreni depositatesi in diversi ambienti sedimentari, da mare basso a bacini pelagici (Figura 3b). La dorsale orogenica è costituita da resti dei depositi di copertura oceanica del Complesso d’Accrezione Liguride tettonicamente ricoprenti successioni spesse di carbonati mesozoici appartenenti alla Piattaforma Appenninica (Mostardini e Merlini 1986) che formano l’ossatura dell’Appennino meridionale. I carbonati mesozoici e i depositi cenozoici pre- e sin-orogenici si sovrappongono tettonicamente alle successioni pelagiche del bacino meso-cenozoico Lagonegrese-Molisano che formano un complesso cuneo tettonico embricato, a sua volta sovrastante le successioni della Piattaforma Apula sepolte al di sotto della catena orogenica esposta. L’Appennino meridionale deriva dalla subduzione della litosfera oceanica (Oceano Ligure; e.g., Vitale et al. 2013, 2019) al di sotto della placca Europa/AlKaPeCa sin dal Paleocene (Rossetti et al. 2001; Carminati et al. 2012; Vitale e Ciarcia 2013). La catena appenninica rappresenta un esempio di orogene collisionale in arretramento, il cui fronte orogenico è migrato verso E/SE con la formazione del bacino di retroarco ligure-provenzale nell’Oligocene-Burdigaliano, con associata la rotazione del blocco sardo-corso e

l'apertura del bacino tirrenico nel Tortoniano-Pliocene (Dewey et al.1989; Vitale e Ciarcia 2013). Quest'ultimo evento ha portato alla formazione dell'attuale Appennino meridionale caratterizzato da più fronti arcuati. La formazione dell'avanfossa nei diversi domini paleogeografici è stata preceduta dalla flessione della litosfera di Adria (fase di forebulge) che ha causato l'esposizione, l'erosione e l'estensione di diversi settori delle piattaforme appenninica e apula (Sabbatino et al. 2020, 2021). Come il sistema bacino di retroarco-fronte orogenico-bacino di avanfossa, così la flessurazione della placca subducente è migrata verso est dall'Oligocene fino al Pleistocene inferiore.

L'evoluzione orogenica è stata caratterizzata dall'alternarsi di diversi stili tettonici di raccorciamento crostale, con una prevalenza di sovrascorrimenti pellicolari (thin-skinned tectonics) durante la formazione del Complesso d'Accrezione Liguride e chiusura del Bacino Lagonegrese-Molisano e dominati da rampe (thick-skinned tectonics), sia nella prima fase di coinvolgimento della Piattaforma Appenninica e soprattutto a partire dal Pliocene con la formazione di sovrascorrimenti fuori-sequenza che hanno modificato profondamente il prisma orogenico (Vitale et al. 2020a,b). A partire dal Pleistocene Inferiore, l'Appennino meridionale è stato interessato dall'estensione con la formazione di numerose depressioni strutturali, principalmente lungo il margine tirrenico con associato intenso vulcanismo.

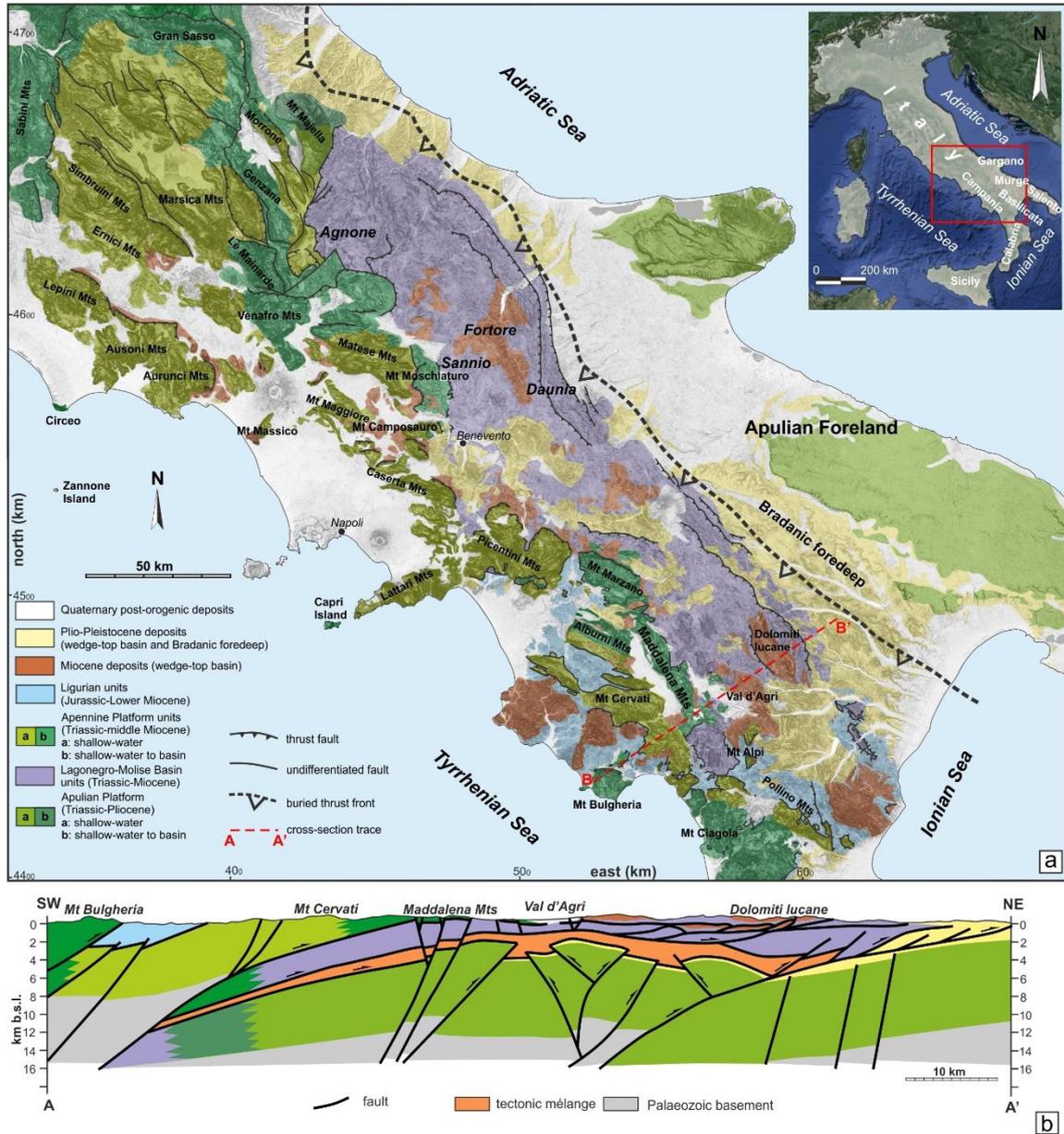


Figura 3. a) Schema geologico dell'Appennino meridionale (da Vitale and Ciarcia, 2022, modificato).
 (b) Sezione geologica (da Mazzoli et al., 2008, modificata).

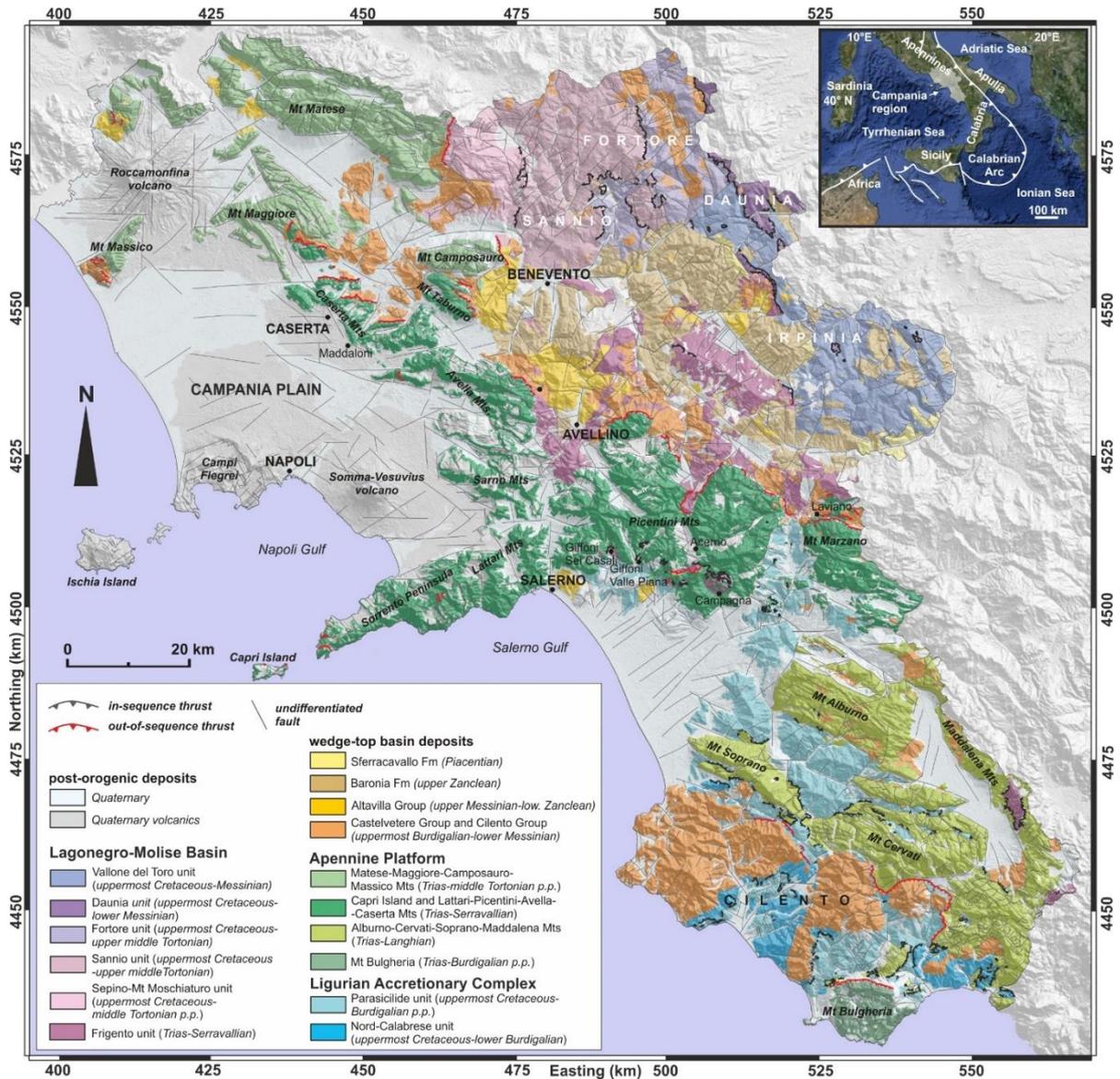


Figura 4. Carta geologica semplificata della regione Campania (da Vitale e Ciarcia., 2018, modificata).

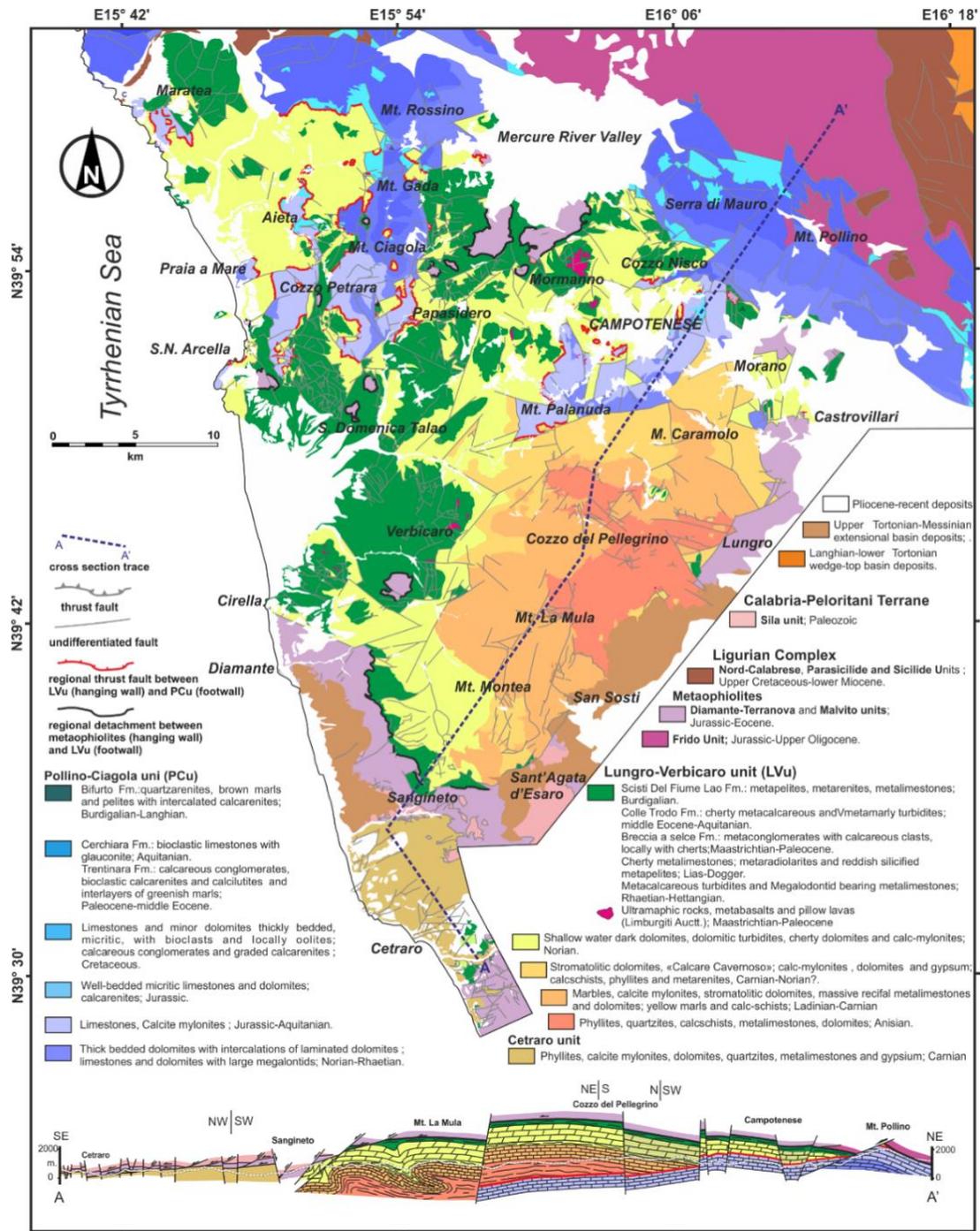


Figura 5. Carta geologica semplificata della Calabria settentrionale-Basilicata occidentale (da Vitale et al., 2020c, modificata).

3. ASSETTO TETTONO-STRATIGRAFICO DEL SETTORE MERIDIONALE DELLA CAMPANIA, BASILICATA OCCIDENTALE E CALABRIA SETTENTRIONALE

Le montagne del settore meridionale della Campania, Basilicata occidentale e Calabria settentrionale comprendono un vasto settore dell'Appennino Meridionale (Figure 3-5), dove l'impalcatura orogenica è caratterizzata dalla sovrapposizione di diverse falde di ricoprimento, raggruppate in tre complessi tettonici principali: (i) unità del Complesso di Accrezione Liguride (o unità del Bacino Liguride); (ii) unità della Piattaforma Appenninica e (iii) unità del Bacino Lagonegrese-Molisano. La pila tettonica è ricoperta in discordanza da diversi depositi di bacino di wedge-top del Neogene e da terreni post-orogenici quaternari, continentali, marini e vulcanici.

In generale, le unità del Complesso di Accrezione Liguride occupano le posizioni tettoniche più alte, sovrascorse sulle unità della Piattaforma Appenninica, che a loro volta ricoprono le unità del Bacino Lagonegrese-Molisano. Come si evince dalle informazioni di numerosi pozzi e profili sismici, effettuati per l'esplorazione petrolifera (Progetto ViDEPI) o per scopi scientifici (Progetto CROP04, Mazzotti et al., 2007), le unità Lagonegresi-Molisane formano duplex tettonici e falde imbricate che ricoprono i carbonati della Piattaforma Apula sepolta. Tuttavia, questa geometria è ulteriormente resa più complessa dalla successiva reimbricazione della pila tettonica che localmente inverte la sequenza di sovrapposizione strutturale descritta. Associata alla formazione di thrust fuori-sequenza, lungo la catena sono presenti diverse antiformali alla scala regionale come quella del Monte Sirino con associate faglie normali a basso angolo (LANF; Mazzoli et al., 2006) che hanno portato al denudamento della cresta e, complice l'erosione superficiale e l'attività di faglie normali ad alto angolo successive, all'esposizione dei thrust-sheet più profondi come le unità lagonegresi.

L'evoluzione orogenica mio-pliocenica è stata segnata dalla sedimentazione di depositi torbiditici calci- e silico-clastici, sia nei bacini di avanfossa che nei bacini di wedge-top (e.g. Ascione et al., 2012), le cui età vincolano e definiscono la sequenza temporale degli impulsi tettonici (e.g. Vitale e Ciarcia, 2013), tra cui alcuni sovrascorrimenti fuori-sequenza, che spesso rappresentano le strutture da raccorciamento meglio conservate della regione (Vitale et al., 2017). A partire dal Pleistocene inferiore, la catena è stata soggetta ad un nuovo regime tettonico caratterizzato da un'estensione NE-SO (Hyppolite et al., 1994) con la formazione di faglie prevalentemente estensionali che dissecano l'intera struttura orogenica (Caiazza et al., 2006). Durante queste fasi tettoniche

estensionali, lungo il margine della Campania e sul fianco occidentale dell'Appennino Meridionale, si sono generate diverse depressioni strutturali tra le quali il Vallo di Diano e il Bacino di Auletta, controllate principalmente da faglie normali a sviluppo NO-SE e NE-SO. Queste aree sono state sede della sedimentazione di depositi più o meno potenti di ambiente lacustre e marino costiero, spesso alternati e ricoperti da rocce vulcaniche, soprattutto durante il tardo Pleistocene-Olocene.

3.1. Stratigrafia

3.1.1 Complesso di Accrezione Liguride

Il Complesso di Accrezione Liguride (Ciarcia et al., 2012) è costituito dalle unità tettoniche del Bacino Liguride che comprendono le successioni delle unità Nord-Calabrese e Parasilide, affioranti estesamente nel settore meridionale della Campania (Figura 2). Tali terreni sono in gran parte esposti nella zona del Cilento e nella valle del Fiume Sele. L'Unità Parasilide, ricoperta tettonicamente dall'Unità Nord-Calabrese, affiora in Cilento in alcune finestre tettoniche (ad esempio Castelnuovo Cilento) e nella valle del fiume Mingardo, mentre l'unità Nord-Calabrese è esposta principalmente nella Valle del Fiume Alento e nella zona di Sapri.

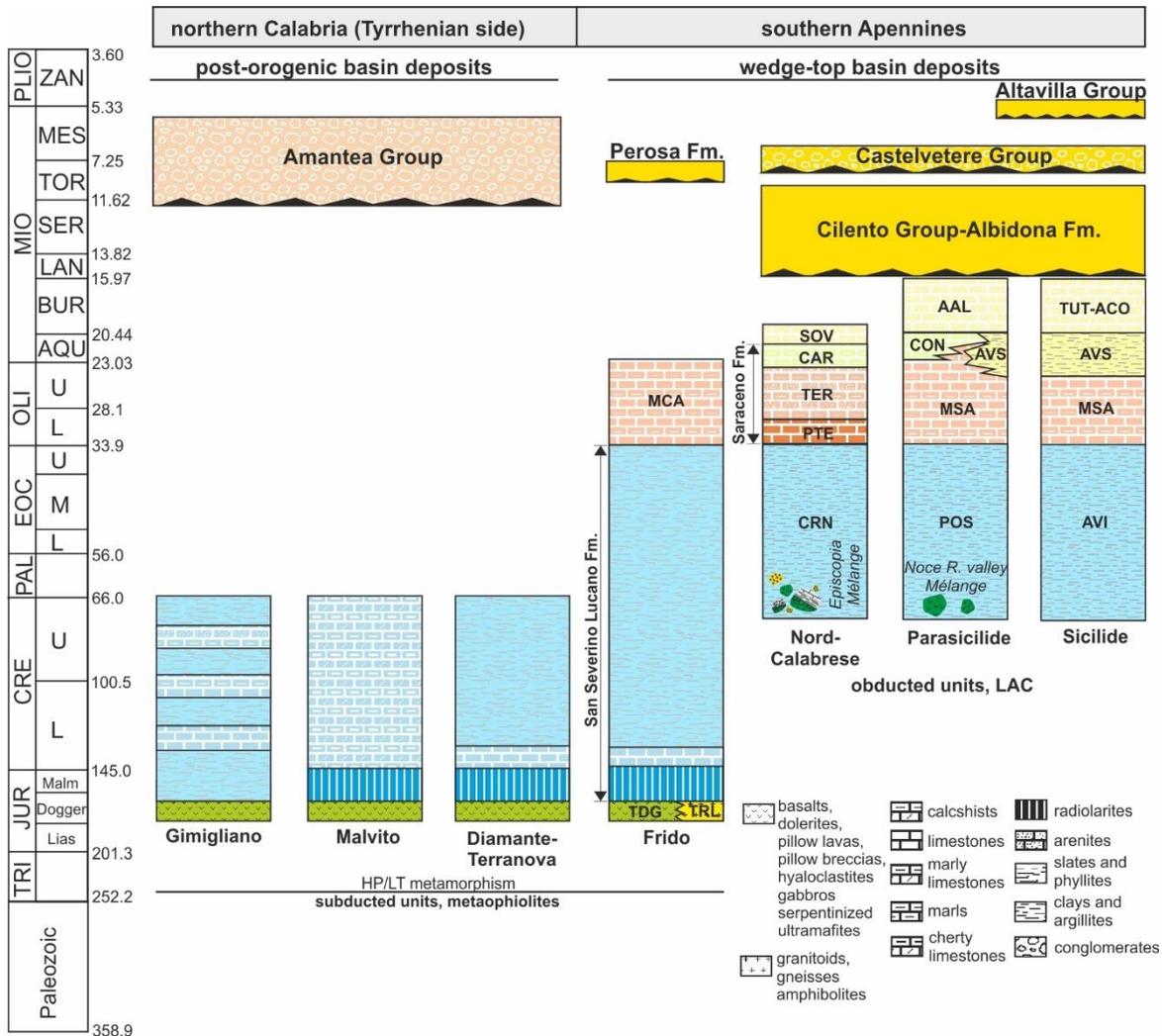


Figura 6. Schema stratigrafico delle unità del Bacino Liguride (Campania meridionale, Basilicata occidentale e Calabria settentrionale, da Vitale et al., 2019, modificata). TDG: Timpa della Guardia Fm.; TRL: Timpa Rotalupo Fm.; MCA: Monte Caramola Fm.; SOV: Sovereto Fm.; CAR: Carpineta Mbr.; TER: Terranova del Pollino Mbr.; PTE: Punta Telegrafo Mbr.; CRN: Crete Nere Fm.; AAL: Arenarie di Albanella Fm.; CON: Contursi Fm.; MSA: Monte Sant'Arcangelo Fm.; POS: Postiglione Fm.; TUT: Tufiti di Tusa Fm.; ACO: Arenarie di Corleto Fm.; AVS: Argille Varicolori Superiori Fm.; AVI: Argille Varicolori Inferiori Fm.

Unità Nord-Calabrese

L'unità Nord-Calabrese, spesso almeno 1200 metri, è costituita da tre formazioni: i) Formazione delle Crete Nere (Cretacico terminale - Eocene Medio); ii) Formazione del Saraceno (Eocene superiore - Aquitaniano basale) e iii) Formazione del Sovereto (Aquitaniano inferiore – Burdigaliano basale). La Formazione delle Crete Nere (Bonardi et al., 1988a) comprende alla base un'alternanza di quarzareniti e argilliti, ricoperte da black shales, argilliti e torbiditi calciclastiche. La Formazione

del Saraceno (Bonardi et al., 1988b; Vitale et al., 2011; Ciarcia et al., 2012) è costituita da torbiditi calciclastiche, localmente silicizzate, passanti verso l'alto a torbiditi silico- e calci-clastiche con noduli di selce scura, torbiditi marnoso-arenacee con brecciole. La successione è coperta della Formazione del Sovereto, depositi di avanfossa costituiti da arenarie sottilmente laminate e intercalazioni pelitiche.

Unità Parasicilide

L'Unità Parasicilide (Ciarcia et al., 2009; Vitale et al., 2011), spesso fino a 1000 metri, comprende quattro formazioni. Alla base, le Argille Scagliose (Ciarcia et al., 2012), di età Cretacico terminale-Eocene medio, consistono in tre successioni eteropiche: (i) arenarie micacee, argille varicolori e calcare con selce grigio-verdastri; (ii) argilliti silicifere brunastre, marne e calcari marnosi e (iii) argille e argilliti scure con intercalazioni di marne e calcari con selce. La successione passa verso l'alto alla Formazione di Monte Sant'Arcangelo (Ogniben, 1969) dell'Eocene superiore-Aquitano p.p., caratterizzata da calcari marnosi e, subordinatamente, calcareniti, marne siltose e arenarie micacee. Le Argille Varicolori, di età Oligocene superiore-Aquitano p.p., parzialmente eteropiche con la parte alta della Formazione di Monte Sant'Arcangelo, comprendono argille rossastre, grigiastre e verdastre, calcareniti e marne biancastre. La successione termina con i depositi di avanfossa delle Arenarie di Albanella (Donzelli e Crescenti, 1962; Selli, 1962; Critelli et al., 1994), di età Burdigaliano p.p., costituite da arenarie in strati e banchi con intervalli di marne biancastre.

Unità Sicilide

L'Unità Sicilide è costituita da una successione comprendente quattro formazioni, costituite, dal basso verso l'alto, da argille e ardesie (Argille Scagliose Fm.), evolventi verso l'alto a marne e calcari (Monte Sant'Arcangelo Fm.), argille, marne e lenti di calcareniti ricche di foraminiferi (Argille Varicolori Fm.) ed infine ad arenarie quarzolitiche di avanfossa (Arenarie di Corleto Fm.) con intercalazioni di vulcanoclastici andesitici (Tufiti di Tusa Fm.; Ogniben, 1960). Lo spessore di questo deposito è di circa 1000 m, e l'età varia tra il Cretaceo superiore e il Burdigaliano.

Unità del Frido

L'unità del Frido è una sequenza OCT formata da rocce cristalline oceaniche e continentali ricoperte da depositi di bacini profondi, affioranti nella regione Basilicata e al confine Basilicata-Calabria settentrionale (Vitale et al., 2013). La porzione di crosta oceanica è costituita da metagabbri, metadoleriti e cuscinetti di lava (Timpa della Guardia Fm.), che passano lateralmente a masse di rocce del mantello continentale crostale e subcontinentale tra cui peridotiti serpentinite, gneiss, anfiboliti, granofel e metacarbonati (Timpa Rotalupo Fm.). La sovrastante successione metasedimentaria è costituita da metaradiolariti, calcescisti, filladi, quarziti e metapeliti (San Severino Fm.) ed infine da calciscisti dell'Oligocene superiore (Monte Caramola Fm.; Vitale et al. al., 2013). L'unità del Frido generalmente sovrasta l'unità Nord-Calabrese, anche se localmente le unità Nord-Calabrese e Parasicilide coprono tettonicamente l'Unità del Frido per mezzo di faglie normali ad angolo basso (Vitale et al., 2013).

Unità di Diamante-Terranova, Gimigliano e Malvito

Tutte queste unità metaofiolitiche sono esposte nella Calabria settentrionale, racchiuse tra le falde CPT in alto, e le successioni metamorfiche di Adria (unità di Lungro-Verbicaro e Cetraro) in basso. L'unità Diamante-Terranova è costituita da metabasalti foliati, calcari serici, filladi e calcescisti (Fedele et al., 2018). L'unità di Gimigliano è formata da serpentiniti alla base, ricoperte da oficalciti, metabasalti foliati, metaialoclastiti, metapeliti policrome, metalcalcari e un'alternanza di metareniti, metapeliti e metacarbonati. Nell'area dell'Intavolata sono presenti anche lave a cuscino deformate. Una successione simile, pur non comprendendo rocce serpentinitiche, è esposta nella zona di Rose-Fuscaldo. Infine, l'unità di Malvito comprende metabasalti a cuscino, generalmente debolmente deformati, ricoperti da metaradiolariti, metapeliti e metacalcari selciosi.

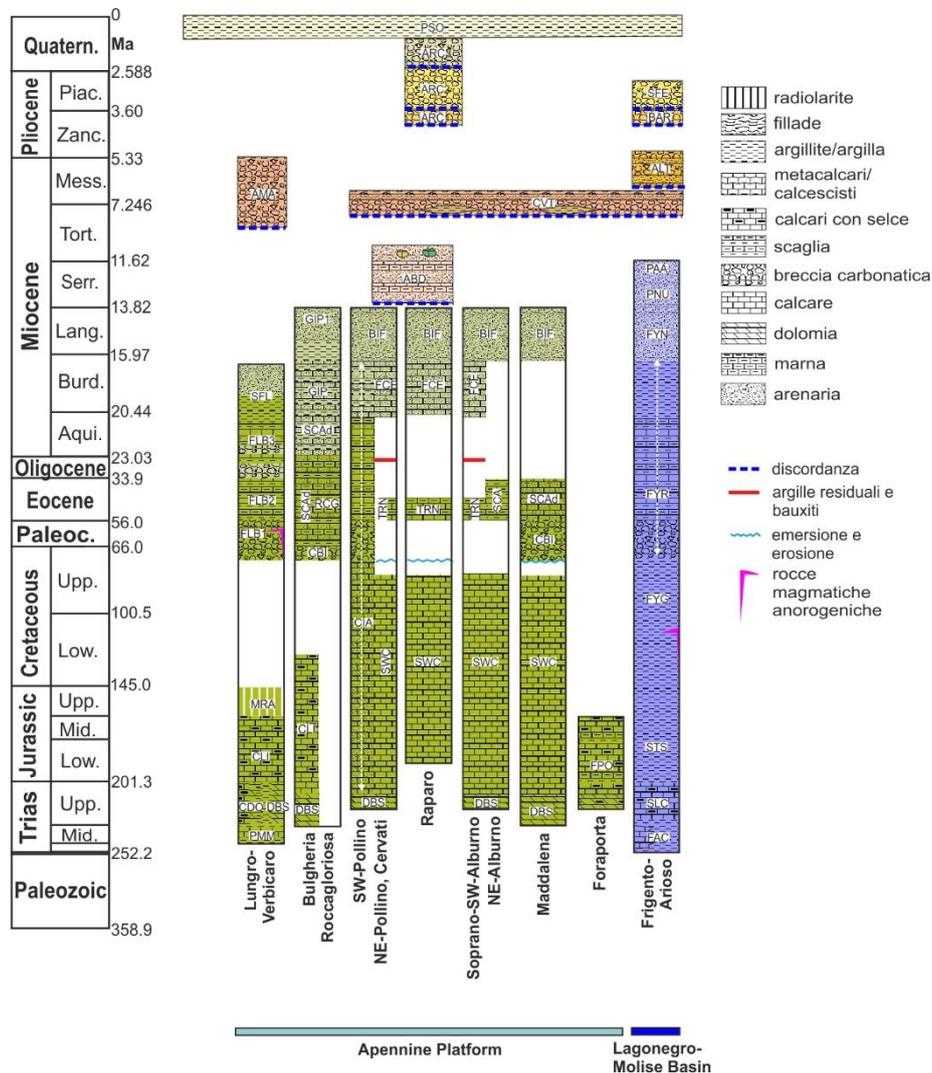


Figura 7. Schema stratigrafico delle unità della Piattaforma Appenninica e Bacino Lagonegre-Molisano (Campania meridionale, Basilicata occidentale e Calabria settentrionale, da Vitale e Ciarcia, 2013, modificata). Piattaforma Appenninica: BIF: Bifurto; CBI: Calcari Cristallini; CDO: dolomie con selce; CIA: calcari di scarpata; CLI: calcari con selce; DBS: Dolomia Superiore; FCE: Cerchiara; FLB1: Alberosa (Breccie Poligeniche); FLB2: Alberosa Fm (Calcari a Nummiliti); FLB3: Alberosa Fm (Serra Costantino); FOP: Dolomie e Calcari di Monte Foraporta; FYN: Flysch Numidico; GIP: Argilliti e Calcari di S. Giovanni a Piro. MRA: metaradiolariti; PMM: filladi, metacalcarei e metareniti; RCG: Calcari e Argilliti di Roccagloriosa; SCA: Scaglia; SCAd: Scaglia DetriticaFL: Scisti del F. Lao; SWCcarbonati di mare basso del Giurassico-Cretacico; TRN: Trentinara. Lagonegro-Molise Basin: AVG: Argille Variegate; CPA: Corleto Perticara; FAC: Monte Facito; FYG: Flysch Galestrino;; FYR: Flysch Rosso; PAA: Serra Palazzo; PNU: depositi post-Numidici; SLC: Calcari con Selce; STS: Scisti Silicei.

3.1.2 Dominio di Piattaforma Carbonatica Appenninica

Monte Bulgheria, Rocca gloriosa e Unità di Lungro-Verbicaro

La successione sedimentaria esposta a Monte Bulgheria (Scandone et al., 1964), spesso circa 1800 metri, è formata alla base da dolomie e calcari di mare basso, del Norico-Hettangiano p.p. (Dolomia Superiore), passanti verso l'alto a calcari con selce, calcari oolitici ad Ellipsactinia, di ambiente da scarpata a bacino del Giurassico. Questi sedimenti sono ricoperti da calcareniti pseudosaccaroidi e calciruditi con frammenti di rudiste del Cretacico terminale-Paleocene (ISPRA, 2023a), cui seguono calcilutiti marnose giallastre e rossastre, con foraminiferi planctonici, marne verdoline e rossastre, di età Eocene-Burdigaliano p.p. (Scaglia Condensata Auct). La serie passa verso l'alto alla Formazione di S. Giovanni a Piro (ISPRA, 2023a) costituita da argilliti scure, calcari marnosi e marne, arenarie silicizzate e quarzose, calcareniti con *Miogypsina* sp., di età Burdigaliano p.p.

La successione affiorante a Rocca gloriosa, spesso almeno 450 metri, è formata, invece, soltanto dai Calcari Cristallini, del Cretacico terminale-Paleocene, di ambiente di scarpata superiore e dalla più distale Scaglia Condensata eocenico-burdigaliana, ricoperta da depositi di avanfossa langhiani definiti da argilliti color tabacco con intercalazioni di brecciole calcaree, arenarie numidiche e arcose (Formazione del Bifurto, Selli, 1957).

La successione dell'Unità Lungro-Verbicaro (Iannace et al., 2007) presente al confine calabro-lucano è formata alla base da dolomie riferibili al Norico-Retico, che mostra improvvisi cambiamenti laterali di facies. Nel giro di pochi chilometri, la facies della piattaforma interna passa ad facies di margine, scarpata e bacino ristretto. Il Giurassico è rappresentato principalmente da una successione di calcari con selce. Al di sopra di questo intervallo litologico localmente sono presenti radiolarite e argilliti silicizzate, di probabile età Dogger. La sovrastante Formazione di Colle Trodo (Selli 1957), poggia in modo disconforme sulle formazioni più antiche. La sua base è costituita da conglomerati carbonatici grossolani o Breccie Poligeniche di Damiani (1970) di età Maastrichtiano-Paleocene. Queste ruditi sono seguite bruscamente da metapeliti rosse e verdi con frequenti letti di torbiditi calcaree e marne giallastre. Gli abbondanti macroforaminiferi che caratterizzano quest'ultimo intervallo indicano un'età tra l'Eocene e il Miocene inferiore. Una raffinata età dall'Eocene medio all'Aquitano è stata ottenuta mediante biostratigrafia del nannoplancton (D'Errico 2004). Seguono peliti e areniti con microforaminiferi del Miocene inferiore (Scisti del Fiume).

Monti del Pollino, di Lauria, Alburni, Cervati, Soprano e Chianello

Nel settore meridionale della Campania fino al confine calabro-lucano la maggior parte delle dorsali carbonatiche è costituita da successioni analoghe, con uno spessore compreso tra 2000 e 2500 metri, formate da una base di dolomie del Norico - Hettangiano p.p. (Dolomia Superiore), evolventi verso l'alto a Calcari a *Cladocoropsis* e *Clypeina* del Giurassico-Cretacico Inferiore e Calcari con *Requienie* e *Gasteropodi*. La pila sedimentaria continua, dopo piccoli episodi di emersione, localmente segnati da argille rosse residuali, con Calcari a *Rudiste* e *Orbitolinidi* e Calcari a *Radiolitidi* del Cretacico Superiore.

Dopo una lacuna stratigrafica del Cretacico terminale-Paleocene, la successione passa verso l'alto alla Formazione di Trentinara (Selli, 1962), di età Eocene inferiore e medio, costituita da depositi di mare basso con alla base calcareniti con alveoline, calcare nodulari e conglomerati a matrice marnosa e argillosa, lenti di marne e argille verdoline, giallastre e rosate. Sul Massiccio degli Alburni si rinvencono, localmente, calcareniti con macroforaminiferi, marne rossastre e grigie, calcari marnosi con selce. Dopo un'altra lacuna, la sequenza continua con argille rosse lateritiche oligo-aquitane e depositi della Formazione di Cerchiara-Rocccaspide (Selli, 1957) caratterizzata da calcareniti glauconitiche, con alla base livelli caratteristici di ostreidi e pectinidi, dell'Aquitano p.p.-Burdigaliano. La successione termina con depositi di avanfossa della Formazione del Bifurto di età langhiana.

Monti della Maddalena - Monte Foraporta

La successione esposta ai Monti della Maddalena è spessa 1200-1400 metri ed è costituita alla base da carbonati di mare basso, dolomie del Norico - Hettangiano p.p. (Dolomia superiore), calcari e calcari dolomitici del Giurassico-Cretacico Inferiore. La successione verso l'alto continua con la Formazione dei Calcari Cristallini del Cretacico terminale-Paleocene, qui formati da calciruditi a macroforaminiferi di ambiente di scarpata superiore. La successione triassico-paleocenica è eteropica con dolomie massive, formatesi in seguito a processi di dolomitizzazione tardiva. L'intera pila di sedimenti è sigillata dalla Formazione del Bifurto. La successione del Monte Foraporta (Selli, 1962; Boni et al., 1974; De Alfieri et al., 1986), di età Triassico Superiore-Giurassico Superiore, spessa circa 500 metri, affiora solo nel settore sud-orientale della regione e comprende calcari e calcari

dolomitici scuri ben stratificati, di scarpata-bacino, con intercalazioni di marne giallastre, calcareniti e calciruditi con Lithiotis, ammoniti, crinoidi e echinidi. Anche queste rocce passano lateralmente a dolomie massive tardive. Localmente, alla base, sono presenti argilliti verdoline e rossastre, con intercalazioni di arenaria, strati di calcarenite e corpi biocostruiti e calcari dolomitici (Formazione di Moliterno, ISPRA, 2023b).

3.1.3 Unità del Bacino lagonegrese-molisano

Unità di Frigento

Questa unità è definita da una successione sedimentaria, con uno spessore compreso tra 2500 e 4000 m, riferibile in parte all'Unità Lagonegro II (Scandone, 1967, 1972) e caratterizzata alla base dalla Formazione di Monte Facito di età Ladinico-Carnico, di ambiente di scarpata-bacino, composta da calcilutiti e arenarie a grana fine con intercalazioni di corpi recifali costituiti da marne e calcari con coralli, crinoidi, spugne e brachiopodi. La successione evolve verso l'alto a depositi bacinali di mare profondo formati da calcari con liste e noduli di selce (Calcari con Selce) del Carnico-Norico, radiolariti e argilliti silicizzate rossastre, verdoline e violacee (Scisti Silicei) del Retico-Giurassico e argilliti silicizzate nero-blauastre con intercalazioni di calcilutiti, calcari marnosi e marne (Flysch Galestrino) del Cretacico Inferiore. La successione passa a depositi di scarpata-bacino del Cretacico Superiore-Burdigaliano del Flysch Rosso, costituito alla base da calcareniti e calciruditi con nummulitidi e alveoline, marne e argilliti verdoline e rossastre e, verso l'alto, ad argilliti varicolori. Il Flysch Rosso è ricoperto dalle arenarie numidiche (Ogniben, 1960; Patacca et al., 1992) a loro volta sottostanti diverse centinaia di metri di depositi bacinali post-numidici (Patacca et al., 1992) e torbiditi marnoso-arenacee di avanfossa, di età Serravalliano, della Formazione di Serra Palazzo (Selli, 1962). I depositi post-numidici, presenti talvolta anche in assenza delle arenarie numidiche, si osservano in diverse successioni, relative a differenti settori del Bacino Lagonegrese-Molisano, con un'età compresa tra il Miocene medio e il superiore.

3.1.4 Depositi dei bacini di wedge-top

Durante il Neogene, diverse successioni sedimentarie si sono depositate in bacini localizzati sul prisma orogenico (bacini di wedge-top o piggy-back) durante la migrazione del fronte orogenico; tali terreni, in discordanza sul substrato alloctono, localmente sigillano i contatti tettonici tra le diverse falde che costituiscono la pila tettonica (Bonardi et al., 2009; Patacca & Scandone, 2007; Vitale & Ciarcia, 2013). Generalmente, questi depositi clastici mostrano variazioni di facies, laterali e verticali nette, e la presenza di olistoliti e olistostromi. Questi terreni sono suddivisi in cinque raggruppamenti principali: (i) Gruppo del Cilento; (ii) Gruppo di Castelvetere; (iii) Gruppo di Altavilla; (iv) Formazione della Baronia e, infine, (v) Formazione di Sferracavallo.

Gruppo del Cilento e Formazione di Albidona

Questi depositi di scarpata-bacino coprono in contatto stratigrafico discordante le unità del Complesso di Accrezione Liguride. L'età di questa successione è compresa tra il Burdigaliano terminale e il Tortoniano basale. Il Gruppo del Cilento (Amore et al., 1988) comprende le formazioni di Pollica e San Mauro. La prima è costituita da torbiditi arenaceo-pelitiche sottilmente stratificate (Membro delle Arenarie di Cannicchio) seguite da torbiditi costituite da alternanze di arenarie, marne, argille e con lenti conglomeratiche. La successione passa verso l'alto alla Formazione di San Mauro formata da torbiditi siliciclastiche e calciclastiche (membro della Fogliarina). Presso il Monte Centaurino questo deposito comprende lenti di brecce con clasti di rocce cristalline continentali e olistoliti di basalti e gabbri. Nel settore meridionale della Campania, il Gruppo del Cilento passa lateralmente alla Formazione di Albidona (Bonardi et al., 1985) composta da torbiditi calcaree e marnoso-calcaree con intercalazioni di torbiditi arenacee e detrito sabbioso-conglomeratico. Nella Valle del Sele, è presente la Formazione di Monte Pruno (MP, Ciarcia et al., 2009), corrispondente alla parte inferiore del Gruppo del Cilento, costituita da argilliti grigio-verdoline con intercalazioni di arenarie, calcareniti e marne.

Gruppo di Castelvetere

Questo complesso sedimentario è formato da diverse formazioni, spesso con relazioni eteropiche tra loro: Monte Sacro, Monte Siero, Vallone Ponticello, Reino, Brecce di Punta del Capo, Castelvetere, Caiazzo e S. Bartolomeo.

La Formazione di Monte Sacro (Selli, 1962), del Tortoniano superiore, ricopre in discordanza i depositi del Gruppo Cilento. Essa è costituita da conglomerati poligenici, con dominanti clasti cristallini e subordinatamente carbonatici, immersi in una matrice sabbiosa e arenarie quarzoso-feldspatiche a grana grossolana. La Formazione di Monte Siero (Castellano & Sgrosso, 1996), del Tortoniano superiore, in discordanza angolare sui carbonati di piattaforma, comprende calciruditi con clasti calcarei e dolomitici immersi in una matrice marnosa e subordinatamente argille e brecciole a macroforaminiferi. Le formazioni del Vallone Ponticello (Ciarcia et al., 2009) e di Reino, del Tortoniano superiore, sono esposte, rispettivamente, nei territori dell'Irpinia e del Sannio. Sono costituite da torbiditi marnoso-arenacee con intercalazioni di calciruditi e calcareniti. La Formazione delle Breccie di Punta del Capo (Vitale et al., 2017), del Tortoniano superiore, ricopre i carbonati dei Monti Lattari e dei Monti di Avella. Essa è formata da calcareniti e da conglomerati, quest'ultimi costituiti da clasti di calcari, derivati dai calcari del Cretacico e dalle formazioni di Recommono e di Trentinara, con intercalazioni di lenti di arenarie e olistoliti carbonatici. Depositi analoghi, per significato e per posizione stratigrafica, sono esposti nei Monti Alburni (Ruditi dei Monti Alburni,) e sono costituiti da conglomerati calcarei con rari clasti arenacei e cristallini. La Formazione di Castelvete (Pescatore et al, 1970), del Tortoniano superiore - Messiniano inferiore, in discordanza su varie unità, è costituita alla base da conglomerati calcarei immersi in una matrice arenacea, passanti verso l'alto ad arenarie torbiditiche con intercalazioni di argille, marne e conglomerati e, ancora, olistostromi di argille varicolori e olistoliti dei carbonati di piattaforma. Nel settore settentrionale dei Monti di Caserta e nella zona del Fortore questo tipo di depositi passa lateralmente alle formazioni di Caiazzo e di S. Bartolomeo (Crostella e Vezzani, 1964, Pescatore et al., 2000), rispettivamente. La Formazione di Caiazzo copre con contatto inconforme i Monti Camposauro-Matese-Maggiore-Massico e l'Unità Sepino-Moschiaturo; alla base è composta da conglomerati calcarei che evolvono verso l'alto ad arenarie arcoseo-litiche, con cemento calcareo e clay chips, localmente con olistoliti carbonatici e olistostromi di argille varicolori. Al Monte Massico, questo tipo di depositi comprende olistoliti e clasti di marmo (Vitale et al., 2018). La Formazione di S. Bartolomeo, del Tortoniano superiore-Messiniano inferiore, discordante sull'Unità del Fortore, è costituita da arenarie arcoseo torbiditiche, argille e conglomerati poligenici spesso con clasti cristallini, con dimensioni variabili da qualche millimetro fino ad alcuni metri.

Gruppo di Altavilla

Questo gruppo è formato da due formazioni del Messiniano superiore-Pliocene basale, entrambe con contatto inconforme sui terreni sia del Gruppo di Castelvetero sia dell'Unità della Daunia: la Formazione di Altavilla e la Formazione di Anzano (Crostella & Vezzani, 1964). La Formazione di Altavilla è formata alla base da diatomiti, calcari evaporitici, livelli di gesso e di zolfo, passanti verso l'alto a depositi post-evaporitici costituiti da conglomerati, sabbie, argille siltose e argille, con intercalazioni lentiformi di argille varicolori. La Formazione di Anzano comprende alla base arenarie quarzoso-feldspatiche e conglomerati e, subordinatamente, argille e siltiti. All'interno sono presenti livelli di gesso rimaneggiato, peliti con ostracofaune ad affinità pannonica (facies di Lago-Mare) e localmente depositi evaporitici.

Formazione della Baronia

La Formazione della Baronia (Ciarcia e Vitale, 2013), di età Zancleano superiore, è una successione sedimentaria che ricopre in discordanza le successioni del Gruppo di Altavilla e i sedimenti dell'Unità del Vallone del Toro. Essa comprende conglomerati poligenici massivi e stratoidi, di ambiente continentale e transizionale al marino, sabbie giallastre di mare poco profondo, siltiti e argille grigie e, localmente, torbiditi arenacee nella parte basale.

Formazione di Sferracavallo

La Formazione di Sferracavallo (Vitale e Ciarcia, 2013), di età Piacenziano, è costituita da conglomerati poligenici ben stratificati, di ambiente continentale con transizione al marino costiero, arenarie con abbondanti gusci di molluschi, calcareniti e calciruditi bioclastiche, siltiti e argille grigio-bluestre di mare basso.

3.1.5 Depositi del Pleistocene-Attuale

Le diverse depressioni strutturali intermontane e costiere del Pleistocene sono geneticamente associate alla complessa evoluzione tectonica del settore orientale del Mar Tirreno e della Campania (Santangelo et al., 2017 cum biblio). Questi bacini sono stati colmati da sedimenti marini, lacustri e fluviali nonché da vulcanoclastiti associati all'estensione del bacino tirrenico che a partire il Pleistocene inferiore è migrato da ovest a est mettendo termine al raccorciamento orogenico (Vitale

e Ciarcia, 2013). I depositi pleistocenici con spessori importanti sono presenti nella depressione tettonica del Vallo di Diano (Villani e Pierdominici, 2010). Questa struttura è la più grande conca intermontana dell'Appennino meridionale, essa è una stretta depressione strutturale lunga 37 km, orientata NW-SE. Il bacino è delimitato su entrambi i lati da creste alte fino a 1800 m costituite da carbonati mesozoico-terziari, localmente ricoperte da flysch miocenico-pliocenico. È riempito con depositi fluviolacustrini del Pleistocene inferiore-medio, che si passano lateralmente in conoidi coalescenti del Pleistocene medio-Olocene, formando un complesso sistema deposizionale lungo la collina pedemontana orientale. Il bacino è un half-graben (Figura 8) delimitato a est da un sistema di faglie normali lungo 45 km con direzione NW-SE (Vallo di Diano Fault System; VDFS, Villani e Pierdominici, 2010).

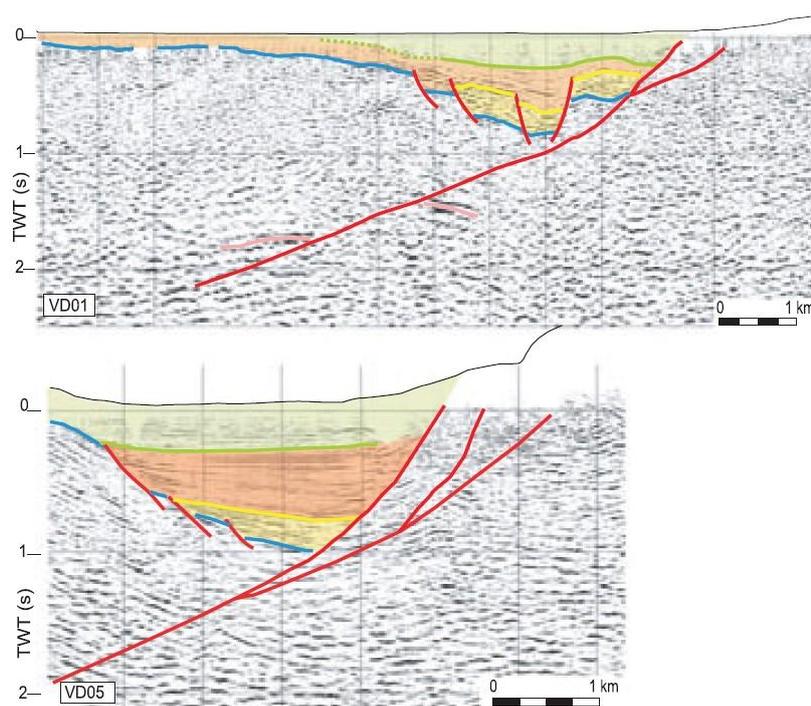


Figura 8. Profili sismici attraverso il Vallo di Diano e VDFS (da Amicucci et al., 2008).

4. ASSETTO ETTONO-STRATIGRAFICO DELL'AREA DEL TRACCIATO LOTTI 1B E 1C

Nell'area del tracciato Lotti 1b e 1c sono largamente diffuse le successioni meso-cenozoiche appartenenti all'Unità Alburno-Cervati-Pollino, Monti della Maddalena, Foraporta e Monte

Bulgheria/Lungro-Verbicaro, tutti riferibili al dominio della Piattaforma Appenninica *sensu* Mostardini e Merlini (1986). Queste successioni sono tettonicamente ricoperte dalle Unità Nord-Calabrese, Parasicilide (o ad affinità Sicilide) riferibili al dominio Liguride (Vitale et al., 2019). A loro volta l'Unità Alburno-Cervati-Pollino, Monti della Maddalena e Foraporta ricoprono tettonicamente l'Unità Lagonegrese (o unità di Frigento). I depositi discordanti di wedge-top basin sono rappresentati dalla Formazione di Albidona (Langhiano-Tortoniano inferiore) che ricopre le unità Liguridi e parzialmente le unità carbonatiche e la Formazione di Monte Sierio (Tortoniano superiore-Messiniano inferiore) che ricopre l'Unità dei Monti della Maddalena e i depositi dei Sintemi di Auletta (Pliocene superiore) e Palomonte e Bottiglieri (Pliocene superiore-Pleistocene medio p.p.). Infine, la pila tettonica è ricoperta dai depositi quaternari postorogenici.

L'architettura tettonica è definita dalla sovrapposizione tettonica delle diverse falde caratterizzata da sovrascorrimenti a basso angolo sviluppati durante il raccorciamento in sequenza orogenico nel Miocene inferiore-medio (Vitale e Ciarcia, 2013). Tuttavia, l'intera pila tettonica è interessata da thrust fuori-sequenza che hanno modificato l'iniziale geometria orogenica. Un esempio si osserva nella parte meridionale del Vallo di Diano dove i calcari cretacici e i depositi di avanfossa della Formazione del Bifurto ricoprono i terreni della Formazione di Albidona e le sottostanti unità Liguridi (ISPRA 2023b). Un altro esempio è il sovrascorrimento dei carbonati del Retico-Giurassico inf. di Monte Crivo (CRH) sull'Unità ad affinità Sicilide (UAS) nella valle del Fiume Noce (ISPRA, 2023c). Laddove i thrust fuori-sequenza non vengono a giorno ma sono ciechi, essi generano antiformali anche a scala regionale come l'anticlinale del Monte Sirino (ISPRA, 2023c). Una caratteristica di queste strutture è la presenza di faglie normali a basso angolo (LANF) lungo i fianchi che dissecano l'intera pila tettonica (Figura 8) e spesso mettono in contatto terreni più giovani su quelli più vecchi elidendo una parte cospicua di successione come i carbonati cretacici al di sopra dei terreni triassici (DBS e FOP); oppure le unità Liguridi poste al tetto della pila tettonica direttamente sulle porzioni più profonde come il caso dei terreni UAS o delle Crete Nere al di sopra della successione lagonegrese (ISPRA, 2023c; Mazzoli et al., 2006).

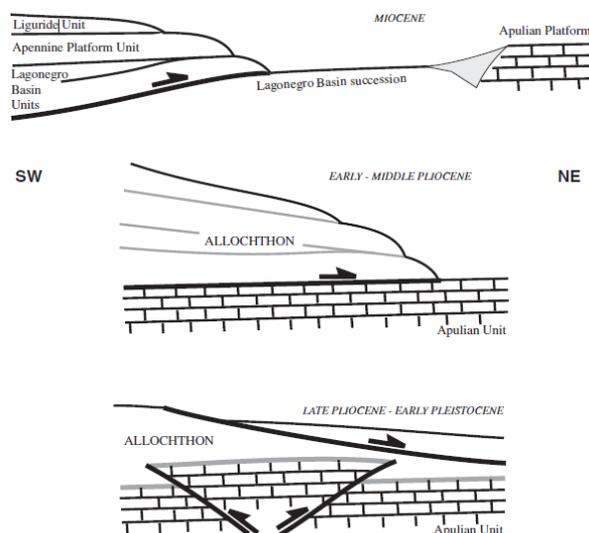


Figura 8. Evoluzione tettonica del Monte Alpi/Monte Sirino (da Mazzoli et al., 2006).

Di seguito sono descritte le principali caratteristiche stratigrafiche e sedimentarie dei litotipi affioranti (da ISPRA, 2023a,c)

4.1 UNITÀ AD AFFINITÀ SICILIDE (O PARASICILIDE)

4.1.1 Tufiti di Tusa (TUT)

Successione costituita da arenarie micacee brune con subordinato quarzo sub-arrotondato (Arenarie Numidiche), laminate, in strati medi; calcareniti e calcari marnosi avana con diffuse vene di calcite centimetriche; marne argillose, siltiti, e argilliti scagliettate brune con diffuse venature di calcite; verso l'alto, areniti quarzoso-micacee e siltiti. Associazioni microfaunistiche rimaneggiate. Contatto parzialmente eteropico con la parte alta della successione di ALV e rapporti stratigrafici con FMS. L'ambiente deposizionale è marino bacinale. Spessore di circa 50-100 m. MIOCENE INF.

4.1.2 Gruppo delle Argille Variegate (AVS, Argille Varicolori Superiori)

Argille grigio-verdi e rosso vinaccia, calcari e calcari chiari in strati sottili. presenza di olistoliti di calcari cretacei. L'ambiente deposizionale è di bacino marino profondo. Rapporti stratigrafici gradualmente alla base con FMS e in alto con TUT con cui la formazione è parzialmente eteropica. Lo spessore stimato non è superiore ai 150 m. AQUITANIANO (per posizione stratigrafica).

4.1.3 Formazione di Monte S. Arcangelo (FMS)

Alternanze non regolari di: bancate decimetrico-metriche di calcari marnosi avana e grigi, con patine manganesifere, talora silicizzati (frattura concoide); marne argilloso-siltose e argilliti marnose, con livelli di areniti micacee; calcareniti, calcari marnosi, marne e calcilutiti di colore bianco-grigio, alternate a torbiditi areanceo-calcareo-marnose in strati spessi. Sovente si rinvencono con tessitura caotica. Ambiente marino bacinale. Verso il basso e lateralmente passa a AVF; in alto passa con gradualità ad ALV e localmente a TUT. Lo spessore complessivo è di 350-400 m. EOCENE SUP. - OLIGOCENE SUP.

4.1.4 Argille Varicolori Inferiori (ALV)

Successione terrigena costituita da 4 litofacies, non distinte nel presente lavoro: Litofacies ad argilliti grigie: argille scagliose, marne e calcari marnosi grigi, arenarie micacee laminate; spessore non inferiore ai 150 m. PALEOCENE? - EOCENE MEDIO-SUP.?

Litofacies argilloso-siltosa: argille siltose e marnose grigio scuro, verso l'alto sono presenti intercalazioni di calcari e calcari marnosi; spessore stimato intorno ai 50 m .

Litofacies ad argilliti bruno-rossastre: argilliti siltoso-marnose bruno-rossastre e verdastre, alterate in piccole scaglie galestriformi, con impregnazioni di Fe-Mn; diaspri bruno-rossastri e verdastri; nella parte alta calcari e marne parzialmente silicizzati; spessore complessivo di poco superiore ai 150 m.

Litofacies argillitico-quarzitica. argilliti silicee grigio-brune, verdi e vinaccia, "quarziti", diaspri e calcari selciferi verdi e grigi, in strati da medi a molto sottili; argilloscisti con abbondanti vene di calcite ed impregnazioni bituminose e di Fe-Mn; potenza dell'ordine dei 50 m. CRETACICO SUP.? - EOCENE

4.2 UNITÀ NORD-CALABRESE

4.2.1 Formazione del Saraceno (SCE)

Calcareniti e arenarie, in matrice calcarea, di colore da grigio piombo a biancastro, con sottili intercalazioni siltose, marnose e argillose grigie, e a volte rosse e verdi; frequenti fenomeni di silicizzazione sia diffusi che localizzati a formare liste di selce nera. La microfacies è costituita da rari foraminiferi planctonici, spesso rimaneggiati. SCE passa in basso, per alternanza, a CRN. Spessore complessivo: circa 450 m. EOCENE MEDIO - MIOCENE INF?

4.2.2 Formazione delle Crete Nere (CRN)

Argilliti grigio scure e nere molto ricche in materia organica (black shales), caratterizzate da un fitto clivaggio (sleaty cleavage), con intercalazioni di quarzo-areniti grigio chiare di spessore da 10 cm al metro. Nella parte alta intercalazioni di litareniti e calcareniti a grana fine, gradate. Nella bassa valle del F. Noce sono presenti blocchi di basalti ofiolitici massicci, non metamorfici, non osservati nell'area di studio. La microfacies è data da rari foraminiferi planctonici, per lo più rimaneggiati, e nella parte medio-alta della successione, da nannoflore riferibili alla parte alta dell'Eocene medio-superiore; l'età della parte inferiore è desunta da dati bibliografici. Spessore: circa 200 m. CRETACICO SUP.? - EOCENE MEDIO

4.3 UNITÀ ALBURNO-CERVATI-POLLINO, MONTI DELLA MADDALENA E MONTE FORAPORTA (PIATTAFORMA APPENNINICA)

4.3.1. Dolomia Superiore (DBS)

Nell'area di Polla e Sala Consilina: dolomie cristalline grigie, lutitiche e arenitiche, bioclastiche e oncolitiche, ruditiche intraclastiche, con livelli stromatolitici, in strati e banchi tabulari. Tra i fossili lamellibranchi, gasteropodi (*Avicula* sp.), foraminiferi bentonici, alghe. Di frequente fratturate e/o cataclastiche, sino alla perdita dei caratteri primari diagnostici. Spessore in affioramento stimato non inferiore a 500 m. Limite inferiore non affiorante.

Nell'area del Lagonegrese (tra Casalbuono e Rivello): dolomie grigio chiare e bianche mal stratificate o in banchi irregolari. A luoghi doloruditi e cicli calcareo-dolomitici con frequenti livelli pisolitici. Dolomie spesso stromatolitiche ed oncolitiche, con *Megalodon gumbeli*, *Gervilleia exilis* e banchi organogeni a *Megalodon* spp. Localmente (Rivello) affiorano dolomie scure molto fratturate, con tracce di laminazione sottile e con livelli ad oncoidi e detrito bioclastico nel quale prevalgono frammenti di bivalvi spatizzati e possibili livelli carboniosi di qualche centimetro di spessore.

In tutta l'area la DBS si presenta tettonizzata, evidenziando tre caratteri geomeccanici differenti: uno meno tettonizzato, spesso non stratificato (es. a Rivello); uno tettonizzato, caratterizzato dalla presenza di numerose zone di taglio, che isolano litoni relativamente indeformati all'interno di porzioni costituite da breccie cataclastiche; uno estremamente tettonizzato, che evidenzia un'elevata fratturazione della roccia, fino a renderla tipicamente farinosa e sabbiosa. La porzione

più tettonizzata è difficilmente distinguibile dal sovrastante orizzonte dolomitico inferiore del FOP, analogamente tettonizzato. Spessore totale: circa 700 m. NORICO – RETICO

4.3.2 Dolomie e Calcari del Monte Foraporta (FOP)

Si distinguono due orizzonti principali, che dal basso sono denominati: “dolomie della Calda” e “calcari della Serra del Palo”. Le “dolomie della Calda” sono costituite da una monotona successione di dolomie grigie e nere in strati di 30--40 cm e straterelli di 5-10 cm, con frequenti livelli carboniosi di qualche centimetro di spessore. Sono sovente tettonizzate con intervalli decametrici di breccie cataclastiche caratterizzate da scarsa coesione. Tali intervalli sono difficilmente distinguibili dal sottostante DBS, analogamente tettonizzato. I “calcari della Serra del Palo” comprendono calcari e calcari marnosi straterellati da neri a giallastri con intercalazioni di marne e argille giallastre. Verso l'alto si possono osservare rari livelli di slump-breccia, calcareniti bioclastiche (raramente oolitiche) e calcilutiti straterellate con a luoghi intercalazioni di conglomerati intraformazionali. Tra i macrofossili: alghe e foraminiferi, indicativi di ambiente di bacino. Spessore: massimo valutabile di circa 450 m. I carbonati del POF sono parzialmente eteropici con DBS. TRIASSICO SUP. - GIURASSICO MEDIO

4.3.3. Calcari a *Palaeodasycladus* (CPL)

Calcareniti bianche e calcari conglomeratici avana e policromi; calcari dolomitici biancastri con rari lamellibranchi (megalodontidi), gasteropodi e coralli. Spessore non inferiore a 200 m. Ambiente deposizionale di piattaforma carbonatica da lagunare a prossimo a margine. Presentano un grado di fratturazione variabile, generalmente da medio ad elevato. HETTANGIANO – TOARCIANO

4.3.4. Calcari oolitici ed oncolitici (CDO)

Calcari oolitici biancastri e grigi, calcareniti con sottili intercalazioni marnose verdastre a *Palaeodasycladus mediterraneus*, grandi lamellibranchi (ostreidi e pernidi) spatizzati (“livello a *Lithiotis*”); calcareniti e calcilutiti con rare e sottili intercalazioni marnose con *P. mediterraneus* ed *Orbitopsella praecursor*. Spessore non inferiore a 200 m. Ambiente deposizionale da piattaforma-retromargine a margine ad alta energia. TOARCIANO SUP. - GIURASSICO MEDIO

4.3.5. Calcari a *Cladocoropsis* e *Clypeina* (CCM)

Nell'area di Caggiano: calcari oolitici, calcareniti pseudo-oolitiche, rare calcilutiti grigie e nocciola, calciruditi stratificate, con coralli, chetetidi, *Ellipsactinia*, *Kurnubia*, *Pfenderina salernitana*. Spessore fino a 500 m. BATHONIANO – TITONIANO

4.3.6. Calcari con *Requenie* e *Gasteropodi* (CRQ)

Nell'area di Serra San Giacomo: calcari micritici avana, in banchi e strati, con numerose intercalazioni di dolomie grigie fetide. Microfossili: *Cisalveolina*, *Cuneolina*, *Coskinolina*, *Pianella dinarica*, *Campanellula*. Nell'area del Vallo di Diano: calcari grigi in strati medi e spessi, con frequenti livelli ricchi di gasteropodi e requienidi. Subordinatamente calcari scuri in strati sottili, calcari dolomitici e dolomie da massive a laminate. Sono stati riconosciuti un membro nella parte bassa (Membro dei Calcari ad ooliti fibroso-raggiate) ed uno nella parte alta (Membro dei Calcari ad Alveolinidi e dolomie laminate). Limite inferiore stratigrafico con CCM.

Nell'area a sud del Vallo di Diano e nel Lagonegrese: calcareniti e calcilutiti grigio scure e nocciola stratificate, in strati compresi tra 20 e 100 cm, con frequenti livelli a requienidi e gasteropodi. Subordinatamente dolomie e calcari dolomitici lastroidi da giallastri a bruni e calcari e calcari dolomitici nerastrati, ricchi di materia organica, in strati sottili (2-10 cm). Nella parte bassa rari livelli di calcareniti oolitiche e frequenti livelli con laminazioni algali; nella parte media livelli pseudoconglomeratici con clasti calcarei in matrice marnoso-argillosa da giallastra a verdastra o arrossata; nella parte alta calcareniti bioclastiche ad alveolinidi. Tra i macrofossili: gasteropodi (tra cui nerinee), requienidi, e rari caprinidi (nella parte alta). Spessore: circa 650 m.

Passa in basso a CCM e la transizione è marcata da livelli di calcareniti oolitiche con ooidi e pisoidi fibroso-raggiati. Costituisce un sistema carsico, caratterizzato dalla presenza di zone di fratturazione con discontinuità riempite da argille residuali, di cavità e fessure (da decimetriche a metriche), talora riempite da depositi sabbioso-ghiaiosi, di circuiti carsici anche molto ampi, di dimensioni decametrici. Presentano un grado di fratturazione variabile, generalmente da medio ad elevato.

NEOCOMIANO – CENOMANIANO

4.3.7. Calcari a Radiolitidi (RDT)

Calcari fangosostenuti, calcareniti, calciruditi grigiastre, biancastre e avana, in strati da medi a spessi, talora sottili; più a sud, nel lagonegrese, si osservano anche calcilutiti grigio scure e nere, stratificate, con radiolitidi, spesso in letti biostromali da decimetrici a metrici. Nella parte bassa dolomie e calcari dolomitici scuri in strati sottili. Nella macrofauna, anche allo stato bioclastico, talora rudiste, gasteropodi e frammenti di echinodermi. La microfauna è costituita da foraminiferi miliolidi, ostracodi, discorbidi. Spessore variabile tra 150 m (zona di Casalbuono) e 350-500 m (Lagonegrese). Ambiente deposizionale di piattaforma carbonatica, in condizioni variabili da bassa ad alta energia idrodinamica. Differenziabile dal sottostante CRQ quasi esclusivamente per il solo contenuto fossilifero. Costituisce un sistema carsico, caratterizzato dalla presenza di zone di fratturazione con discontinuità riempite da argille residuali, di cavità e fessure (da decimetriche a metriche), talora riempite da depositi sabbioso-ghiaiosi, di circuiti carsici anche molto ampi, di dimensioni decametriche. Presentano un grado di fratturazione variabile, generalmente da medio ad elevato. TURONIANO – SENONIANO

4.3.8 Calcari Biolitoclastici con Rudiste (CBI)

Nell'area tra Polla ed Atena Lucana: calcare micritico grigio-chiaro con resti di Rudustacei, in banchi e strati. Microfossili: Accordiella, Rotorbinella, Miliolidae, Ostracodi. Nell'area di Sala Consilina: calcareniti grigio chiare, biancastre, nocciola in strati da medi a molto spessi, bioclastiche con frammenti di rudiste, ostreidi e altri bivalvi, calciruditi in strati e banchi talora lenticolari, litoclastiche e intra-bioclastiche, subordinate intercalazioni di calcilutiti grigio chiare, in strati sottili. Spessore in affioramento stimato in 500 m. Limite inferiore parzialmente eteropico con DOC. CRETACICO - PALEOGENE

4.3.9 Formazione di Trentinara (TRN)

Calciruditi, calcareniti bioclastiche e calcilutiti da grigio chiaro ad avana, più raramente biancastre in strati da 60 a 100 cm e in banchi; calcari marnosi, in strati da 20-30 cm; calcari pseudoconglomeratici cementati con fratture e cavità riempite da marne; argille e marne verdastre in strati sottili (< 10 cm) o in intervalli pluridecimetrici costituiti da livelli amalgamati; argille e marne verdastre in livelli e lenti di spessore da centimetrico a decimetrico. Tra i macrofossili frequenti

gasteropodi turricolati a guscio sottile e lamellibranchi a guscio spesso. La microfauna è costituita da foraminiferi, ostracodi e caracee. Spessore: variabile fino a 80 m. In contatto disconforme su RDT.

EOCENE INF. - EOCENE MEDIO

4.3.10 Formazione Di Cerchiara (FCE)

Calciruditi e calcareniti bio-litoclastiche grigio scure e marrone, con granuli verdi di glauconite, di quarzo e frammenti di filladi, in strati decimetrici o in banchi metrici composti da strati sottili amalgamati separati da superfici stilolitiche. Nelle calcareniti sono presenti piccoli Lithotamnium, ostreidi, pettinidi, briozoi, echinodermi e macroforaminiferi. A luoghi lenti di argille e marne fogliettate, di colore dal verde all'ocra, ricche di foraminiferi planctonici. Lo spessore affiorante raggiunge i 40 m. Poggia in trasgressione su TRN, a luoghi con l'interposizione di lenti di argille rosse lateritiche. AQUITANIANO – BURDIGALIANO

4.3.11 Formazione del Bifurto (BIF)

Argilliti silicifere di colore bruno o vinaccia, argilliti marnose grigio-brune con intercalazioni di strati e lenti sottili, medi e spessi di brecciole e calcareniti brune gradate a macroforaminiferi, quarzoareniti fini brune e calcari marnosi grigi. La formazione è paraconcordante su TRN. Spessore: fino a 100 m. Depositi riferibili a sistemi torbidity di acque profonde. BURDIGALIANO MEDIO - SERRAVALLIANO/LANGHIANO

4.3.12 Dolomie Indifferenziate (DOC)

Dolomie, dolomie calcaree saccaroidi, e calcari dolomitici privi di strutture sedimentarie o irregolarmente stratificate. Lenti di calcari e dolomie riferibili a DBS, CPL, CRQ, CBI. Le dolomie derivano dalla dolomitizzazione tardiva che ha interessato l'intera successione carbonatica. TRIASSICO SUPERIORE-PALEOGENE

4.4 UNITÀ BULGHERIA/LUNGRO-VERBICARO

4.4.1 Dolomia Superiore (DBS)/Dolomia Principale (DPR)

Dolomie straterellate o massive di colore grigio scuro o nerastro e, subordinatamente, calcari dolomitici e conglomerati intraformazionali; verso l'alto compaiono termini di colore più chiaro con, a volte, liste e noduli di selce nera. Talora intercalazioni argillitiche giallastre; con gasteropodi, Megalodontidae, brachiopodi, coralli, spicole di spugna e alghe. Sono talora osservabili litofacies intensamente tettonizzate per la presenza di zone di taglio e faglie, e caratterizzate da aspetto breccioide e granulometria da ghiaiosa a block-in-matrix (bimrocks). Spessore: 1200-1400 m. NORICO - RETICO ?

4.4.2 Calcari di Monte Crivo (CRH)

Calcari dolomitici in banchi, parzialmente eteropici di calcari dolomitici grigio scuri, a luoghi stromatolitici, in cui si ritrovano grossi megalodontidi. Nella parte media calcareniti e calcilutiti grigio scure e nere con alghe, lamellibranchi e gasteropodi ricristallizzati. Verso l'alto calcareniti e calcilutiti grigio chiare, nocciola o rosate con alghe, piccoli gasteropodi e radioli di echinidi, con intercalazioni di calcareniti oolitiche; a luoghi livelli di calcari ad oncoidi dolomitizzati. Spessore: supera i 500 m. Presentano un grado di fratturazione variabile, generalmente da medio ad elevato. RETICO - GIURASSICO INF.

4.4.3 Calcari con Selce e Marne del Bulgheria (BHE)

Nella parte alta, calcareniti grossolane in strati medi con cenni di laminazione e gradazione alternate a calcilutiti grigio scure con liste e noduli di selce, ben stratificate e localmente fratturate. Nella parte medio-bassa prevalgono le marne, le marne argillose e le argilliti, con colorazione passante dal giallastro al grigio scuro, poco consistenti; presenza di strati bioclastici derivanti dallo smantellamento della zona marginale della piattaforma carbonatica. Spessore: circa 150 m. Poggia in continuità con CRH ed il passaggio è marcato da una brusca riduzione dello spessore degli strati e dalla comparsa di risedimenti e di noduli di selce. GIURASSICO INF. - GIURASSICO MEDIO

4.4.4 Breccie a Selce (SEE)

In vetta a Monte Crivo, sui calcari e calcari dolomitici (CRH), e a Serra S.Maria, sui calcari con selce e marne del Bulgheria (BHE), poggiano in disconformità ruditi contenenti frammenti di selce e di rudiste. Questi depositi sono calciruditi poligeniche a matrice calcarenitica grigio chiara, da abbondante a prevalente, in banchi di 3-4 metri di spessore e per uno spessore totale di circa 30 metri. I clasti sono in prevalenza calcarei, più o meno arrotondati, ma sono anche presenti dolomie grigio scure e frammenti di selce a spigoli vivi. Alcuni dei clasti carbonatici sono riconoscibili come derivati dalla successione sottostante, altri, che contengono alghe, gasteropodi e rudiste s.l., presenti anche in frammenti isolati, mostrano caratteri di carbonati di piattaforma e/o corrispondono ad un intervallo cronostratigrafico (Cretacico) mancante in tale successione. L'intera formazione è costituita da risedimenti, messi in posto con un meccanismo di gravity flow su una scarpata, bordata da un alto morfo-strutturale carbonatico. Maastrichtiano – Eocene inferiore.

4.4.5 Conglomerati e Calcareniti di Serra Pollino (BCR)

Conglomerati a clasti calcarei con rari frammenti di lamellibranchi in scarsa matrice calcareo-marnosa giallastra; calcari marnosi nerastri con tracce fossili nei quali è presente un livello fissile nerastro con impronte di lamellibranchi; calcari marnosi ricchi di globigerinidi con intercalazioni di calcareniti a frammenti di macroforaminiferi. Spessore: circa 20 m. Poggia in discontinuità su CRH. MIOCENE INF.

4.4.6 Formazione del Bifurto (BIF)

Argilliti silicifere di colore bruno o vinaccia, argilliti marnose grigio-brune con intercalazioni di strati e lenti sottili, medi e spessi di brecciole e calcareniti brune gradate a macroforaminiferi, quarzoareniti fini brune e calcari marnosi grigi. Depositi riferibili a sistemi torbiditici di acque profonde. BURDIGALIANO MEDIO - SERRAVALLIANO/LANGHIANO

4.5 UNITÀ DEL BACINO LAGONEGRESE-MOLISANO

4.5.1 Formazione di Monte Facito (FAC)

Argille varicolori con daonelle e arenarie a grana fine e siltiti rosse, subordinatamente verdi, con laminazione parallela, obliqua e convoluta e, a luoghi, calchi di docce di erosione. Si rinvengono

intervalli di alcuni metri di diaspri, non continui lateralmente. Subordinatamente quarzo-areniti e intercalazioni di conglomerati e brecciole poligeniche, calcareniti, calcareniti oolitiche e calcilutiti rosate (membro terrigeno Auct.). Questa formazione comprende una litofacies calcarea presente nella parte alta (FACa). Lo spessore non supera i 250 m. SCITICO - CARNICO INF.

Litofacies calcarea (FACa): calcari e calcari dolomitici grigio perla, massicci o mal stratificati in grossi banchi, con alghe (*Diplopora* spp., *Teutloporella nodosa*, *T. herculea*), spugne calcaree ed organismi incrostanti, foraminiferi, rari crinoidi, coralli, ammoniti, lamellibranchi (*Pecten discites*, *Daonella tommasii*, *D. bassanii*, *D. cfr. lenticularis*), gasteropodi e brachiopodi (membro organogeno Auct.). Costituiscono corpi discontinui di forma e dimensioni con estensione di affioramento da pochi metri a migliaia di metri quadri entro FAC.

4.5.2 Calcari con Selce (SLC)

Litofacies Armizzone: calcilutiti silicifere grigio-scure con rari noduli di selce e sottili intercalazioni di marne e argilliti rosse e verdi fittamente stratificate. Nella parte bassa è presente un banco di argilliti silicifere verdognole ad *Halobia superba*, contenente sottili livelli cineritici, in un orizzonte di 1,5-2 metri di spessore. Nella parte alta calcareniti e calcilutiti grigie con liste e noduli di selce, ben stratificate, con intercalazioni di conglomerati, brecciole gradate ed argilliti giallastre. Spessore: varia tra 150 e 200 m. Passa rapidamente, per alternanza, a FAC, ma il contatto è spesso tettonizzato. CARNICO – NORICO

4.5.3 Scisti Silicei (STS)

Litofacies Armizzone: argilliti silicifere, prevalentemente rosse e subordinatamente verdi, con intercalazioni di diaspri varicolori a radiolari e selci in strati decimetrici. Questi ultimi risultano prevalenti nella parte alta. A luoghi straterelli di brecciole calcaree silicizzate. Spessore: circa 200 m. Passa per alternanza a SLC. TRIASSICO SUP. - GIURASSICO SUP.

4.5 DEPOSITI PLIO-QUATERNARI (DEPOSITI DISTINTI IN BASE AL BACINO DI PERTINENZA)

4.5.1 SINTEMA DI BIVIO (RGC)

Ghiaie di Cerreto

Ghiaie, breccie e conglomerati con clasti eterometrici organizzati in intervalli caotici o stratiformi, e livelli fini limoso-sabbiosi o limoso-argillosi. Depositi terrazzati di ambiente di conoide e di piana alluvionale con aree palustri, sospesi sul fondovalle. Appoggio in continuità stratigrafica su TSG. Spessore di circa 50 m. PLEISTOCENE MEDIO p.p. (per posizione stratigrafica e morfologica)

4.5.2 SINTEMI DI PALOMONTE E BOTTIGLIERI (BTL, PLM)

Alternanze di ortoconglomerati poligenici, sabbie laminate e argille di ambiente fluvio-lacustre, anche abbondanti, in cui si rinvencono ostracofaune dulcicole; verso l'alto, conglomerati e breccie poligenici di ambiente deposizionale alluvionale e di conoide torrentizio, con depositi terrazzati sospesi sul fondovalle. L'intero sintema mostra rapporti inconformi con altre unità quaternarie e con il substrato. In affioramento si rinvencono esclusivamente affioramenti della facies più grossolana sabbioso-conglomeratica (BTL-PLMa), sebbene quella più fine argilloso-sabbiosa (BTL-PLMb) sia generalmente più rappresentata e ampiamente osservata nei sondaggi: la distinzione tra esse è stata fatta esclusivamente su profilo, sulla base delle carote dei sondaggi. PLIOCENE SUP. - PLEISTOCENE MEDIO p.p. (per posizione stratigrafica e morfologica)

4.5.3 TRAVERTINO DI TUFARIELLO (TUF)

Travertino ora compatto, ora poroso e terroso in strati di 0,20-1 m, spesso molto ricco di vegetali di acqua dolce e con qualche traccia di molluschi dulcicoli (piccoli Gasteropodi). Microfauna: Ostracodi (*Tyrrhenocythore sicula*) e *Cyprideis torosa*, oogoni di Caracee. PLEISTOCENE

4.5.4 SINTEMA DI AULETTA (AUL)

Argille omogenee grigio-azzurre con frequenti resti vegetali di ambiente fluvio-lacustre, con intercalazioni di orizzonti conglomeratico-ghiaiosi di potenza metrica. I conglomerati sono poligenici a matrice arenacea prevalente, di ambiente fluviale, e presentano livelli di sabbie e argille; costituiscono le maggiori dorsali che emergono dal versante, tra Caggiano, Auletta e il fondovalle del Tanagro. Sia in affioramento che nei sondaggi, il rapporto tra argille e conglomerati è circa 9 a 1. PLIOCENE SUP

4.5.5 SINTEMA DELLA CERTOSA DI PADULA (PAD)

Depositi fluvio-lacustri costituiti da alternanze di argille grigie e nerastre, limi-sabbiosi passanti a sabbie limose marroni, con lenti ghiaiose e livelli torbosi (PADe2); in eteropia a depositi ghiaiosi e ghiaioso-sabbiosi fluviali e di conoide alluvionale costituiti da ghiaie a clasti eterometrici, con matrice limoso-sabbioso-argillosa talora prevalente (PADb). In appoggio, su superficie erosionale, su diverse unità pre-quadernarie e su BUO. PLEISTOCENE MEDIO – OLOCENE

4.5.6 SINTEMA DI BUONABITACOLO (BUO)

Depositi lacustri costituiti da argille grigie, a luoghi alternati a livelli sabbiosi e lenti di ghiaie fluviali (BUOe2); in eteropia a depositi di conoide alluvionale e in subordine fluviali, costituiti da conglomerati e ghiaie a clasti centimetrici/decimetrici poligenici ben arrotondati con matrice sabbiosa e intercalazioni di lenti di sabbie e limi (BUOb). Affiorano terrazzati e, a luoghi, debolmente inclinati, nella zona sud del Vallo e, nella zona orientale, si rinvencono nel sottosuolo fino ad almeno 200 m di profondità. Superficie superiore erosionale, a luoghi sepolta da PAD o b2, a luoghi data da forme terrazzate marcate da intensa alterazione. PLEISTOCENE INF.? – MEDIO

4.5.7 SINTEMA DEL NOCE (NCE)

Sintema corrispondente al riempimento sedimentario del bacino lacustre instauratosi nel Quaternario lungo l'alta valle del F. Noce. Potente fino a circa 150 m. Nei pochi lembi residui si riconoscono due litofacies eteropiche: una pelitica lacustre (NCEe2) e una conglomeratica alluvionale (NCEb). Il sintema include sia modesti lembi relitti delle superfici deposizionali (di norma a quota 500 m circa, ma localmente sollevati fino a 650 m), sia vaste e profonde morfologie da dissezione fluviale originatesi a partire dall'erosione della soglia meridionale della conca. La superficie-limite inferiore è a tratti esposta a causa della forte dissezione post-deposizionale. La superficie-limite superiore è coincidente con la topografia attuale. Litofacies lacustre (NCEe2): argille nerastre e grigio-azzurre, a tratti laminate, passanti verso l'alto ad argille sabbiose e sabbie argillose con intercalazioni di ghiaie poligeniche. Vicino ai versanti bordieri, la successione chiude con diversi metri di colluvioni argillose rossastre ricche di una componente piroclastica alterata e rimaneggiata. Spessore: massimo osservabile di circa 90 m. PLEISTOCENE MEDIO?

Litofacies alluvionale (NCEb): conglomerati a clasti poligenici e ben arrotondati in matrice sabbioso-limoso-giallastra e subordinate intercalazioni pelitico-arenitiche, più frequenti verso l'alto. I caratteri sedimentologici suggeriscono ambienti di conoide alluvionale che accennano a brevi strutture

5. REPORT ITALFERR

5.1 Aspetti geologici

Nell'ambito del presente studio afferente alla fase progettuale del PFTE – Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica di DOCFAP dei Lotti 1b e 1c della linea AV Salerno Reggio-Calabria, è stato esaminato il tracciato di Figure 1 e 2 per gli aspetti geologici, geostrutturali, geomorfologici e idrogeologici al fine di implementare il modello geologico, geomorfologico e idrogeologico. Le sezioni geologiche presentate sono il frutto di un ripetuto confronto scientifico tra ITALFERR e il gruppo di lavoro del DiSTAR che, dall'analisi della cartografia disponibile, dei nuovi rilevamenti geologici, delle indagini geognostiche pregresse e quelle nuove per l'area e in generale utilizzando le conoscenze geologiche dalla letteratura esistente, ha portato alla ricostruzione di un modello geologico, geomorfologico e idrogeologico condiviso con il gruppo di lavoro DiSTAR. Di seguito verranno mostrate e discusse le parti più complesse del tracciato sulle quali si sono focalizzati principalmente i lavori. Le strutture analizzate ricadono tutte nel Lotto 1c vista la grande complessità di questo settore di catena.

5.1.1 Thrust di Casalbuono

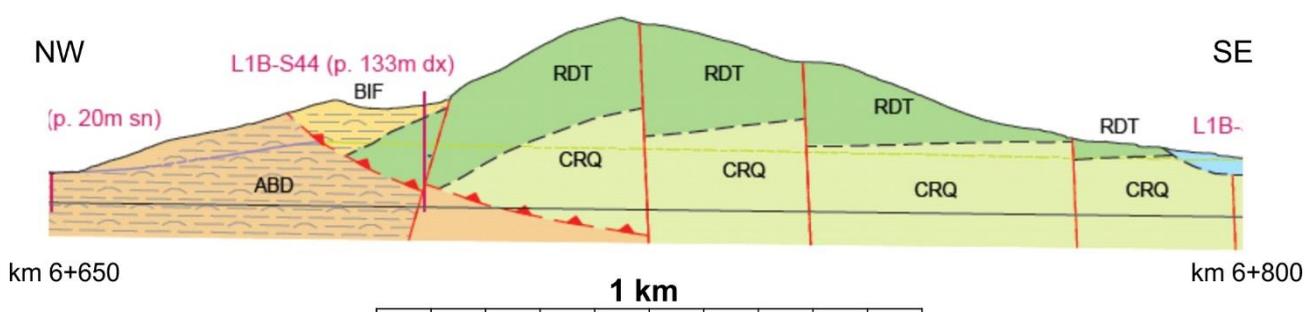


Figura 9. Sezione geologica lungo il tracciato del Lotto 1c tra le progressive km 6.650 e 8.800 (scale orizzontale e verticale uguali)

Lungo il tracciato del Lotto 1c tra i km 6+650 e 8+800 (Figura 9) è stato ricostruito un thrust a basso angolo immergente a SE fuori-sequenza (e.g., Vitale et al., 2020a) che porta la successione carbonatica (CRQ e RDT) e silicoclastica (BIF) dell'Unità Alburno-Cervati-Pollino sui depositi di wedge-top basin della Formazione di Albidona. Il tetto è caratterizzato da una anticlinale di rampa. Il letto è stato intercettato nel sondaggio L1B-S44 alla profondità di 175 m dal piano campagna.

5.1.2 Antiforme di Monte Pennarrone

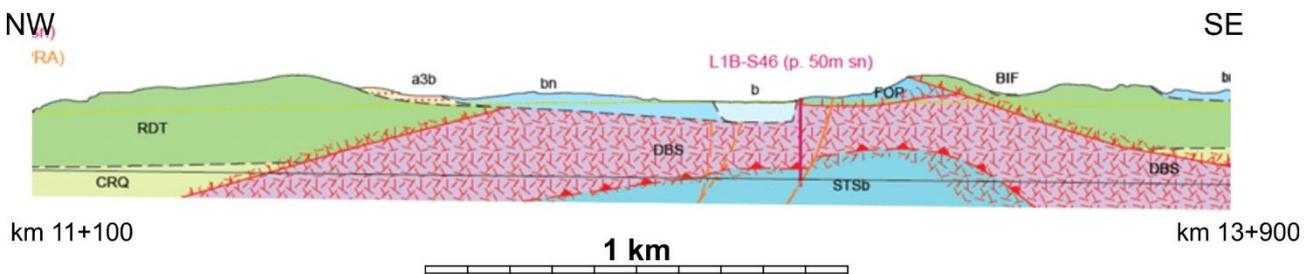


Figura 10. Sezione geologica lungo il tracciato del Lotto 1c tra le progressive km 11+100 e 13+900 (scale orizzontale e verticale uguali)

Lungo il tracciato del Lotto 1c tra i km 11+100 e 13+900 (Figura 10) è presente una antiforme caratterizzata al nucleo dagli Scisti Silicei (STS) ricoperti per thrust dalle dolomie triassiche DBS, a loro volta in contatto tettonico per faglia normale a basso angolo (LANF) con un lembo dell'Unità di Foraporta (FOP) e lungo i due fianchi, sempre per LNF con la successione cretacea carbonatica (RDT e CRQ). Lungo la cresta della struttura è stato eseguito il sondaggio geognostico L1B-S46 dove riporta il contatto tra DBS e STS a ca. 160 m al di sotto del piano campagna.

5.1.3 Antiforme di Serra del Palo

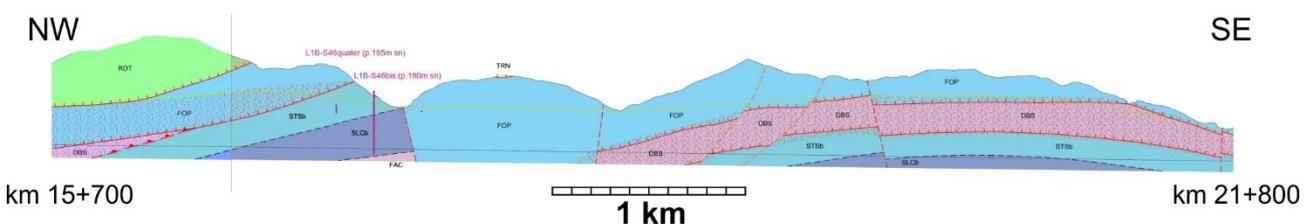


Figura 11. Sezione geologica lungo il tracciato del Lotto 1c tra le progressive km 15+700 e 21+800 (scale orizzontale e verticale uguali)

Lungo il tracciato del Lotto 1c tra i km 15+700 e 21+800 (Figura 11) è presente una antiformentata caratterizzata al nucleo dai Calcari con Selce (SLC) e dagli Scisti Silicei (STS), ricoperti per thrust dalle dolomie triassiche DBS, a loro volta in contatto tettonico per faglia normale a basso angolo (LANF) con l'Unità di Foraporta (FOP). La LANF a NW elide DBS mettendo in contatto FOP direttamente su STS. In quest'area è presente una faglia normale ad alto angolo che ribassa l'antiforme a SE permettendo l'esposizione di STS dove è stato eseguito il sondaggio geognostico L1B-S46bis dove riporta il contatto tra STS e SLC a ca. 150 m al di sotto del piano campagna.

5.1.4 Thrust di Serra Murazze

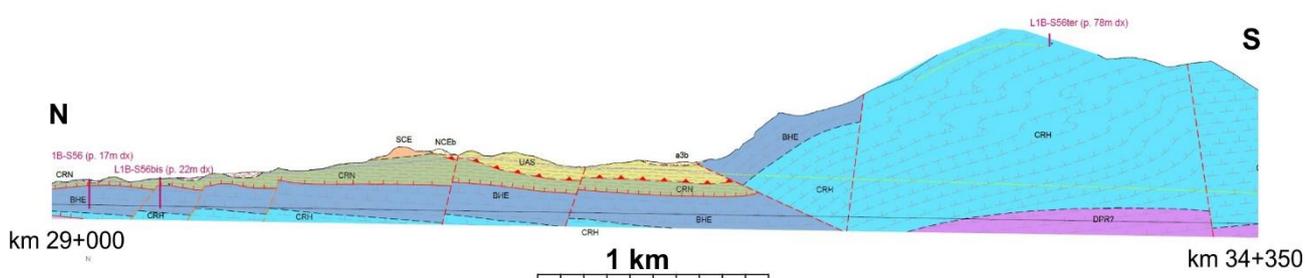


Figura 12. Sezione geologica lungo il tracciato del Lotto 1c tra le progressive km 29+000 e 34+350 (scale orizzontale e verticale uguali)

Lungo il tracciato del Lotto 1c tra i km 29+700 e 34+350 (Figura 11) è presente un sovrascorrimento fuori-sequenza (e.g., Vitale et al., 2020a) che porta i calcari di scarpata-bacino del retico-Giurassico medio (CRH e BHE) dell'Unità Bulgheria/Lungro-Verbicario sull'Unità Nord-Calabrese (CRN) ed Affinità Sicilide (UAS). Il sovrascorrimento immerge a basso angolo verso sud. Il tetto è pervasivamente deformato da pieghe parassite ben visibili sul fianco orientale della serra. Le Unità Liguridi poggiano sui carbonati dell'Unità Bulgheria/Lungro-Verbicario così come si osserva a nord del paese di Trecchina (ISPRA, 2023c). Infine, il letto è disseccato da faglie normali ad alto angolo immergenti a nord.

5.2 Aspetti idrogeologici

Nell'ambito dello studio geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico riguardante la fase progettuale del PFTE (Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica) del Lotto 1b - Romagnano-Buonabitacolo (relazione RC2AB1R69RGGE0001001B) e del Lotto 1c - Buonabitacolo-Praia (relazione RC2AC1R69RGGE0001001A) della Nuova Linea AV Salerno Reggio-Calabria, sono stati analizzati gli aspetti idrogeologici lungo i due tracciati di Figura 13.

Sulla base di nuove indagini di campo (campagne di censimento e rilevamento di sorgenti, pozzi e altre opere di captazione, rilevamenti e misure di portata in alveo, misure piezometriche in sondaggi e piezometri, prove idrauliche Lefranc e Lugeon) e di un modello idrogeologico concettuale multiscalare (dalla scala regionale alla scala dell'unità idrogeologica, dalla scala dell'acquifero/bacino sotterraneo alla scala della sorgente/opera di captazione) ricostruito per l'area interessata dal tracciato, è stata effettuata:

- i) un'analisi dei rapporti di interconnessione idrogeologica tra le falde (basali e superficiali) e i corsi d'acqua (principali e secondari), del regime fluviale in fase di magra e piena, nonché di alcune caratteristiche idrochimiche (temperatura e conducibilità elettrica) delle acque superficiali;
- ii) un'analisi delle possibili interferenze dei tratti in galleria con gli acquiferi, le falde e sorgenti basali lungo i tre settori di maggiore interesse indicati in Figura 14 (settore 1, 2 e 3);
- iii) una prima stima delle possibili portate attese in galleria, in fase di scavo;
- iv) un'analisi dei potenziali impatti dei tratti in galleria sulle sorgenti basali e di alta quota e corsi principali e secondari.

In estrema sintesi, sulla base del modello idrogeologico concettuale (Figura 13), dei dati stratigrafici e piezometrici rilevati in alcuni sondaggi lungo i tracciati, risulta che:

- nel settore 1) di Figura 14 potrebbero verificarsi, sebbene di lieve entità, possibili interferenze (con carichi idraulici fino a qualche decine metri al di sopra della quota progetto) tra alcuni tratti in galleria (es. progr. km 8+400 e km 9+800 del Lotto 1B; progr. km 17+708 e 20,800 del Lotto 1B) e la falda di base circolante nelle propaggini nord-occidentali dell'acquifero calcareo-dolomitico dei Monti della Maddalena e alcune sorgenti della stretta di Polla, ubicate in destra idrografica del fiume Tanagro;
- più significative sembrano essere, invece, le interferenze idrogeologiche (con carichi idraulici fino a 136 m al di sopra della quota progetto) rilevate nel settore 2 di Figura 14, tra alcuni tratti in galleria (es. progr. km 7+200 e 11+200 del Lotto 1C) e la falda di base della porzione più orientale dell'acquifero carbonatico del Monte Forcella-Salice, i cui effetti negativi potrebbero anche risentirsi sulle portate delle sorgenti poste in sinistra idrografica del fiume Bussento (es. gruppo sorgivo Irca La Torta, Farnitani e Fistole S. Donato), essendo queste ultime alimentate dalla medesima falda in rete (Figure 13 e 14);
- interferenze idrogeologiche (con carichi idraulici fino a circa 90 m al di sopra della quota progetto) si possono registrare anche nel settore 3 di Figura 14, tra alcuni tratti in galleria (es. progr. km 29+500 e km 33+700 del Lotto 1c) e la falda di base del settore orientale dell'acquifero calcareo-marnoso dei Monti di Maratea (Monte Crivo) e la sorgente Parrutta (Figure 13 e 14), ubicata nel comune di Trecchina, le cui acque sono captate per uso idropotabile (Allocca et al., 2007), ovvero tra alcuni tratti in galleria (es. progr. km 39+800) e la falda di base dell'acquifero calcareo-marnoso del Monte Petrara, posto in sinistra idrografica del fiume Noce, alimentante la vicina sorgente Pantano (Figure 13 e 14).

In fase di esecuzione delle opere, le suddette interferenze idrogeologiche possono essere gestite e controllate ed in parte prevenute, anche in relazione alla tipologia di tecnica di scavo che verrà utilizzata ed agli interventi di mitigazione (impermeabilizzazioni, drenaggi) previsti in progetto.

5.3 Interferenze con Inventari frane

Sono state analizzate possibili interferenze tra i due differenti tracciati relativi ai Lotti 1b e 1c e gli inventari dei fenomeni franosi disponibili (Figura 15). Dall'analisi effettuata non sono state riscontrate significative interferenze. I tracciati previsti sono a quota significativamente più bassa rispetto alle frane cartografate nei differenti inventari. L'unica possibile interferenza riscontrata è alla progressiva km 0+500, dove uno scorrimento traslativo superficiale potrebbe coinvolgere l'imbocco di una galleria.

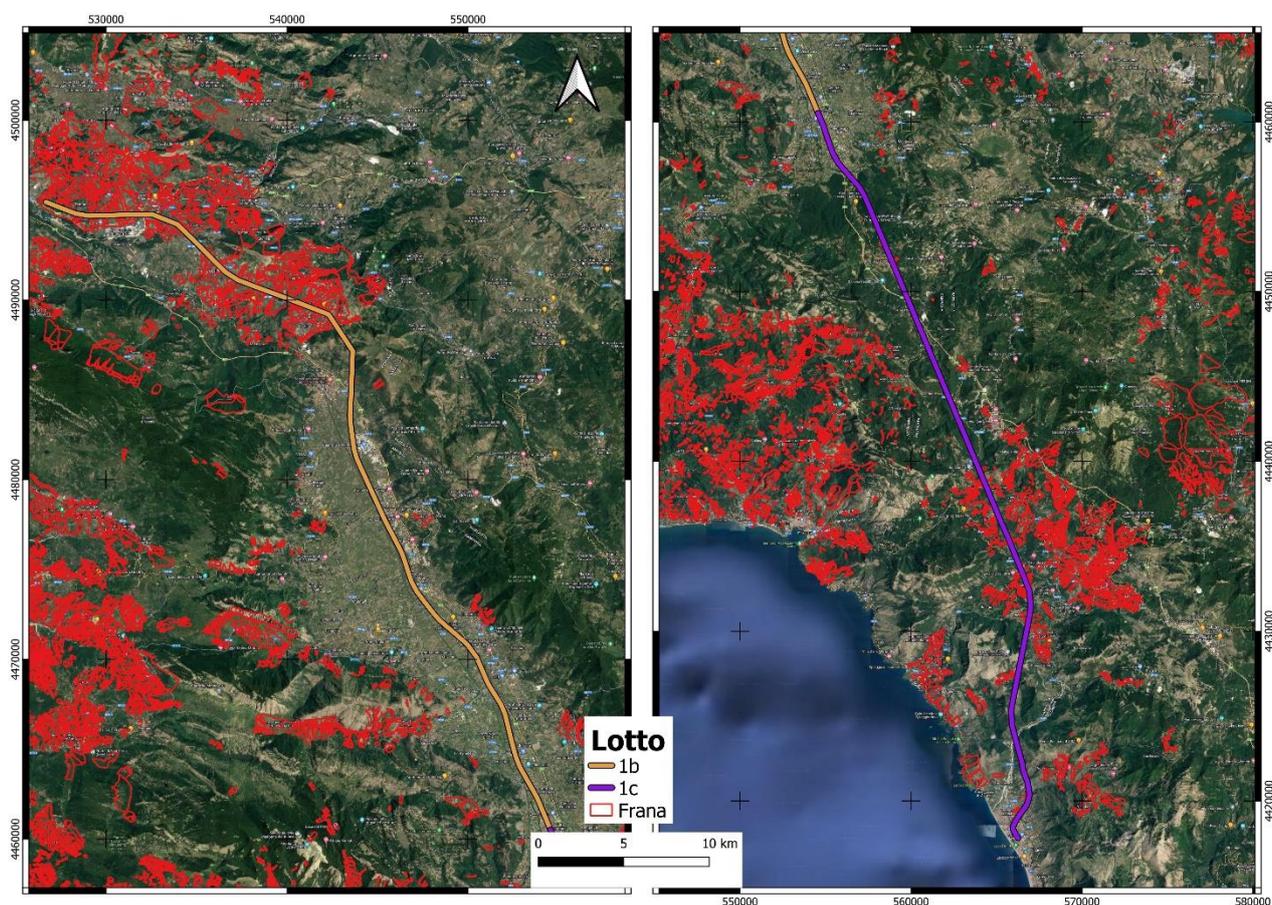


Figura 15. Tracciati Lotti 1b e 1c ed inventario fenomeni franosi.

Bibliografia

Allocca V., Celico F., Celico P., De Vita P., Fabbrocino S., Mattia C., Monacelli G., Musilli I., Piscopo V., Scalise A. R., Summa G., Tranfaglia G., 2007. Note illustrative della Carta Idrogeologica dell'Italia Meridionale. Mem. Ist. Pol. Zecca Stato, 1-211 (2007), ISBN 88-448-0215-5.

Allocca V., Celico F., Celico P., De Vita P., Fabbrocino S., Mattia C., Monacelli G., Musilli I., Piscopo V., Scalise A. R., Summa G., Tranfaglia G., 2007. Carta Idrogeologica dell'Italia Meridionale. In: "Note illustrative della Carta Idrogeologica dell'Italia Meridionale". Mem. Ist. Pol. Zecca Stato, 1-211 (2007), ISBN 88-448-0215-5.

Allocca V., Celico P., Fabbrocino S., 2003. Grandi gallerie in realtà idrogeologiche complesse. Atti del I° Convegno Nazionale AIGA (Associazione Italiana di Geologia Applicata ed Ambientale), 19÷30, Rendina Editori, Roma. 19÷20 Febbraio, 2003 Chieti.

Amicucci, L., Barchi, M.R., Montone, P., Rubiliani, N., 2008. The Vallo di Diano and Auletta extensional basins in the southern Apennines (Italy): a simple model for a complex setting. Terra Nova 20, 475e482. doi:10.1111/j.1365- 3121.2008.00841.x.

Amore, O., Bonardi, G., Ciampo, G., de Capoa, P., Perrone, V., Sgrosso, I., 1988. Relazioni tra "flysch interni" e domini appenninici: Reinterpretazione delle formazioni di Pollica, San Mauro e Albidona e il problema dell'evoluzione inframiocenica delle zone esterne appenniniche. Memorie della Società Geologica Italiana 41, 285–299.

Ascione, A., Ciarcia, S., Di Donato, V., Mazzoli, S., Vitale, S., 2012. The Pliocene–Quaternary wedge-top basins of southern Italy: an expression of propagating lateral slab tear beneath the Apennines. Basin Research 24, 456–474.

Autorità di Bacino Destra Sele, 2008. La tutela delle acque nel Parco Regionale dei Monti Picentini. Studio finalizzato alla caratterizzazione del bilancio idrico, del deflusso minimo vitale e del corpo idrico di riferimento dei fiumi Picentino, Tusciano e Fuorni". Autorità Bacino del Destra Sele, 2008, Casa Editrice GAIA.

Bonardi, G., Amore, F.O., Ciampo, G., de Capoa, P., Miconnet, P., Perrone, V., 1988a. Il Complesso Liguride Auct.: stato delle conoscenze e problemi aperti sulla sua evoluzione pre-appenninica ed i suoi rapporti con l'arco calabro. Memorie della Società Geologica Italiana 41, 17–35.

Bonardi, G., Cavazza, W., Perrone, V., Rossi, S., 2001. Calabria–Peloritani terrane and northern Ionian Sea. In: Vai, G.B., Martini, I.P. (Eds.), *Anatomy of an Orogen: The Apennines and Adjacent Mediterranean Basins*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 287–306.

Bonardi, G., Ciampo, G., & Perrone, V. (1985). La Formazione di Albidona nell'Appennino calabro-lucano: ulteriori dati stratigrafici e relazioni con le unità esterne appenniniche. *Bollettino della Società Geologica Italiana*, 104, 539–549.

Bonardi, G., Ciarcia, S., Di Nocera, S., Matano, F., Sgrosso, I., Torre, M., 2009. Carta delle principali Unità Cinematiche dell'Appennino meridionale. Nota illustrativa. *Italian Journal of Geosciences* 128, 47–60, scale 1:250,000, 1 sheet.

Bonardi, G., D'Argenio, B., Perrone, V., 1988b. Carta Geologica dell'Appennino Meridionale. *Memorie della Società Geologica Italiana* 41, scale 1:250,000, 1 sheet.

Bonardi, G., de Capoa, P., Di Staso, A., Estevez, A., Martín-Martín, M., Martín-Rojas, I., Perrone, V., Tent-Émancus, J.E., 2003. Oligocene to Early Miocene depositional and structural evolution of the Calabria–Peloritani Arc southern subterranean (Italy) and geodynamic correlations with the Spain Betics and Morocco Rif. *Geodinamica Acta* 16, 149–169.

Bonardi, G., de Capoa, P., Di Staso, A., Perrone, V., Sonnino, M., Tramontana, M., 2005. The age of the Paludi Formation: a major constraint to the beginning of the Apulia-verging orogenic transport in the northern sector of the Calabria–Peloritani Arc. *Terra Nova* 17, 331–337.

Bonardi, G., de Capoa, P., Fioretti, B., Perrone, V., 1993. L'Age des metacalcaires de l'unité du Frido (region Calabro-Lucanienne, Italie) et ses implications géodynamiques. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences* 317, 955–962.

Boni M., Ippolito F., Scandone P. & Zamparelli-Torre V. (1974) - L'Unità del Monte Foraporta nel Lagonegrese (Appennino meridionale). *Boll. Soc. Geol. It.*, 93, 469-512.

Boni, M., Reddy, S. M., Mondillo, N., Balassone, G., & Taylor, R. (2012). A distant magmatic source for Cretaceous karst bauxites of Southern Apennines (Italy), revealed through SHRIMP zircon age dating. *Terra Nova*, 24, 326–332.

Budetta P., Celico P., Corniello A., de Riso R., Ducci D., Nicotera P., 1994. Carta idrogeologica della Campania 1/200.000. IV Conv. Inter. di Geoling. “Difesa e valorizzazione del suolo e degli acquiferi”, Torino, 10-11 marzo 1994, 565-586.

Budetta P., Corniello A., de Riso R., 1991. Gli ammassi dolomitici tettonizzati del Salernitano: alcune implicazioni idrogeologiche. Atti del Convegno "Ricerca e Protezione delle Risorse Idriche Sotterranee delle Aree Montuose", 2, (231-246), 24-25 ottobre, Brescia, Fond. Bresc. per la Ric. Scient. - Az. Serv. Munic. Brescia.

Budetta P., Corniello A., de Riso R., Santo A., 1994. Geologia ed idrogeologia del settore della Piana del Sele compreso tra i fiumi Tusciano e Sele (Campania). *Geologica Romana*, Vol. XXX, 87-96, Roma.

Caiazza, C., Ascione, A., Cinque, A., 2006. Late Tertiary–Quaternary tectonics of the southern Apennines (Italy): new evidences from the Tyrrhenian slope. *Tectonophysics* 421, 23–51.

Carminati, E., Lustrino, M., and Doglioni, C., 2012, Geodynamic evolution of the central and western Mediterranean: Tectonics vs. igneous petrology constraints: *Tectonophysics*, v. 579, p. 173–192.

Castellano, M.C., Sgrosso, I., 1996. Eta' e significato dei depositi miocenici della formazione di M. Sierio e possibile evoluzione cinematica dell'unita' Monti della Maddalena nell'Appennino campano-lucano. *Memorie della Società Geologica Italiana* 51, 239–249.

Celico P., 1978. Modificazioni indotte dallo scavo di grandi gallerie nell'equilibrio idrogeologico dei massicci carsici: alcuni esempi nell'Appennino centro-meridionale. Atti del Seminario Internaz. su "Processi Paleocarsici e neocarsici e loro importanza economica nell'Italia meridionale". 30-31 marzo, 1978 Napoli.

Celico P., 1978. Schema idrogeologico dell'Appennino carbonatico centro-meridionale. *Mem. e Note Ist. Geol. Appl.*, Napoli, 14, 1-97.

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*, 4/2, Roma.

Celico P., Civita M., Macchi A., Nicotera P., 1977. Il sistema idrogeologico dei monti calcareo-dolomitici di Salerno. Idrodinamica, riserve globali e loro degradazione a seguito dello scavo della galleria ferroviaria S. Lucia. *Mem. e Note Ist. Geol. Appl.*, 13, 44, Napoli.

Celico P., De Innocentis M., Molinaro A., 1991. Circolazione idrica sotterranea nella piana del Vallo di Diano (SA). Atti del I Convegno Nazionale dei Giovani Ricercatori in Geologia Applicata, 22-23 Ottobre, Gargnano (BS). In *Ricerca Scientifica ed Educazione Permanente*, suppl. 93, 277-285.

Celico P., Salzano G., Valletta M., 1990. Rapporti idrogeologici tra il massiccio carbonatico degli Alburni e la bassa valle del F. Tanagro (Campania). *Serv. Geol. d'It., Mem. Descr. Carta Geol. d'It.*, Roma, Vol. XXXVIII, 283-296.

Celico P., Stanzione D., de' Gennaro M., Ferreri M., Ghiara M.R., Russo D., 1979. Idrogeochimica del Vallo di Diano (Salerno). *Boll. Soc. Natur. in Napoli*, Vol. LXXXVIII, 499-524.

Ciarcia, S., Mazzoli, S., Vitale, S., Zattin, M., 2012. On the tectonic evolution of the Ligurian accretionary complex in southern Italy. *Geological Society of America Bulletin* 124, 463–483.

Ciarcia, S., Vitale, S., Di Staso, A., Iannace, A., Mazzoli, S., Torre, M., 2009a. Stratigraphy and tectonics of an Internal Unit of the southern Apennines: implications for the geodynamic evolution of the peri-Tyrrhenian mountain belt. *Terra Nova* 21, 88–96.

Civita M., Nicotera P., 1974. The perturbing effect of railroad tunnel on the hydrogeological equilibrium of a dolomite structure covering a whole region. 2nd Intern. Congr. of Inter. Assoc. of Engineering Geology, San Paolo, Brasile.

Cotecchia V., D'Ecclesiis G., Polemio M., 1990. Studio geologico e idrogeologico dei Monti di Maratea. *Geologia Applicata e Idrogeologia*, Volume XXV, 139-179.

Critelli, S., de Capoa, P., le Pera, E., Perrone, V., 1994. Stratigrafia e petrografia delle Arenarie di Albanella (valle del Calore, Appennino campano). *Bollettino della Società Geologica Italiana* 113, 451–463.

Crostella, A., Vezzani, L., 1964. La geologia dell'Appennino foggiano. *Bollettino della Società Geologica Italiana* 83, 121–142.

De Alfieri A., Guzzi R., Sacchi M. D'argenio B., Perrone V. & Zamparelli V. (1987) - Monte Foraporta Unit: a minor element of southern Apennine nappes. *Stratigraphic and tectonic study. Rend. Soc. Geol. It.*, 9 (1986), 171-176.

De Vita P., Allocca V., Celico F., Fabbrocino S., Mattia C., Monacelli G., Musilli I., Piscopo V., Scalise A.R., Summa G., Tranfaglia G., Celico P., 2018. Hydrogeology of continental southern Italy. *Journal of Maps*, 14:2, 230-241.

Dewey, J.F., Helman, M.L., Turco, E., Hutton, D.H.W., and Knott, S.D., 1989, Kinematics of the western Mediterranean, in Coward, M.P., Dietrich, D., Park, R.G., eds., *Alpine tectonics*: Geological Society, London, Special Publications, v. 45, p. 265-283.

Fedele, L., Tramparulo, F.D.A, Vitale, S., Cappelletti, P., Prinzi, E.P., Mazzoli, S., 2018. Petrogenesis and deformation history of the lawsonite-bearing blueschist facies metabasalts of the Diamante-Terranova oceanic unit (southern Italy). *Journal of Metamorphic Geology*, 36, 691-714. ISSN: 1525-1314. <https://doi.org/10.1111/jmg.12303>

Fusco, F., Tufano, R., De Vita, P., Di Martire, D., Di Napoli, M., Guerriero, L., Mileti, FA., Terribile, F., and Calcaterra, D., 2023. A revised landslide inventory of the Campania region (Italy). *Scientific data* 10, no. 1 (2023): 355.

Hyppolite, J.-C., Angelier, J., Roure, F., 1994. A major geodynamic change revealed by Quaternary stress patterns in the Southern Apennines (Italy). *Tectonophysics* 230, 199–210.

ISPRA, 2023b, Geological maps of Italy, scale 1:50.000. Sheet 505 Moliterno. https://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/505_MOLITERNO/Foglio.html

ISPRA, 2023c, Geological maps of Italy, scale 1:50.000. Sheet 521 Lauria. https://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/521_LAURIA/Foglio.html

ISPRA, 2023a, Geological maps of Italy, scale 1:50.000. Sheet 520 Sapri. https://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/520_SAPRI/Foglio.html

Mazzoli, S., D'Errico, M., Aldega, L., Corrado, S., Invernizzi, C., Shiner, P., Zattin, M., 2008. Tectonic burial and 'young' (b10 Ma) exhumation in the southern Apennines fold and thrust belt (Italy). *Geology* 36, 243–246.

Mazzoli, S., Aldega, L., Corrado, S., Invernizzi, C., and Zattin, M., 2006, Pliocene-quaternary thrusting, syn-orogenic extension and tectonic exhumation in the Southern Apennines (Italy): Insights from the Monte Alpi area, in Mazzoli, S., and Butler, R. W. H., *Styles of Continental Contraction: Geological Society of America Special Paper 414*, p. 55–77, doi: 10.1130/2006.2414(04).

Mazzotti, A., Patacca, E., & Scandone, P. (eds.) (2007). Results of the CROP project Sub-project CROP-04 Southern Apennines (Italy). *Bollettino della Società Geologica Italiana*, 7, 314.

Mostardini, F., and Merlini, S., 1986, Appennino centro-meridionale: sezioni geologiche e proposta di modello strutturale: *Memorie della Società Geologica Italiana*, v. 35, p. 177–202.

Ogniben, L., 1957. Flysch miocenico autoctono e parautoctono e argille scagliose alloctone nella zona di Caiazzo (Caserta). *Bollettino della Società Geologica Italiana* 75, 169–179.

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

Patacca, E., Scandone, P., 2007. Geology of southern Apennines. Results of the CROP Project, Sub-project CROP-04: In: Mazzotti, A., Patacca, E., Scandone, P. (Eds.), *Bollettino della Società Geologica Italiana, Special Issue, 7*, pp. 75–119.

Patacca, E., Scandone, P., Bellatalla, M., Perilli, N., Santini, U., 1992. The Numidian-sand event in the southern Apennines. *Memorie di Scienze Geologiche* 18, 297–337.

Pescatore, T., Di Nocera, S., Matano, F., & Pinto, F. (2000). L'Unità del Fortore nel quadro della geologia del settore orientale dei Monti del Sannio (Appennino meridionale). *Bollettino della Società Geologica Italiana*, 119, 587–601. (scale 1:50000, 1 sheet).

Pescatore, T., Di Nocera, S., Matano, F., Pinto, F., Quarantiello, R., Amore, O.,...Martino, C. (2008). Geologia del settore centrale dei Monti del Sannio: nuovi dati stratigrafici e strutturali. *Memorie Descrittive Carta Geologica d'Italia*, 77, 77–95.

Pescatore, T.S., Sgrosso, I., Torre, M., 1970. Lineamenti di tettonica e sedimentazione nel Miocene dell'Appennino campano-lucano. *Memorie della Società Naturalisti in Napoli* 78, 337–408.

Piscopo V., Cavallaro G., Pace G., Vitiello P., Aquino S., 1993. Schema idrogeologico dei Monti Accellica e Licinici (Campania). *Geol. Appl. e Idrogeol.*, 28, 611-617, Bari.

Polemio M., D'Ecclesiis G., 1997. Vulnerabilità degli acquiferi di Monti di Maratea (Basilicata). *Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, 20, 113-117.

Rossetti, F., Faccenna, C., Goffé, B., Monié, P., Argentieri, A., Funicello, R., and Mattei, M., 2001, Alpine structural and metamorphic signature of the Sila Piccola Massif nappe stack (Calabria, Italy): Insights for the tectonic evolution of the Calabria-Peloritani terrane: *Tectonics*, v. 20, p. 112-133.

Sabbatino, M., Tavani, S., Vitale, S., Ogata, K., Corradetti, A., Consorti, L., Arienzo, I., Cipriani, A., Parente, M., 2021. Forebulge migration in the foreland basin system of the central-southern Apennine fold-thrust belt (Italy): New high-resolution Sr-isotope dating constraints. *Basin Research*, 33, 2817-2836. <https://doi.org/10.1111/bre.12587>.

Sabbatino, M., Vitale, S., Tavani, S., Consorti, L., Corradetti, A., Cipriani, A., Arienzo, I., Parente, M., 2020. Constraining the onset of flexural subsidence and peripheral bulge extension in the

Miocene foreland of the southern Apennines (Italy) by Sr-isotope stratigraphy. *Sedimentary Geology* 401, 105634. <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2020.105634>

Santangelo, N., Romano, P., Ascione, A., & Russo ermolli, E. (2017). Quaternary evolution of the Southern Apennines coastal plains: A review. *Geologica Carpathica*, 68, 43–56.

Scandone, P., 1967. Studi di geologia lucana; la serie calcareo silico marnosa e i suoi rapporti con l'Appennino calcareo. *Bollettino della Società Naturalisti in Napoli* 76, 301–469.

Scandone, P., 1972. Studi di Geologia lucana:carta dei terreni della serie calcareo-silicomarnosa e note illustrative. *Bollettino della Società Naturalisti in Napoli* 81, 225–300.

Scandone, P., Sgrosso, I., Bruno, F., 1964. Appunti di Geologia sul M. Bulgheria. *Bollettino della Società Naturalisti in Napoli* 72, 19–27.

Selli, R., 1957. Sulla trasgressione del Miocene nell'Italia meridionale. *Giornale di Geologia* 26, 1–54.

Selli, R., 1962. Il Paleogene nel quadro della geologia dell'Italia centro meridionale. *Memorie della Società Geologica Italiana* 3, 737–789.

ViDEPI Project, 2021, <http://unmig.sviluppoeconomico.gov.it/videpi/pozzi/pozzi.asp>

Villani F. e Pierdominici S. 2010. Late Quaternary tectonics of the Vallo di Diano basin (southern Apennines, Italy). *Quaternary Science Reviews* 29, 3167-3183

Vitale, S, Prinzi, E.P., Monda, M., Tramparulo, F.D.A., Ciarcia, S., 2020b. Structural and Stratigraphic Setting of Campagna and Giffoni Tectonic Windows: New Insights on the Orogenic Evolution of the Southern Apennines (Italy). *Geosciences*, 10, 405. <https://doi.org/10.3390/geosciences10100405>

Vitale, S., Ciarcia, S., 2013. Tectono-stratigraphic and kinematic evolution of the southern Apennines/Calabria-Peloritani Terrane system (Italy). *Tectonophysics* 583, 164-182 <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2012.11.004>

Vitale, S., Ciarcia, S., 2018. Tectono-stratigraphic setting of the Campania region (Southern Italy). *Journal of Maps*, 14, 9-21. ISSN: 1744-5647. <https://doi.org/10.1080/17445647.2018.1424655>

Vitale, S., Ciarcia, S., 2022. The dismembering of the Adria platforms following the Late Cretaceous-Eocene abortive rift: A review of the tectono-stratigraphic record in the southern Apennines. *International Geology Review*. 64 (20), 2866–2889. <https://doi.org/10.1080/00206814.2021.2004559>

Vitale, S., Ciarcia, S., Fedele, L., Tramparulo, F.D.A., 2019. The Ligurian oceanic successions in southern Italy: The key to decrypting the first orogenic stages of the southern Apennines-Calabria chain system. *Tectonophysics* 750, 243-261. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2018.11.010>

Vitale, S., Ciarcia, S., Mazzoli, S., Zaghloul, M.N., 2011. Tectonic evolution of the 'Liguride' accretionary wedge in the Cilento area, southern Italy: a record of early Apennine geodynamics. *Journal of Geodynamics* 51, 25–36.

Vitale, S., Fedele, L. Tramparulo, F.D.A., Ciarcia, S., Mazzoli, S., Novellino, A., 2013b. Structural and petrological analyses of the Frido Unit (southern Italy): new insights into the early tectonic evolution of the southern Apennines-Calabrian Arc system. *Lithos*, 168-169, 219-235. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2013.02.006>

Vitale, S., Prinzi, E.P., Tramparulo, F.D.A., De Paola, C., Di Maio, R., Piegari, E., Sabbatino, M., Natale, J., Notaro, P., Ciarcia, S., 2020a. Late Miocene-early Pliocene out-of-sequence thrusting in the southern Apennines (Italy). *Geosciences*, 10(8), 301. <https://doi.org/10.3390/geosciences10080301>

Vitale, S., Tramparulo, F. D. A., Ciarcia, S., Amore, F. O., Prinzi, E. P., & Laiena, F. (2017). The northward tectonic transport in the southern Apennines: Examples from the Capri Island and western Sorrento Peninsula (Italy). *International Journal of Earth Sciences*, 106, 97–113.