



## PROGETTO DEFINITIVO

REMCA\_R5

INDAGINE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA

|           |    |            |                 |      |      |      |                                                                                                                                                                         |
|-----------|----|------------|-----------------|------|------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| REVISIONI | N. | DATA       | DESCRIZIONE     | RED. | VER. | APP. | SCALA:                                                                                                                                                                  |
|           | A  | 20/07/2020 | Prima emissione |      |      |      |                                                                                                                                                                         |
|           |    |            |                 |      |      |      | CODIFICA:                                                                                                                                                               |
|           |    |            |                 |      |      |      | <div><div></div><div></div><div></div><div></div></div> P.D                                                                                                             |
|           |    |            |                 |      |      |      |                                                                                                                                                                         |
|           |    |            |                 |      |      |      | <div><div></div><div></div><div></div><div></div></div> <div><div></div><div></div><div></div><div></div></div> <div><div></div><div></div><div></div><div></div></div> |



ENERGY &amp; ENGINEERING S.R.L.

Via XXIII Luglio 139

83044 - Bisaccia (AV)

P.IVA 02618900647

Tel./Fax. 0827/81480

pec: [energyengineering@legalmail.it](mailto:energyengineering@legalmail.it)

## IL PROGETTISTA

Ing. D.G. Trivelli



## IL GEOLOGO

Dr. Tommaso Fusco



## IL COMMITTENTE

Renexia SpA



# Renexia

Viale Abruzzo 410

66100 – Chieti Scalo (CH)

P.IVA 02192110696

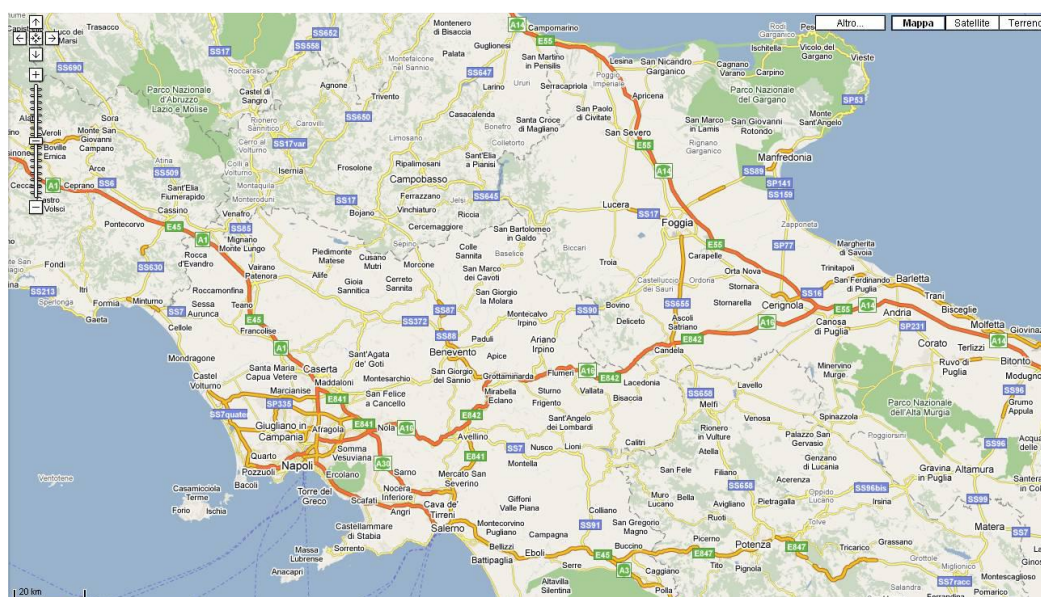
Tel. 0871 58745

## Sommario

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. PREMESSA.....                                                                  | 2  |
| 2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE.....                                       | 3  |
| 2.1    INTRODUZIONE.....                                                          | 3  |
| 2.2    INQUADRAMENTO GEOLOGICO .....                                              | 5  |
| 2.3    LE UNITÀ DELLA CATENA SUD-APPENNINICA.....                                 | 7  |
| 2.4    SUCCESIONI PREOROGENICHE E DI AVANFOSSA .....                              | 8  |
| 2.5    SUCCESIONI DI THRUST-TOP .....                                             | 17 |
| 2.6    LE UNITÀ CINEMATICHE DELLA CATENA SUD-APPENNINICA.....                     | 21 |
| 2.6.1    UNITÀ CINEMATICA A (Miocene inferiore) .....                             | 22 |
| 2.6.2    UNITÀ CINEMATICA B (Serravalliano-Tortoniano inferiore p.p.) .....       | 23 |
| 2.6.3    UNITÀ CINEMATICA C (Tortoniano inferiore p.p.-medio p.p.) .....          | 23 |
| 2.6.4    UNITÀ CINEMATICA D (Tortoniano medio p.p.-superiore p.p.) .....          | 24 |
| 2.6.5    UNITÀ CINEMATICA E (Tortoniano superiore p.p.-Messiniano inferiore)..... | 24 |
| 2.6.6    UNITÀ CINEMATICA F (Messiniano superiore) .....                          | 25 |
| 2.6.7    UNITÀ CINEMATICA G (Pliocene inferiore).....                             | 25 |
| 2.7    CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE .....                                            | 26 |
| 3. CARATTERISTICHE LITO-STRATIGRAFICHE.....                                       | 28 |
| 4. CARATTERISTICHE GEOLITOLIGHE DEI TERRENI PRESENTI NELL'AREA IN ESAME .....     | 31 |
| 5. CARATTERI IDROLOGICI ED IDROGEOLOGICI .....                                    | 38 |
| 6. MORFOLOGIA E STABILITA' .....                                                  | 43 |
| 7. CONSIDERAZIONI GEOPEDOLOGICHE .....                                            | 50 |
| 8. CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE.....                                                | 50 |
| 9. CARATTERISTICHE SISMICHE DEL SITO IN ESAME .....                               | 53 |
| 10. CONCLUSIONI .....                                                             | 58 |

# 1. PREMESSA

Per incarico ricevuto, viene redatta la presente relazione finalizzata allo studio di compatibilità idrogeologica (ai sensi dell' Art.17 del Titolo III del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e del Fiume Volturno – Rischio di frana) e allo svincolo idrogeologico (in ottemperanza al Regolamento Regionale del 28 settembre 2017 n°3, pubblicato sul BURC n°72 del 2 ottobre 2017) delle aree interessate dalla realizzazione di un “parco eolico” per la produzione di energia elettrica da ubicarsi nei territori comunali di Morcone, Pontelandolfo e Campolattaro.



Il progetto in particolare prevede la realizzazione di 11 aerogeneratori, identificati secondo progetto con le sigle MC1, MC2, MC3, MC4, MC5, MC6, MC7, MC8, MC9, MC10, MC11, di una rete di cavidotti e di una stazione di trasformazione da ampliare.

Per l'espletamento dell'incarico ricevuto sono stati, nel complesso, effettuati:

- *rilevamenti diretti sull'area e in ampie zone circostanti* per acquisire gli elementi tecnici riguardanti la geologia, la morfologia e l'idrogeologia delle zone interessate;
- *studio bibliografico* di indagini geognostiche eseguiti in aree limitrofe a quelle in esame, nonché d'indagini geologiche e geologico tecniche a carattere generale eseguite nell'ambito del territorio in esame.

Tali dati così acquisiti servono a dimostrare, infine, se:

- *l'intervento in oggetto sia compatibile con quanto previsto dal Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e del Fiume Volturno e dalle relative norme di attuazione e dalle misure di salvaguardia;*
- *le realizzazioni garantiscano, secondo le caratteristiche e le necessità relative a ciascuna fattispecie, la sicurezza del territorio in coerenza con quanto disposto all'art.31 lettera c) della L.183/89 sulla base dei tre criteri: "incolumità delle popolazioni, danno incombente, organica sistemazione";*
- *le opere previste siano progettate anche a garanzia della stabilità dei terreni e della regolare regimentazione delle acque di ruscellamento;*
- *il progetto sia strutturato in modo tale da consentire lo "svincolo idrogeologico" delle aree coinvolte (in ottemperanza al Regolamento Regionale del 28 settembre 2017 n°3, pubblicato sul BURC n°72 del 2 ottobre 2017.)*

## **2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE**

Al fine di delineare le principali tappe dell'evoluzione geologica dei territori in esame, è necessario inquadrare la stessa nel contesto geologico generale dell'area appenninica.

### **2.1 INTRODUZIONE**

L'Appennino meridionale è un segmento del sistema orogenico circum-Mediterraneo, compreso tra l'Appennino centrale e l'Arco Calabro, la cui evoluzione tardo-miocenica e pliocenica si colloca in un contesto di tettonica post-collisionale, legato alla complessa interazione tra la zolla africana, la zolla europea e le altre microzolle interposte (ALVAREZ et alii, 1974; ROURE et alii, 1991; GUERRERA et alii, 1993).

L'attuale assetto strutturale dell'Appennino meridionale è il risultato di eventi, compressivi, distensivi e trascorrenti, connessi alla subduzione e al successivo arretramento flessurale della microplacca apulo-adriatica, cui si accompagna, sul bordo interno della catena, a partire dal Tortonian, l'estensione connessa all'apertura del bacino di retroarco tirrenico (SARTORI, 1989; PATACCA et alii, 1990).

La propagazione spazio-temporale dell'onda di compressione-estensione, iniziata a partire dai domini interni nel Miocene inferiore-medio, è proseguita fino al

raggiungimento dell'attuale configurazione, che mostra la catena appenninica e l'avanfossa limitate dall'area tirrenica in distensione ad occidente e dall'avampaese apuloadriatico poco deformato ad oriente.

Gli eventi compressivi sembrano essersi esauriti nel corso del Pleistocene (CINQUE et alii, 1993).

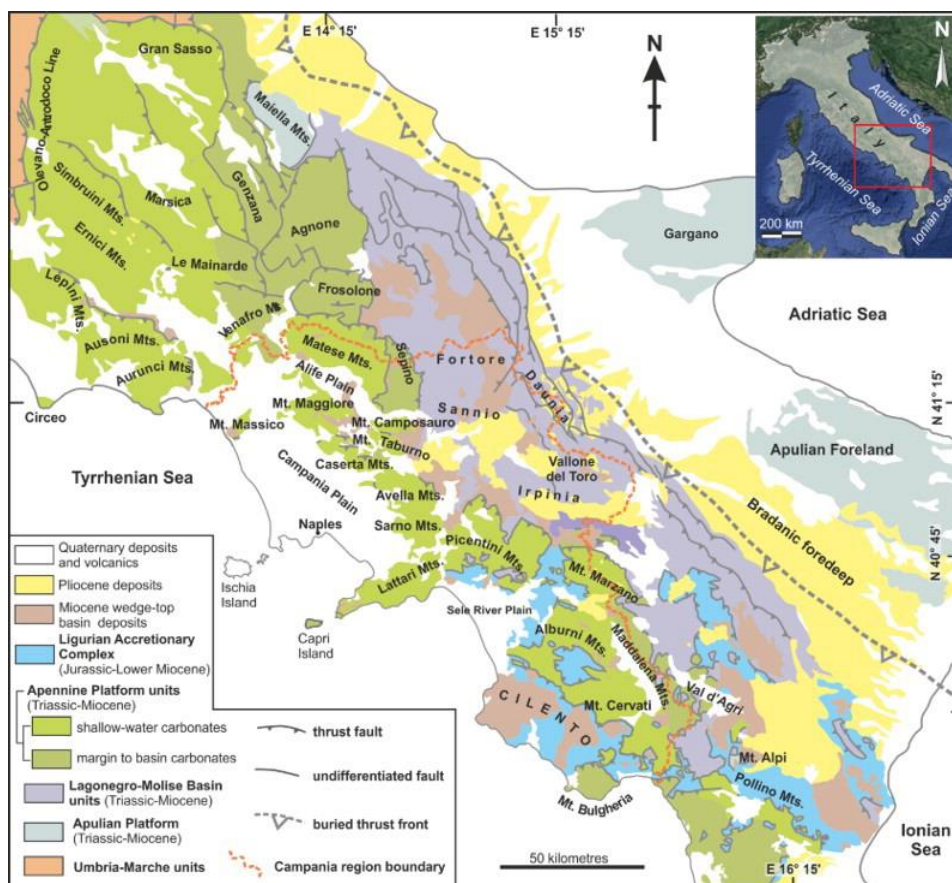
Uno dei principali argomenti ancora dibattuti nella letteratura scientifica sull'evoluzione geologica dell'Appennino meridionale è un'accurata cronologia della migrazione del sistema catena-avanfossa (PATACCA & SCANDONE, 1989, 2004, 2007; SGROSSO, 1998; BONARDI et alii, 1988a; AMORE et alii, 2005a).

Per mettere a fuoco il più possibile i problemi al riguardo, viene proposta una carta delle unità cinematiche dell'area compresa tra la linea tettonica Campobasso Roccamonfina (linea Ortona-Roccamonfina Auct.) a nord e l'allineamento Maratea-Val d'Agri a sud, che comprende la Campania e parte della Lucania, della Puglia e del Molise.

L'elaborato, sulla base dei dati stratigrafici più recenti disponibili, evidenzia, anche se in maniera schematica, l'evoluzione tettono-stratigrafica dell'orogene sud-appenninico.

Per unità cinematica intendiamo un corpo geologico costituito da una o più unità tettoniche che, nel suo insieme, ha subito una propria storia deformativa, sostanzialmente differente da quella che caratterizza altre unità cinematiche.

La maggior parte degli elementi per ricostruire questa storia, sempre più complessa man mano che ci si sposta verso le zone interne, derivano dallo studio dei de48 G. BONARDI ET ALII positi miocenici in contatto stratigrafico su ciascuna unità riconosciuta.



**fig.1 Mappa schema geologico dell'appennino Meridionale**

Il più delle volte le unità cinematiche non corrispondono ad una intera unità paleogeografica, ma possono rappresentare una porzione di essa. Pertanto, i criteri per l'individuazione delle unità cinematiche in una zona geologicamente complessa come quella dell'Appennino meridionale – discussi in questo lavoro – sono stati elaborati tenendo conto, oltre che dei numerosi e talora contrastanti dati presenti in letteratura, anche di quelli, ancora inediti, scaturiti dai rilevamenti in corso.

## **2.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO**

L'Appennino meridionale è una catena a falde, con vergenza orientale, originatasi a partire dal Miocene inferiore per subduzione verso ovest (sensu DOGLIONI, 1991) e dal Tortoniano superiore per arretramento flessurale della litosfera adriatico-apula (MALINVERNO & RYAN, 1986; PATACCA & SCANDONE, 1989; DOGLIONI, 1991; DOGLIONI et alii, 1991).

Nell'ambito del contesto geodinamico così delineato, appare opportuno ribadire alcuni concetti generalmente accettati dalla comunità scientifica, cui è stato fatto riferimento nell'elaborazione della carta delle unità cinematiche:

– L’inizio della sedimentazione silico-clastica immatura ed il suo progressivo prevalere, caratterizza il depocentro dei bacini di avanfossa.

– I depositi di avanfossa poggiano in concordanza sui precedenti depositi di avampaese, in quanto la discordanza angolare legata alla progressiva flessurazione della zolla non è apprezzabile a scala locale.

– La prima deformazione compressiva, che segue la fase depocentrale dell’avanfossa, interessa solo una parte dell’avampaese flessurato, che viene in tal modo accreta all’orogene. Questa deformazione si sposta in momenti successivi verso l’esterno, interessando ulteriori porzioni dell’avanfossa e del suo substrato e determinando una progressiva migrazione all’incirca da sud-ovest verso nord-est (coordinate attuali) del sistema catena-avanfossa-avampaese.

– La deformazione è il risultato relativamente discontinuo e localizzato («fasi» o meglio «eventi» tettonici) di un processo continuo di subduzione, seguito da arretramento flessurale, che condiziona la crescita dell’orogene.

La struttura attuale dell’Appennino meridionale viene interpretato (CASERO et alii, 1988; PATACCA & SCANDONE, 1989, 2007; LENTINI et alii, 1990), almeno in profondità, come un complesso sistema di tipo duplex, in cui unità di provenienza paleogeografica interna sovrastanti il roof thrust sono state trasportate verso il margine occidentale dell’avampaese, ricoprendo horses attualmente solo in parte affioranti, corrispondenti a unità tettoniche derivate da domini paleogeografici più esterni, a loro volta sovrastanti a un floor thrust che li porta ad accavallarsi sui domini ancora più esterni in flessurazione.

La tettonica a thrust è stata accompagnata e/o seguita da faglie trascorrenti (legata sia ai movimenti lungo rampe laterali che alle rotazioni di blocchi) e faglie dirette ad alto e basso angolo (MAZZOLI et alii, 2001). Le unità di provenienza paleogeografica più interna (Liguridi e Sicilidi), originatesi da un’area oceanica e/o a crosta assottigliata, hanno iniziato a impilarsi non prima del Miocene inferiore (DI STASO & GIARDINO, 2002), formando un prisma di accrezione sigillato da una successione thrust-top. Successivamente (non prima del Tortonian medio-superiore, secondo SGROSSO, 1988; AMORE et alii, 2003) questo assieme è sovrascorso su domini di piattaforma carbonatica impostati su crosta continentale (piattaforma sud-appenninica, MOSTARDINI & MERLINI, 1986; PESCATORE, 1988; piattaforma campano-lucana, SCANDONE, 1972; D’ARGENIO et alii, 1973, 1975; piattaforme laziale-campano-lucana e campano-lucano-calabrese separate dal bacino del M.

Foraporta, SGROSSO, 1986, 1998; piattaforme appenniniche separate dal bacino del M. Foraporta, VAN DIJK et alii, 2000).

Nel Miocene superiore il prisma tettonico si è ulteriormente spostato verso l'esterno, coinvolgendo nella deformazione prima l'ampio bacino di Lagonegro e quindi tutti i domini paleogeografici più esterni (piattaforma abruzzese-campana e bacino molisano, D'ARGENIO et alii, 1973, piattaforme abruzzese-laziale-campana, abruzzese-molisana e abruzzese, intercalate dai bacini «molisani», SGROSSO, 1986, 1988, 1998; piattaforme apule interna ed esterna separate dal bacino apulo, MOSTARDINI & MERLINI, 1986; piattaforme apule separate da un bacino, VAN DIJK et alii, 2000; un'articolazione di piattaforme e bacini tra una piattaforma appenninica e una piattaforma apula, PATACCA & SCANDONE, 2007) sino alla piattaforma apula interna.

Ulteriori eventi compressivi hanno provocato sensibili raccorciamenti nella catena fino al Pleistocene inferiore (CINQUE et alii, 1993; MOSTARDINI & MERLINI, 1986).

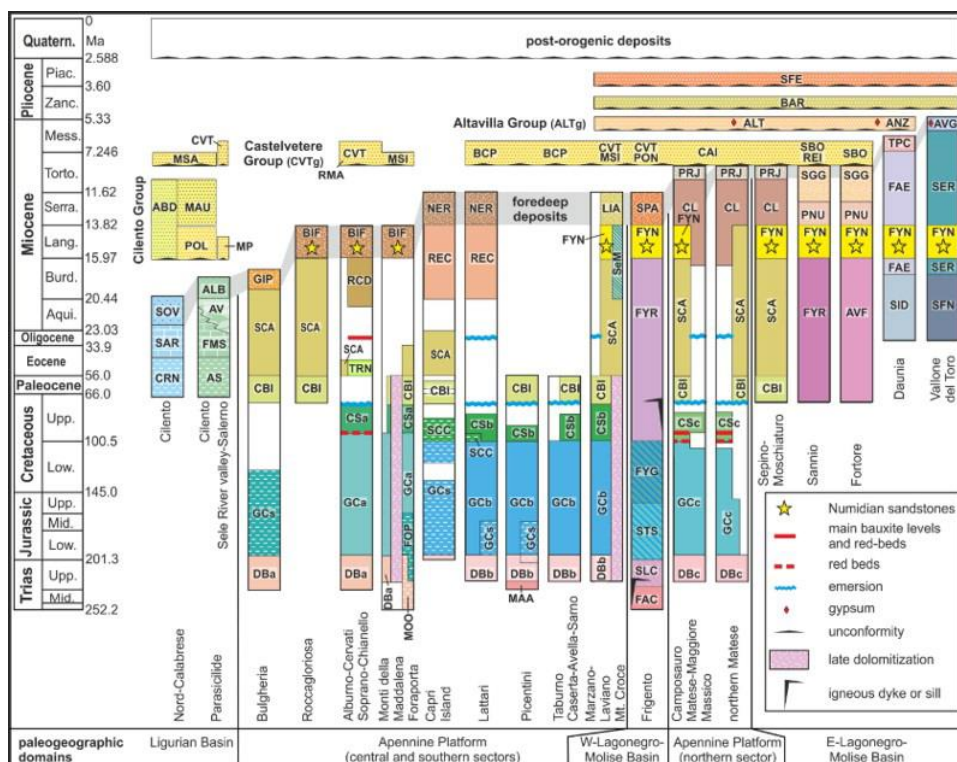


fig.2 Grafico stratigrafico che mostra le successioni sedimentarie esposte nella regione Campania

## 2.3 LE UNITÀ DELLA CATENA SUD-APPENNINICA

Nella catena sud-appenninica sono presenti numerosi corpi geologici delimitati a letto da superfici di sovrascorrimento di importanza regionale e caratterizzati da una

successione stratigrafica sostanzialmente simile in tutta l'area di affioramento, che li differenzia da corpi analoghi sopra e sottostanti, tradizionalmente denominati unità stratigrafico-strutturali (D'ARGENIO et alii, 1973).

Nell'area di studio sovente tali unità sono troncate da superfici tettoniche di vario ordine di importanza che possono suddividere un'unità stratigrafico-strutturale in più unità tettoniche di ordine inferiore, nel cui ambito si distinguono successioni pre-orogeniche e di avanfossa simili, continue o con discontinuità paraconformi, su cui poggiano in discordanza angolare successioni di thrust-top.

Queste ultime, a loro volta, possono essere limitate a tetto da superfici tettoniche o da altre discordanze, che marcano la base di successioni trasgressive più recenti.

Una descrizione dettagliata dei caratteri stratigrafici delle successioni pre-orogeniche e di avanfossa affioranti nell'Appennino meridionale e dei loro rapporti tettonici esula dalle finalità del presente lavoro, e richiederebbe, vista la vasta letteratura disponibile sull'argomento, uno spazio molto ampio. Nei paragrafi successivi sono, pertanto, solo schematicamente descritte le unità stratigrafico-strutturali presenti in catena, partendo dalle unità di provenienza paleogeografica interna fino a quelle più esterne; sono altresì descritte le principali successioni di thrust-top, indicandone i caratteri lito-stratigrafici distintivi.

## **2.4 SUCCESSIONI PREOROGENICHE E DI AVANFOSSA**

### **Unità derivate da domini bacinali interni in parte oceanici.**

Si tratta di unità stratigrafico-strutturali di provenienza interna, coinvolte per la prima volta, nel Burdigaliano o al limite Burdigaliano-Langhiano, dal trasporto orogenico e impilate a formare un prisma di accrezione.

Esse sono le Unità sicilidi (Complesso sicilide di OGNIBEN, 1969) e le Unità liguridi, corrispondenti alla parte bassa del Complesso ligure di OGNIBEN (1969), del quale è stata mantenuta l'aggettivazione, anche se una correlazione con le Unità liguri dell'Appennino settentrionale, implicita nel nome, non è più proponibile sulla base dei dati biostratigrafici esistenti (BONARDI et alii, 1988b, 1993; DI STASO & GIARDINO, 2002).

### **Unità sicilidi**

Nell'area della carta, in particolare nella Valle del F. Calore, affiorano terreni attribuibili a questa unità stratigrafico strutturale, ma che non sono stati finora distinti

in più unità tettoniche, nè è stato possibile correlarli con sicurezza con una di quelle, meglio descritte in letteratura, affioranti al confine calabro-lucano.

La successione, di età Cretacico superiore-Miocene inferiore, è data dal basso in alto da marne silicizzate e argilliti varicolori con frequenti intercalazioni di torbiditi calcaree, cui segue una successione simile a quella del membro di Monte Sant'Arcangelo (OGNIBEN, 1969) del confine calabro-lucano.

La parte alta della successione, con caratteri di avanfossa, è data da arenarie quarzo-feldspatiche gradate, marne e calcari marnosi bianchi e rosati, in strati e banchi ed è nota in letteratura come Formazione di Albanella (DONZELLI & CRESCENTI, 1962; SELLI, 1962; IETTO et alii, 1965), di età non più antica del Burdigaliano (CRITELLI et alii, 1994). **Unità liguridi**

Estese dal Cilento al confine calabro-lucano, comprendono (BONARDI et alii, 1988b), quattro unità tettoniche, di cui tre di sicura derivazione oceanica; dal basso in alto: Unità del Frido, Melange di Episcopia-S. Severino, Unità nord-calabrese, Unità dei «terreni ad affinità sicilide».

Le prime due, affette da metamorfismo di alta pressione e temperatura molto bassa (SPADEA, 1976; 1982; 1994), affiorano solo al confine calabro-lucano. Nell'area della carta sono ben rappresentate le altre due, ma dell'Unità nord-calabrese manca la parte inferiore, comprendente un basamento ofiolitico e la copertura sedimentaria ad esso immediatamente sovrastante, che affiora solo nei pressi di Terranova di Pollino.

La successione affiorante, di età Cretacico inferiore-Aquitano (BONARDI et alii, 1988b; DI STASO & GIARDINO, 2002), è costituita da argilliti grigio scure e nere (in parte black shales), con intercalazioni di quarzareniti grigio-verdognoles; verso l'alto compaiono torbiditi carbonatiche, che diventano via via più frequenti e grossolane fino a fare passaggio per alternanze con argilliti grigio scure alla Formazione del Saraceno (SELLI, 1962).

Quest'ultima è costituita da calcareniti e calcareniti arenacee, spesso silicizzate o con liste di selce, arenarie a matrice calcarea e subordinate breccie a clasti di rocce cristalline.

L'origine torbiditica è sempre ben evidente, essendo ben riconoscibili uno o più intervalli della sequenza di Bouma; è da sottolineare che l'intervallo pelitico, ridotto o assente nella parte bassa della successione, aumenta di spessore nella parte alta,

nella quale aumentano anche di frequenza, fino a prevalere sulle calcareniti, le areniti immature.

L'età di questa successione è Eocene superiore-Aquitaniense (DI STASO & GIARDINO, 2002).

Attraverso un'alternanza di calcareniti e arenarie feldspatico-litiche con intercalazioni di marne rosse e verdi e con una brusca riduzione dello spessore degli strati, si passa al membro del Sovereto, distinto solo nei Fogli CARG 1:50.000 520 Sapri e 521 Lauria.

Quest'ultimo, da noi interpretato come la parte di avanfossa della successione, è interamente costituito da arenarie immature, fittamente stratificate, con sottili intercalazioni pelitiche e rari livelli di quarzareniti. L'età presumibile per la posizione stratigrafica è Miocene inferiore (Aquitaniense-Burdigaliano).

L'Unità informale, con caratteri di broken formation, dei «terreni ad affinità sicilide» (BONARDI et alii, 1988b; CIARCIA et alii, 2009b), è stata così denominata per la presenza in associazione di litologie simili a quelle dell'Unità nord-calabrese (in particolare Formazione delle Crete Nere) e a quelle delle Unità sicilidi (argille varicolori, membro di Monte Sant'Arcangelo).

Un possibile equivalente della Formazione del Saraceno sembra essere ridotto a qualche metro di calcareniti gradate con intercalazione di marne rosse e verdi.

Le litologie più frequenti e più estesamente affioranti nell'area della carta sono marne, spesso silicizzate, con patine e impregnazioni di manganese; argilliti grigio-scure e nere simili a quelle della Formazione delle Crete Nere; calcari e calcari marnosi grigi con caratteristico clivaggio tipo «pietra paesina»; un assieme caotico di argilliti grigio-scure contenente frammenti (presumibilmente il risultato di fenomeni di boudinage) di arenarie micacee nerastre e calcari marnoso-siliciferi; calcareniti gradate con intercalazioni di marne rosse e verdi e, a luoghi, brecciole gradate a nummuliti ed altri macroforaminiferi.

I foraminiferi planctonici e le nannoflore, rinvenuti in litologie differenti, indicano un'età compresa tra il Cretacico superiore, in accordo con la presenza di rare impronte di inocerami, e l'Oligocene superiore.

In poche località affiora una successione relativamente regolare, anch'essa di età compresa tra un probabile Cretacico superiore e l'Oligocene superiore, data da: marne silicizzate e selci, calcari marnosi a frattura scheggiata tipo «fogliarina auct.», argilliti grige con intercalati banchi di quarzareniti bianche.

## **Unità derivate dal margine continentale apulo**

### **Unità Monte Bulgheria**

L'Unità Monte Bulgheria (SCANDONE et alii, 1964; TORRE, 1969; SGROSSO, 1995) è formata alla base da dolomie grigio-scuri, talora stromatolitiche, con *Worthenia solitaria* e *Gervilleia exilis* del Trias superiore; calcari e calcari dolomitici, a luoghi massicci, con *Triasine* e *Megalodontidi* del Retico-Lias inferiore, in cui si riconoscono facies di piattaforma, di bordo di piattaforma e scarpata.

A partire dal Lias medio la successione è data da risedimenti calcarei e calcilutiti con selce con facies di scarpata e bacino, con intercalazioni di livelli di marne ad ammoniti del Lias superiore.

Verso l'alto seguono calcilutiti silicifere, talora a tintinnidi, del Giurassico superiore-Cretacico inferiore, che lateralmente passano a calcari ad *Ellipsactinie*.

Seguono in discontinuità breccie calcaree in strati e banchi con frammenti di selce e di rudiste e calcareniti e breccie gradate a macroforaminiferi del Cretacico superiore, che passano gradualmente a calcari marnosi e marne rosse e grigie tipo «scaglia» del Cretacico superiore-Aquitano (TORRE, 1969).

Seguono in continuità argilliti grigie scure e nere con intercalazioni di breccie a macroforaminiferi, quarzareniti ed areniti arcose-litiche (Burdigaliano-Langhiano?; SGROSSO, 1998).

### **Unità Alburno-Cervati**

L'Unità Alburno-Cervati (SCANDONE, 1972; IPPOLITO et alii, 1973; BONARDI et alii, 1988a) è formata alla base da calcari dolomitici e dolomie (Trias superiore-Lias inferiore), passanti a calcilutiti e calcareniti con grossi lamellibranchi, gasteropodi, foraminiferi e alghe, localmente con intercalazioni di risedimenti calcarei (Lias medio-Cretacico superiore). Seguono in discontinuità calcilutiti, calcareniti in facies di retroscogliera con occasionali livelli conglomeratici a matrice marnosa del Paleocene-Eocene medio (Formazione di Trentinara).

Su questi depositi poggiano in discontinuità, con l'interposizione di lenti di argille lateritiche rossastre, calcareniti grigio-scuri, ad alghe e macroforaminiferi dell'Aquitano-Burdigaliano (Formazione di Cerchiara) e argilliti brune con intercalazioni di breccie gradate a macroforaminiferi e quarzareniti giallastre in strati e banchi del Burdigaliano superiore-Langhiano (Formazione del Bifurto, SELLI, 1957; PATACCA et alii, 1992a).

### **Unità Capri-M. Monna-M. Foraporta**

Nell'Unità Capri-M. Monna-M. Foraporta (SGROSSO, 1995) sono state raggruppate varie successioni carbonatiche, per lo più torbiditiche, bacinali o di scarpata.

A Capri affiora una successione costituita da dolomie e calcari dolomitici, brecce di scarpata con elementi calcarei e dolomitici a grandi lamellibranchi, alghe e foraminiferi, calcari ad ellipsactinia, calcari con selce e marne (facies di «scaglia»).

Nella parte alta, si passa ad arenarie immature che, per analogia con quelle della Penisola Sorrentina, possono essere attribuite al Serravalliano.

La successione nel complesso è riferibile al Trias superiore Miocene medio.

Al M. Foraporta si rinvencono dolomie grigie, calcareniti gradate e calcilutiti grigio scure, fittamente stratificate, con ammoniti, brachiopodi e foraminiferi di età compresa tra il Trias superiore e il Dogger; localmente sono presenti lenti di carbone sapropelico.

La successione di M. Monna è del tutto comparabile con quella del M. Foraporta.

#### **Unità Picentini-Penisola Sorrentina**

L'Unità Picentini-Penisola Sorrentina è formata prevalentemente da depositi carbonatici per lo più con facies di piattaforma e solo localmente di scarpata; la successione tipica è rappresentata da dolomie massicce, calcareniti e marne con lamellibranchi, dolomie e scisti bituminosi del Trias superiore.

Verso l'alto si passa ad una monotona successione di calcari più o meno dolomitizzati, talora oolitici, con alghe e lamellibranchi (in particolare requienie e rudiste), che va dal Lias al Cretacico superiore (SCANDONE & SGROSSO, 1964).

Solo in Penisola Sorrentina sui calcari del Cretacico superiore poggiano in concordanza le Calcareniti e arenarie di Nerano (SCANDONE & SGROSSO, 1965), costituite alla base da calcareniti e marne che passano verso l'alto ad arenarie di età serravalliana (SGROSSO, 1998). Unità Taburno-M. Marzano-Monti della Maddalena

L'Unità Taburno-M. Marzano-Monti della Maddalena è formata da dolomie e calcari dolomitici in facies di piattaforma e scarpata del Trias superiore-Lias inferiore, seguite da brecce e calcareniti a cemento spatico in facies di scarpata, con età compresa tra il Lias medio e l'Eocene (PESCATORE, 1965; D'ARGENIO, 1966; SCANDONE & BONARDI, 1968), caratterizzata nei Monti della Maddalena da lacune più o meno ampie.

A Laviano sono presenti calcareniti mioceniche (SELLI, 1957), considerate pre-numidiche e di età burdigaliana da PATACCA et alii (1992a), ma recentemente ridatate al Serravalliano da AMORE et alii (2005).

### **Unità Lagonegro II - Unità di Frigento (Unità del Sannio Auct. pro parte)**

L'Unità Lagonegro II (SCANDONE, 1967, 1972) – Unità di Frigento (DI NOCERA et alii, 2002) è formata da una successione bacinale proximale, che comprende alla base argilliti con Daonella, marne, diaspri, arenarie e siltiti con corpi discontinui di calcari massivi ad alghe (Formazione di Monte Facito del Trias-inferiore-medio), passanti a calcari, calcari dolomitici e dolomie con liste e noduli di selce a Halobia con rare intercalazioni di calcareniti gradate del Trias superiore-Lias (?) (Calcari con selce) ed a radiolariti, diaspri, marne e argilliti silicifere policrome con rari livelli calcarei (Scisti silicei) del Giurassico.

Verso l'alto si passa ad argilliti e marne localmente silicizzate di colore grigio e nero con intercalazioni di calcari marnosi, calcilutiti e rare calcareniti gradate del Cretacico inferiore (Flysch Galestrino).

Segue una successione di risedimenti calcarei bioclastici (calciruditi, calcareniti e calcilutiti) con intercalazioni di argille e marne grigie, rosse e verdi (Flysch Rosso) del Cretacico superiore-Burdigaliano.

Infine si rinvencono quarzoruditi, quarzareniti e quarzosiltiti di colore grigio o giallo arancio, a cemento siliceo con clasti di quarzo arrotondato e smerigliato, a luoghi con subordinate intercalazioni marnoso-argillose e calcaro-marnose del Langhiano (Flysch Numidico), passanti verso l'alto in Lucania, a sud-est del Vulture, alla Formazione di Serra Palazzo del Serravalliano-Tortoniano inferiore.

Nell'area della carta l'unità localmente passa verso l'alto per alternanze ad areniti arcose del Serravalliano, indicate genericamente come «sequenze post-numidiche» (PATACCA et alii, 1992a). Recentemente le arenarie numidiche, e di conseguenza le formazioni che le contengono (Flysch Numidico e Formazione del Bifurto), sono state attribuite al Burdigaliano superiore (PATACCA & SCANDONE, 2004, 2007), ma nella presente nota si è preferito mantenere l'età langhiana perché gli autori citati non riportano dati biostratigrafici a sostegno di questa nuova datazione.

### **Unità Lagonegro I**

L'Unità Lagonegro I (SCANDONE, 1967, 1972) è formata da una successione bacinale distale, formata da calcari con liste e noduli di selce ad Halobia con intercalazioni di argilliti nere del Trias superiore-Retico (Calcari con selce); radiolariti,

diaspri e argilliti silicifere policrome con rarissimi livelli calcareo-marnosi con calcareniti e brecciole gradate (Scisti silicei) del Retico-Cretacico inferiore.

Verso l'alto si passa ad argilliti ed argilliti silicee di colore grigio e nero, con intercalazioni di calcari marnosi e marne silicifere (Flysch Galestrino) del Cretacico.

L'unità si chiude con una successione di calcareniti a grana fine e calcilutiti, con intercalazioni di marne e argilliti silicifere rosse del Cretacico superiore-Paleocene (Scisti di Pecorone).

### **Unità Monte Croce**

Nella finestra tettonica di Campagna, nei Monti Picentini, oltre alle unità lagonegresi, affiora anche l'Unità di Monte Croce (SCANDONE & SGROSSO, 1974; TURCO, 1976) di età mesozoica e terziaria, costituita da brecce calcaree grossolane di scarpata e dolomie con selce mesozoiche, passanti a calcareniti e calciruditi a macroforaminiferi del Miocene inferiore.

Verso l'alto si passa a marne grigie con intercalazioni di calciruditi e argille, che gradualmente si arricchiscono di frazione silicoclastica, del Langhiano superiore.

Si rinvencono quindi arenarie torbiditiche con intercalazioni di calcilutiti e marne e con olistoliti di calcari a litotamni e di quarzareniti numidiche, che costituiscono la formazione dei Calcari ed arenarie della Vallimala (SCANDONE & SGROSSO, 1974) di età Serravalliano-Tortoniano inferiore (SGROSSO, 1998).

Affioramenti correlabili con tale formazione si rinvencono anche al Monte Massico (SGROSSO, 1974).

### **Unità Matese-M. Maggiore-M. Camposauro**

L'Unità Matese-M. Maggiore-M. Camposauro è costituita alla base da dolomie e calcari dolomitici spesso stromatolitici, talora con megalodontidi (Trias-Lias inferiore), passanti a calcilutiti e calcareniti con facies di retroscogliera, ricche di lamellibranchi, foraminiferi, gasteropodi ed alghe (Lias inferiore-Cretacico superiore); tra Cretacico inferiore e superiore è presente un orizzonte lenticolare di bauxite.

Lateralmente si rinvencono calcareniti e calciruditi risedimentate, talora con importante componente bioclastica, e calcari marnosi (tipo scaglia) del Lias inferiore-Paleogene.

Su tale successione carbonatica in disconformità poggiano calcareniti e calciruditi fossilifere con pettinidi, briozoi, alghe corallinacee e foraminiferi del Langhiano (Formazione di Cusano) e quindi calcilutiti marnose e marne ricche di foraminiferi planctonici (Formazione di Longano) del Serravalliano-Tortoniano, che passa a sua

volta alla Formazione di Pietraroja (SELLI, 1957), che comprende alternanze torbiditiche di arenarie fini ed argille del Tortoniano medio-superiore.

### **Unità Matese nord-occidentale**

L'Unità Matese nord-occidentale (SGROSSO, 1996; 1998) è formata da una successione in facies di scarpata di età compresa tra il Trias superiore? e il Messiniano inferiore, costituita da dolomie anche stromatolitiche e da risedimenti carbonatici più o meno grossolani con intercalazioni di marne, calcari con selce e, talvolta, diaspri.

A partire dal Messiniano inferiore la successione passa a depositi che da calcarei diventano gradualmente silicoclastici sino a diventare prevalentemente arenaceo-argillosi (Formazione di Castelpizzuto, AMORE, 1992; SGROSSO, 1996; 1998).

### **Unità del Bacino Molisano**

Le unità del Bacino Molisano (Unità di Frosolone, Unità di Agnone) sono formate da successioni in facies di transizione scarpata/bacino di età compresa tra un probabile Lias e il Messiniano inferiore (PESCATORE, 1965), costituite da risedimenti carbonatici, in parte grossolani, con intercalazioni di marne, calcari con selce e, talvolta, diaspri.

A partire dal Messiniano inferiore la successione si arricchisce gradualmente di materiale arenaceo immaturo che poi diventa prevalente (Formazione di Frosolone, SELLI, 1957 e Formazione di Agnone, SELLI, 1962; SGROSSO et alii, 1988; PATACCA et alii, 1992).

### **Unità Dauna**

L'Unità Dauna (DAZZARO et alii, 1988; SANTO & SENATORE, 1988; RUSSO & SENATORE, 1989) si compone alla base di alternanze di calcareniti, calcilutiti, argille e marne grigie, verdi e rosse dell'Oligocene superiore-Burdigaliano (Flysch della Serra Funaro, CROSTELLA & VEZZANI, 1964 o Calcareniti, argille e marne di Monte Sidone, SANTO & SENATORE, 1988), passanti verso l'alto a calcareniti e calciruditi bioclastiche, calcilutiti, marne e argille marnose grigio-verdine (Flysch di Faeto, CROSTELLA & VEZZANI, 1964), che nella porzione sommitale passano a marne argillose con sottili intercalazioni di calcilutiti e siltiti (Marne argillose del Toppo Capuana, CROSTELLA & VEZZANI, 1964) del Tortoniano superiore (SANTO & SENATORE, 1988; RUSSO & SENATORE, 1989).

In Irpinia la parte superiore del Flysch di Faeto e le Marne argillose del Toppo Capuana sono tra loro eteropiche e contengono microfaune del Messiniano inferiore (BASSO et alii, 2001, 2002).

Su entrambe le formazioni poggiano, in continuità di sedimentazione (BASSO et alii, 2001, 2002), diatomiti, calcare evaporitico, gesso cristallino e gessoclastiti del Messiniano superiore (Evaporiti di Monte Castello, CROSTELLA & VEZZANI, 1964; MATANO et alii, 2005).

### **Unità del Vallone del Toro**

L'Unità del Vallone del Toro (BASSO et alii, 2002) è formata da una successione bacinale del Tortoniano medio-superiore?-Messiniano superiore, formata da argilliti e marne policrome con intercalazioni di calcilutiti e marne talora silicizzate e verso l'alto da diatomiti e gessi (Argilliti policrome del T. Calaggio, CIARANFI et alii, 1973).

L'unità termina con una successione pelitica caratterizzata dalla presenza di gessoclastiti e gessi laminati con rapporto isotopico dello stronzio indicativo di acque ipoaline tipiche della parte alta del Messiniano superiore (MATANO et alii, 2005).

### **Unità di incerta attribuzione paleogeografica**

#### **Unità del Fortore**

L'Unità del Fortore (DAZZARO et alii, 1988; PESCATORE et alii, 2000; DI NOCERA et alii, 2006), alla base, è formata da una successione francamente bacinale, costituita da argille marnoso-siltose, argilliti e marne, grigie e policrome, con intercalazioni di marne calcaree, calcilutiti e calcareniti torbiditiche bioclastiche, talora con selce e diaspri, del Cretacico superiore-Miocene inferiore, costituenti la Formazione delle Argille Varicolori del Fortore (PESCATORE et alii, 2000).

Nella parte alta sono presenti rapporti eteropici con la Formazione di Corleto Perticara (SELLI, 1962), costituita da alternanze di marne calcaree, calcari marnosi, calcilutiti grigio-giallognole, rare calcareniti biancastre, marne ed argille marnoso-siltose bruno-grigiastre con rari sottili livelli siltoso-arenacei (Eocene medio-superiore-Miocene inferiore). Nella parte alta della successione sono presenti anche intercalazioni di calcareniti bioclastiche, arenarie quarzolitiche e areniti vulcanoclastiche, riferite alla Formazione Paola Doce (PESCATORE et alii, 1988) oppure ad unità tipo «Tufiti di Tusa» (Burdigaliano).

Si passa quindi in continuità di sedimentazione al Flysch Numidico (Burdigaliano superiore-Langhiano), formato da quarzoareniti e quarzosiltiti a cemento siliceo con

clasti di quarzo arrotondato e smerigliato, a luoghi con subordinate intercalazioni marnoso-argillose e calcareo-marnose.

Verso l'alto sembra che la successione arenacea serravalliana del Flysch di San Giorgio (SELLI, 1962) poggia in concordanza sulle sequenze numidiche (QUARANTIELLO, 2003; DI NOCERA et alii, 2006).

Questa unità è stata interpretata come derivata dal bacino lagonegrese (PESCATORE et alii, 2000; QUARANTIELLO, 2003; DI NOCERA et alii, 2005) oppure come un'unità di provenienza interna riferibile al dominio bacinale sicilide (CASTELLANO & SGROSSO, 2002).

## **2.5 SUCCESSIONI DI THRUST-TOP**

Nel presente lavoro viene utilizzata la dizione «successioni di thrust-top» per designare quei depositi, prevalentemente silico-clastici ma anche carbonatici e misti, che si sono depositi in discordanza sulle successioni preorogeniche e di avanfossa delle unità tettoniche precedentemente descritte.

Tali depositi si sono sedimentati in bacini con caratteristiche e/o denominazioni diverse (bacini satellite, «piggy-back», «wedge top», «thrust-top», intracatena, ecc.), ma tutti aventi un substrato più o meno deformato ed eroso.

Le successioni di questo tipo possono essere ricoperte, sempre in discordanza, da ulteriori depositi discordanti più recenti, e pertanto in questo caso possono essere interpretate come «Unconformity Bounded Stratigraphic Units» (SALVADOR, 1994).

In letteratura sono note numerose successioni considerate di thrust-top» nel senso definito in precedenza.

Verranno brevemente descritte, a partire da quelle trasgressive sulle unità più interne, quelle che sono state considerate utili al fine della ricostruzione dell'evoluzione cinematica della catena sud-appenninica.

Il Gruppo del Cilento è datato alla base presso il passaggio Burdigaliano-Langhiano (AMORE et alii, 1988; BONARDI et alii, 1988), mentre la parte alta raggiunge il Serravalliano (AMORE et alii, 2005) o, dubitativamente il Tortonian inferiore (RUSSO et alii, 1995).

Tale unità comprende la Formazione di Pollica (IETTO et alii, 1965), interamente costituita da torbiditi arenacee, evolventi da facies distali a facies di lobo e canale, cui segue la Formazione di S. Mauro (IETTO et alii, 1965), formata da torbiditi

silicoclastiche e calciclastiche («fogliarina» Auct.), evolventi da depositi di conoide distale a depositi di lobo e conoide prossimale.

Queste formazioni vengono sostituite lateralmente da una successione (Formazione di Torrente Bruca, AMORE et alii, 1988), con alla base qualche decina di metri di arenarie sottilmente stratificate o siltiti e argilliti grigio scure, cui seguono banchi di torbiditi in assoluta prevalenza conglomeratico-arenacee, fatta eccezione per due megastrati carbonatici, correlabili con analoghi megastrati delle formazioni di S. Mauro e Albidona, e per uno o più olistostromi, che al M. Centaurino contengono grossi blocchi di ofioliti.

Dalla zona di Sapri fino allo Ionio le formazioni precedenti sono sostituite dalla Formazione di Albidona (SELLI, 1962; VEZZANI, 1970; BONARDI et alii, 1985), caratterizzata al contrario da prevalenti torbiditi calcaree e calcareo-marnose, con intercalazioni di grain flows e torbiditi arenacee, più frequenti alla base, mentre più rare sono le torbiditi conglomeratico-arenacee.

Il Gruppo così definito in Cilento poggia in discordanza angolare sulle Unità liguridi (Unità nord-calabrese e Unità dei terreni ad affinità sicilide), mentre al confine calabro-lucano la Formazione di Albidona poggia in trasgressione anche sull'Unità sicilide di Rocca Imperiale, sigillandone il contatto con l'Unità nord-calabrese (ZUPPETTA et alii, 1984).

La Formazione di M. Sacro (SELLI, 1962) è rappresentata solo da due affioramenti, al M. Sacro e al M. Centaurino, dove poggia in discordanza angolare sulla Formazione di Torrente Bruca.

È costituita da conglomerati a matrice più o meno abbondante e subordinate arenarie, organizzate in sequenze canalizzate di conoide sottomarina (VALENTE, 1993; CRITELLI et alii, 1995).

Non essendo stati rinvenuti fossili significativi, la formazione è attribuita dubitativamente al Tortoniano superiore in base ad una possibile equivalenza col Flysch di Gorgoglione, che, al confine calabro-lucano, è in posizione analoga al di sopra della Formazione di Albidona.

Le Breccie ed Arenarie di Piaggine (Tortoniano mediosuperiore) sono formate da breccie carbonatiche passanti lateralmente e superiormente a depositi torbiditici siltoso-arenacei e calcarei, con olistoliti di differente natura, che poggiano in discordanza su termini mesozoici e terziari in numerose località del Massiccio del Cervati e nei Monti di Sapri (SGROSSO, 1981; CASTELLANO et alii, 1997; AMORE

et alii, 2003). Probabilmente hanno lo stesso significato e la stessa età le Breccie o Ruditi degli Alburni (SANTO, 1988) e le Arenarie di Toppa del Prato (PATACCA et alii, 1992b), costituite da breccie prevalentemente calcaree passanti superiormente e lateralmente a successioni pelitico-arenacee del Tortoniano medio-superiore che poggiano sui carbonati mesozoici e terziari dei Monti Alburni (SANTO, 1988; AMORE et alii, 2003).

La Formazione di Monte Sierio (Tortoniano superiore) comprende breccie carbonatiche alla base che passano a depositi pelitici ed arenacei con frequenti olistoliti (CASTELLANO & SGROSSO, 1996; AMORE et alii, 2003; AMORE et alii, 2005a).

Analogo significato ed età hanno a nostro avviso le Breccie ed Arenarie di Punta Lagno (SCANDONE & SGROSSO, 1965; DE BLASIO et alii, 1981) costituite da calciruditi e calcareniti glauconitiche reticolate, localmente passanti ad arenarie glauconitiche e ad arenarie calcaree grossolane con olistoliti generalmente calcarei, che sulla base delle datazioni più recenti sono riferibili almeno al Tortoniano medio-superiore (PATACCA et alii, 1992b).

L'Unità del Vallone Ponticello (BASSO et alii, 2002) è una successione stratigrafica, formata da areniti e marne torbiditiche, paraconglomerati, calcareniti e calciruditi in strati e banchi, non più antica del Tortoniano superiore (CIARCIA et alii, 2009a). 54 G. BONARDI ET ALII Il Flysch di Castelvete (Tortoniano superiore-Messiniano inferiore) è formato da areniti a grana variabile con intercalazioni argilloso-marnose, localmente conglomeratiche, con olistostromi di argille varicolori ed olistoliti carbonatici (PESCATORE et alii, 1970; PATACCA & SCANDONE, 1989; CRITELLI & LE PERA, 1995; SGROSSO, 1998; AMORE et alii, 2003).

Il Flysch di San Bartolomeo (CROSTELLA & VEZZANI, 1964) e l'equivalente Successione di Villanova del Battista (BASSO et alii, 2002) di età Tortoniano superiore-Messiniano inferiore (PATACCA & SCANDONE, 1989; PESCATORE et alii, 2000) sono formati da areniti arcose di natura torbiditica, argille e paraconglomerati poligenici.

Le Arenarie di Caiazzo (Messiniano inferiore), localmente indicate come Flysch di Torrecuso, comprendono arenarie talora con olistoliti carbonatici e con rare intercalazioni di breccie e breccie calcaree (OGNIBEN, 1956; SELLI, 1962; DI NOCERA et alii, 1993; SGROSSO, 1998).

Le Brecce di S. Massimo (Messiniano superiore) sono costituite da brecce calcaree a matrice arenacea che poggiano discordanti sui carbonati mesozoici del versante settentrionale del Matese e che si inseriscono nella porzione superiore delle Arenarie di Frosolone (SGROSSO, 1996).

L'Unità di Altavilla (IPPOLITO et alii, 1973), del Messiniano superiore-Pliocene inferiore p.p., è composta da conglomerati, sabbie, argille siltose e argille, con lenti di argille varicolori risedimentate, con livelli di risedimenti gessosi ed intervalli con ostracofaune ad affinità pannonica (Lago-Mare); localmente alla base include la Formazione gessoso-solfifera Auct. (Messiniano superiore p.p.) comprendente diatomiti e argille, calcare evaporitico, gesso selenitico e gessoclastiti con lenti di zolfo (IPPOLITO et alii, 1973; 1974; DI NOCERA et alii, 1981).

Nella successione del T. Braneta (Messiniano superiore-Pliocene inferiore, parte bassa) sono presenti alla base sedimenti evaporitici passanti ad arenarie e conglomerati canalizzati in facies di Lago-Mare, sovrastati da argille varicolori risedimentate ed, infine, da argille con microfaune di mare aperto e relativamente profondo della parte bassa del Pliocene inferiore (CIAMPO et alii, 1986).

Le Molasse di Anzano (Messiniano superiore) sono formate da areniti quarzoso-feldspatiche e conglomerati granulari e a piccoli ciottoli con subordinate argille e siltiti (CROSTELLA & VEZZANI, 1964; MATANO, 2002).

I depositi pliocenici dei bacini intra-appenninici dell'Appennino campano-lucano sono tradizionalmente riferiti in letteratura alla Unità di Ariano (IPPOLITO et alii, 1973; PESCATORE & ORTOLANI, 1973; IPPOLITO et alii, 1974; D'ARGENIO et alii, 1975), in cui sono state recentemente distinte due unità plioceniche con età differente (AMORE et alii, 1998; CIARCIA et alii, 2003):

- la Formazione della Baronina (Sintema di Andretta) (Pliocene inferiore, parte alta) comprende conglomerati poligenici massivi e stratoidi di ambiente alluvionale-deltizio; sabbie giallastre massive o con strutture sedimentarie di ambiente costiero; siltiti e argille grigie di piattaforma neritica, con intervalli torbiditici arenacei;

- la Formazione di Sferracavallo (Sintema di Ruvo del Monte) (Pliocene medio-superiore) include conglomerati poligenici stratoidi di ambiente alluvionale-deltizio, arenarie ricche di gusci di molluschi, calcareniti e calciruditi bioclastiche e silt grigio-azzurri di ambiente da circalittorale a infralittorale, siltiti ed argille grigie di piattaforma neritica.

## **2.6 LE UNITÀ CINEMATICHE DELLA CATENA SUD-APPENNINICA**

Le unità cinematiche da noi distinte comprendono una o più unità stratigrafico-strutturali, che sono state deformate e coinvolte nel trasporto orogenico nello stesso intervallo cronologico.

Esse sono limitate alla base da una superficie tettonica (generalmente flat) mentre il limite superiore corrisponde ad una discordanza angolare alla base di depositi di bacino thrust-top.

Nelle successive fasi di trasporto orogenico l'unità, o l'insieme di unità prese in considerazione, sigillate o meno da depositi thrust-top, si sono comportate come un unico blocco cinematico nei confronti di domini paleogeografici più esterni in via di deformazione ed hanno seguito il progredire verso l'avampaese del fronte di compressione, subendo relativamente modeste deformazioni interne e l'eventuale sedimentazione di più recenti depositi trasgressivi.

Per meglio evidenziare l'età di deformazione e di individuazione delle unità cinematiche, in ciascuna di esse sono stati distinti con lettere minuscole quattro differenti tipi di deposito, dal basso verso l'alto:

a) depositi precedenti lo stadio collisionale e di avanfossa (successioni «pre-orogeniche» s.l.), comprensivi anche dei depositi di «annegamento» delle piattaforme carbonatiche;

b) depositi silicoclastici e misti pre-collisionali nelle unità tettoniche di origine interna e depositi di avanfossa s.s. nelle unità tettoniche derivate dal margine continentale apulo-adriatico, comprensivi dei primi depositi silicoclastici concordanti o «leggermente» discordanti legati all'iniziale flessurazione della litosfera apula;

c) depositi discordanti silicoclastici, carbonatici e misti, sedimentatisi dopo la prima deformazione in bacini di tipo thrust-top;

d) eventuali depositi discordanti più recenti, generalmente silicoclastici, successivi ad ulteriori fasi deformative o di trasporto piggy-back.

Nel settore preso in considerazione sono state individuate sette unità cinematiche, che sono state indicate con delle lettere maiuscole (da A ad G), partendo dalle più antiche fino a quelle più recenti.

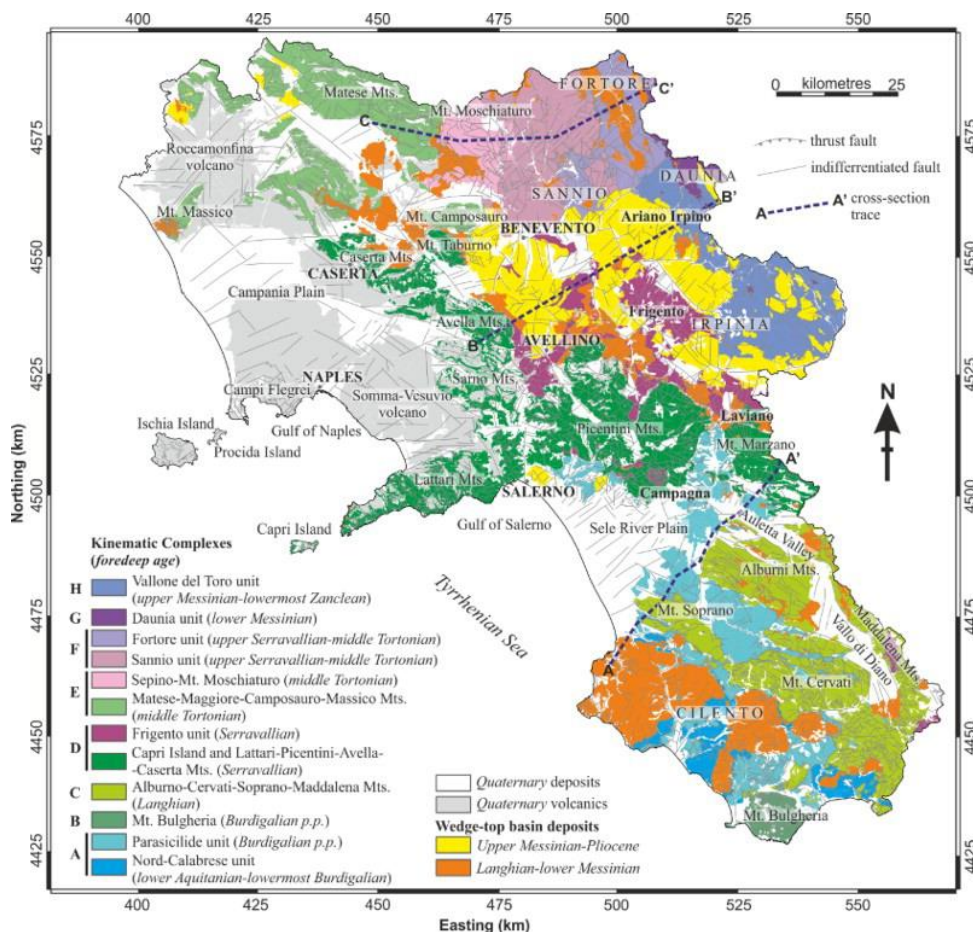


fig. 3 Mappa complesso cinematico della Regione Campania

### 2.6.1 UNITÀ CINEMATICA A (Miocene inferiore)

Nell'unità cinematica A abbiamo incluso diverse unità tettoniche impilate a formare un prisma di accrezione nel Miocene inferiore (Burdigaliano o al limite Burdigaliano-Langhiano), in seguito alla chiusura di un settore del dominio neotetideo (Oceano Lucano in BONARDI et alii, 2001).

In essa si distinguono:

a) successioni bacinali pre-orogeniche del Giurassico Oligocene superiore, depostesi su crosta oceanica o continentale assottigliata e comprese nelle Unità Liguridi e Sicilidi;

b) i depositi pre-collisionali dell'Aquitano-Burdigaliano corrispondenti alla porzione superiore arenacea della Formazione del Saraceno per le Unità Liguridi ed alle Arenarie di Corleto, alle Tufiti di Tusa e alle Arenarie di Albanella per le Unità Sicilidi;

c) i depositi di bacino thrust top del Gruppo del Cilento (Burdigaliano superiore/Langhiano-Serravalliano), poggianti in discordanza sulle unità liguridi e probabilmente anche sulle unità sicilidi;

d) i successivi depositi di bacino thrust-top del Tortoniano della Formazione di Monte Sacro. Sulla unità cinematica A poggiano inoltre altri successivi depositi thrust-top, quali il Flysch di Gorgoglione, il Flysch di Castelvete, l'Unità di Altavilla Auct. e la Formazione della Baronina (Sintema di Andretta).

### **2.6.2 UNITÀ CINEMATICA B (Serravalliano-Tortoniano inferiore p.p.)**

L'Unità cinematica B raggruppa le unità tettoniche coinvolte dal trasporto orogenico durante il Serravalliano-Tortoniano inferiore p.p.; in essa si distinguono:

a) le successioni pre-orogeniche del Trias superiore-Miocene inferiore della piattaforma Campano-Lucana-Calabrese e suoi margini (piattaforma interna o Campano-Lucana Auct. p.p.), comprese nell'Unità Alburno-Cervati, inclusa la Formazione di Cerchiara, e nell'Unità Monte Bulgheria; b) i depositi di avanfossa del Langhiano della Formazione del Bifurto, ben conservati nelle successioni del M. Pollino (Arenarie di Civita in PATACCA et alii, 1992);

c) i depositi di bacino thrust-top del Tortoniano medio-superiore delle Brecce ed Arenarie di Piaggine e delle Brecce degli Alburni, poggianti in discordanza sull'Unità Alburno-Cervati. Sulla unità cinematica B poggiano inoltre altri successivi depositi thrust-top, quali il Flysch di Castelvete e la Formazione della Baronina (Sintema di Andretta).

### **2.6.3 UNITÀ CINEMATICA C (Tortoniano inferiore p.p.-medio p.p.)**

L'Unità cinematica C raggruppa le unità stratigrafico strutturali coinvolte dal trasporto orogenico durante il Tortoniano inferiore p.p.-medio p.p.; in particolare si distinguono:

a) le successioni pre-orogeniche del Trias superiore-Langhiano, riferite sia alla Piattaforma Laziale-Campano-Lucana ed ai suoi margini (Piattaforma interna o Campano-Lucana Auct. p.p.), sia al Bacino del M. Foraporta, rappresentate nelle Unità Capri-M. Monna-M. Foraporta, Picentini-Penisola Sorrentina, Taburno-M. Marzano-Monti della Maddalena;

b) i depositi di avanfossa delle Calcareniti di Laviano e delle Calcareniti ed arenarie di Nerano entrambi del Serravalliano; c) i depositi di bacino thrust-top del Tortoniano medio (?) -superiore delle Brecce ed Arenarie di Punta Lagno e della

Formazione di Monte Sierio. Sulla unità cinematica C poggiano inoltre altri successivi depositi di bacino di thrust-top, quali il Flysch di Castelvete, l'Unità di Altavilla, la Formazione della Baronina (Sintema di Andretta) e la Formazione di Sferacavallo (Sintema di Ruvo del Monte).

#### **2.6.4 UNITÀ CINEMATICA D (Tortoniano medio p.p.-superiore p.p.)**

L'Unità cinematica D raggruppa le unità tettoniche coinvolte dal trasporto orogenico durante il Tortoniano medio p.p.-superiore p.p.; in particolare si distinguono:

a) le successioni pre-orogeniche del Trias inferioreMiocene medio, riferibili al Bacino Lagonegrese e ai suoi bordi, afferenti alle Unità Lagonegro I e II, Unità di Frigento (Unità del Sannio Auct. p.p.) e Unità di M. Croce. Le successioni dell'Unità del Fortore del Cretacico superioreLanghiano e di parte dell'Unità del Sannio Auct. potrebbero essere considerate come derivate da domini bacinali interni (unità cinematica Aa) o dal Bacino Lagonegrese, ma al momento non sono differenziate in gran parte della letteratura geologico-regionale e il problema è aperto: per semplicità sono state distinte come subunità Da1 nell'ambito dell'unità cinematica D;

b) i depositi di avanfossa del Serravalliano-Tortoniano inferiore dei Calcari ed arenarie della Vallimala, della Formazione di Serra Palazzo e della Formazione di San Giorgio;

c) i depositi di bacino di thrust-top del Tortoniano superiore dell'Unità Vallone Ponticello;

d) i successivi depositi di bacino thrust-top del Tortoniano superiore-Messiniano inferiore del Flysch di Castelvete e del Flysch di San Bartolomeo.

Sulla unità cinematica D poggiano inoltre altri depositi di bacino di thrust-top, quali l'Unità di Altavilla, la Formazione della Baronina (Sintema di Andretta) e la Formazione di Sferacavallo (Sintema di Ruvo del Monte).

#### **2.6.5 UNITÀ CINEMATICA E (Tortoniano superiore p.p.-Messiniano inferiore)**

L'Unità cinematica E raggruppa le unità tettoniche coinvolte dal trasporto orogenico durante il Tortoniano superiore p.p.-Messiniano inferiore; in particolare in essa si distinguono:

a) le successioni pre-orogeniche del Trias superioreTortoniano medio riferibili alla Piattaforma carbonatica Laziale-Campano-Molisana (Piattaforma esterna o Abruzzese-Campana Auct. p.p.), facenti parte dell'Unità Matese M. Maggiore-M. Camposauro (includere la Formazione di Cusano e la Formazione di Longano);

b) i depositi di avanfossa del Tortoniano medio-superiore del Flysch di Pietraroja;  
c) i depositi di bacino di thrust-top del Messiniano inferiore delle Arenarie di Caiazzo.

d) i successivi depositi di thrust-top del Messiniano superiore delle Brecce di S. Massimo.

Sulla unità cinematica E poggiano inoltre altri depositi di bacino di thrust-top o piggy-back, quali l'Unità di Altavilla, la Formazione della Baronìa (Sintema di Andretta) e la Formazione di Sferracavallo (Sintema di Ruvo del Monte).

#### **2.6.6 UNITÀ CINEMATICA F (Messiniano superiore)**

L'Unità cinematica F raggruppa le unità tettoniche della catena coinvolte dal trasporto orogenico durante il Messiniano superiore; in essa si distinguono:

a) le successioni pre-orogeniche del Lias-Messiniano inferiore, riferibili sia al margine della Piattaforma carbonatica Abruzzese (Piattaforma esterna o Abruzzese-Campana Auct. p.p.) sia al Bacino Molisano, afferenti all'Unità Matese nord-occidentale, all'Unità Dauna (comprensiva delle Evaporiti di Monte Castello) ed all'Unità di Frosolone;

b) i depositi di avanfossa del Messiniano della Formazione di Frosolone;

c) i depositi di bacino di thrust-top del Messiniano superiore p.p.-Pliocene inferiore, parte bassa (?) dell'Unità di Altavilla e delle Molasse di Anzano.

Sulla unità cinematica F poggiano inoltre successivi depositi di bacino di thrust-top, quali la Formazione della Baronìa (Sintema di Andretta) e la Formazione di Sferracavallo (Sintema di Ruvo del Monte).

#### **2.6.7 UNITÀ CINEMATICA G (Pliocene inferiore)**

L'Unità cinematica G comprende le unità tettoniche coinvolte dal trasporto orogenico durante il Pliocene inferiore-parte alta; essa è formata da:

a) successioni pre-orogeniche riferibili al Bacino Molisano esterno, delle quali affiora la sola Unità del Vallone del Toro (Tortoniano-Messiniano);

b) successioni non riconosciute in affioramento;

c) depositi di bacino di thrust-top del Pliocene inferiore-parte alta della Formazione della Baronìa (Sintema di Andretta);

d) successivi depositi di bacino di thrust-top del Pliocene medio-superiore della Formazione di Sferracavallo (Sintema di Ruvo del Monte).

## **2.7 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE**

Nella definizione delle unità cinematiche è stato necessario superare alcune incertezze, legate essenzialmente alla disponibilità ed all'attendibilità delle datazioni dei depositi neogenici o alla mancanza di successioni di avanfossa o di thrust-top.

Alcune unità tettoniche, infatti (ad esempio le unità Picentini, Taburno-M. Marzano-Monti della Maddalena, Unità Lagonegro I, Unità del Vallone del Toro), non sempre hanno conservato elementi utilizzabili per stabilire l'età di prima deformazione, quindi non sono univocamente attribuibili ad una data unità cinematica. In questi casi la scelta degli accorpamenti delle unità tettoniche effettuata nella legenda, fra i diversi proponibili, è stata effettuata tenendo conto della posizione geometrica e del contesto regionale.

A ciò è da aggiungere l'incerto significato tettono-stratigrafico di alcune successioni prevalentemente silico clastiche che porta ad una differente definizione dei tempi in cui si è realizzata la strutturazione.

Ad esempio, alcune successioni che nel presente lavoro sono state considerate di thrust-top basin, quali le Arenarie di Piaggine, il Flysch di Gorgoglione, il Flysch di Castelvetero sono state invece interpretate come depositi di avanfossa in alcuni lavori (PATACCA et alii, 1992a; 1992b; CRITELLI & LE PERA, 1995).

Nel caso della Formazione di San Giorgio (SELLI, 1962) di cui non sono ancora note nel dettaglio le caratteristiche del contatto con le successioni pre-orogeniche non è possibile allo stato delle conoscenze stabilire con certezza se si tratti di una successione di avanfossa, come ipotizzato da alcuni recenti Autori (QUARANTIELLO, 2003; DI NOCERA et alii, 2005) o di depositi thrust top.

Ad oriente dei principali affioramenti di unità interne affiorano terreni in facies di piattaforma carbonatica, che sono stati attribuiti, per la loro posizione strutturale e per la loro differente evoluzione tettono-sedimentaria miocenica, a due differenti unità cinematiche (unità B e C); alcuni autori (SGROSSO, 1986, 1988; 1998; SANTO & SGROSSO, 1987; VAN DIJK et alii, 2000), tenendo conto anche della disposizione delle facies mesozoiche, le hanno attribuite a due distinte zone paleogeografiche.

Nel caso delle successioni carbonatiche che costituiscono l'unità C, tenendo conto della presenza e dell'andamento delle facies di transizione a bacino nel Mesozoico e delle strutture tettoniche regionali, riteniamo che esse dovessero originariamente far parte della stessa unità stratigrafico-strutturale e che quindi abbiano subito sostanzialmente una stessa storia cinematica.

Al fine di ricostruire questa evoluzione, abbiamo considerato come depositi di avanfossa la parte bassa della successione arenacea miocenica (Arenarie della Marina di Nerano) della Penisola Sorrentina e come primo thrust-top basin le Brecce ed Arenarie di Punta Lagno (sempre in Penisola Sorrentina) e la Formazione di Monte Sierio nei Monti della Maddalena (AMORE et alii, 2003).

L'Unità del Fortore è oggetto di differenti interpretazioni, essendo ritenuta un'unità esterna, appartenente al dominio lagonegrese (DAZZARO et alii, 1988; PESCATORE et alii, 2000; DI NOCERA et alii, 2002) oppure un'unità di origine interna (CASTELLANO & SGROSSO, 2002), riferibile alle unità sicilidi. Pertanto le successioni dell'Unità del Fortore (e di parte dell'Unità Sannio Auct.), potrebbero essere riferite ai domini bacinali interni (unità cinematica Aa) oppure al bacino Lagonegrese (unità cinematica Da).

La distribuzione areale delle varie unità cinematiche distinte nella carta consente di fare alcune considerazioni di carattere generale.

La catena è caratterizzata da una disposizione in affioramento delle unità più interne a SE e più esterne a NW di un allineamento Sele-Gargano; nella porzione settentrionale del versante tirrenico mancano unità derivate da domini paleogeografici interni che sono invece presenti a sud, mentre nella porzione meridionale del versante adriatico-ionico mancano unità esterne che affiorano estesamente a nord.

Questa irregolarità può riflettere una paleogeografia originariamente irregolare o essere legata a cause tettoniche come arcature di secondo ordine (DOGLIONI, 1991) e linee trascorrenti plio-pleistoceniche che tagliano trasversalmente la catena, o anche a cause geodinamiche ancora non chiare.

Questa disomogenea distribuzione ha dato origine all'ipotesi dell'esistenza di un fronte di deformazione, fortemente obliquo rispetto all'andamento delle fasce isopiche, che, a partire dal Miocene, si sarebbe spostato da sud verso nord (PESCATORE et alii, 1988, 1996).

È altresì possibile che, essendo la catena caratterizzata da notevoli raccorciamenti sia in affioramento sia in profondità, alcune delle unità affioranti a NW, siano a SE scomparse in profondità, totalmente ricoperte da unità più interne.

La costruzione di una carta delle unità cinematiche è una tappa essenziale, ma non sufficiente per le ricostruzioni paleogeografiche, che necessitano di ulteriori dati e informazioni sulla storia cinematica e sulla distribuzione tridimensionale delle varie unità.

La difficoltà nelle ricostruzioni paleogeografiche risiede anche nel fatto che la catena è attualmente costituita da pochi frammenti di successioni stratigrafiche, riferibili agli originari domini paleogeografici, le quali sono tra l'altro molto deformate e distribuite in maniera non uniforme. L'elaborazione da noi effettuata può risultare utile, inoltre, a individuare anche nel sottosuolo, le singole unità cinematiche.

Per ciascuna di esse, l'individuazione dell'età delle deformazioni principali, gli eventuali periodi di emersione, i possibili carichi a cui è stata sottoposta, rappresentano indicazioni rilevanti per metterne in evidenza le potenzialità naftogeniche. (nota illustrativa carta delle principali unità cinematiche dell'Appennino meridionale)

### 3. CARATTERISTICHE LITO-STRATIGRAFICHE

Le litologie affioranti nell'area oggetto di studio sono comunemente attribuite all'Unità del Sannio (Patacca & Scandone, 2005 e referenze incluse) facente parte del dominio tettonico della catena dell'Appennino Meridionale.

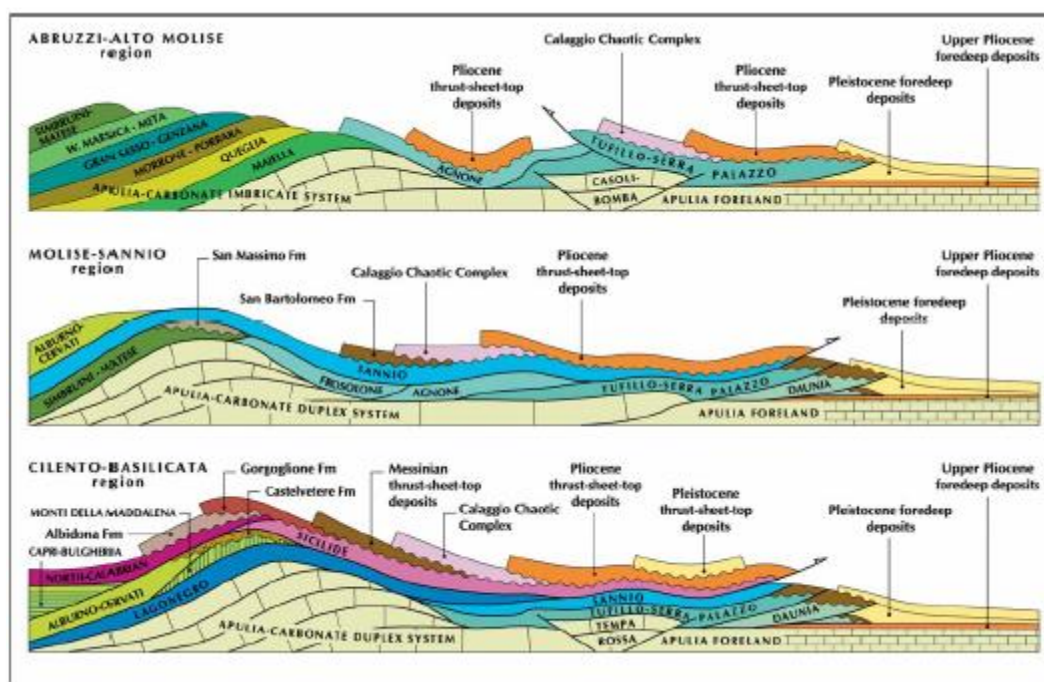


Fig. 4 – Rappresentazione schematica dei rapporti strutturali fra le varie unità tettoniche costituenti il dominio della catena dell'Appennino Meridionale (Patacca & Scandone, 2007). Il profilo di interesse è il secondo, nel quale si vedono le unità del Sannio sovrascorse al di sopra del sistema a “duplex” dei carbonati del dominio apulo.

Le successioni stratigrafiche attribuite in letteratura all'Unità del Sannio, affiorano a partire dall'alto Molise sino alla Basilicata meridionale. L'intera sequenza stratigrafica, mostra uno spessore massimo di circa 1500 m. (Selli, 1962), all'interno dei quali sono ben riconoscibili diversi intervalli, caratterizzati da peculiari associazioni litologiche.

L'intero record stratigrafico, copre un arco di tempo che va dal Cretaceo Superiore (Cenomaniano) al Miocene Medio (Serravalliano).

La successione, inizia con 150-200 m di argille policrome, "Argille Varicolori" Auct., alle quali sono intercalate torbiditi calcaree, radiolariti e argilliti nere di età sino al Turoniano.

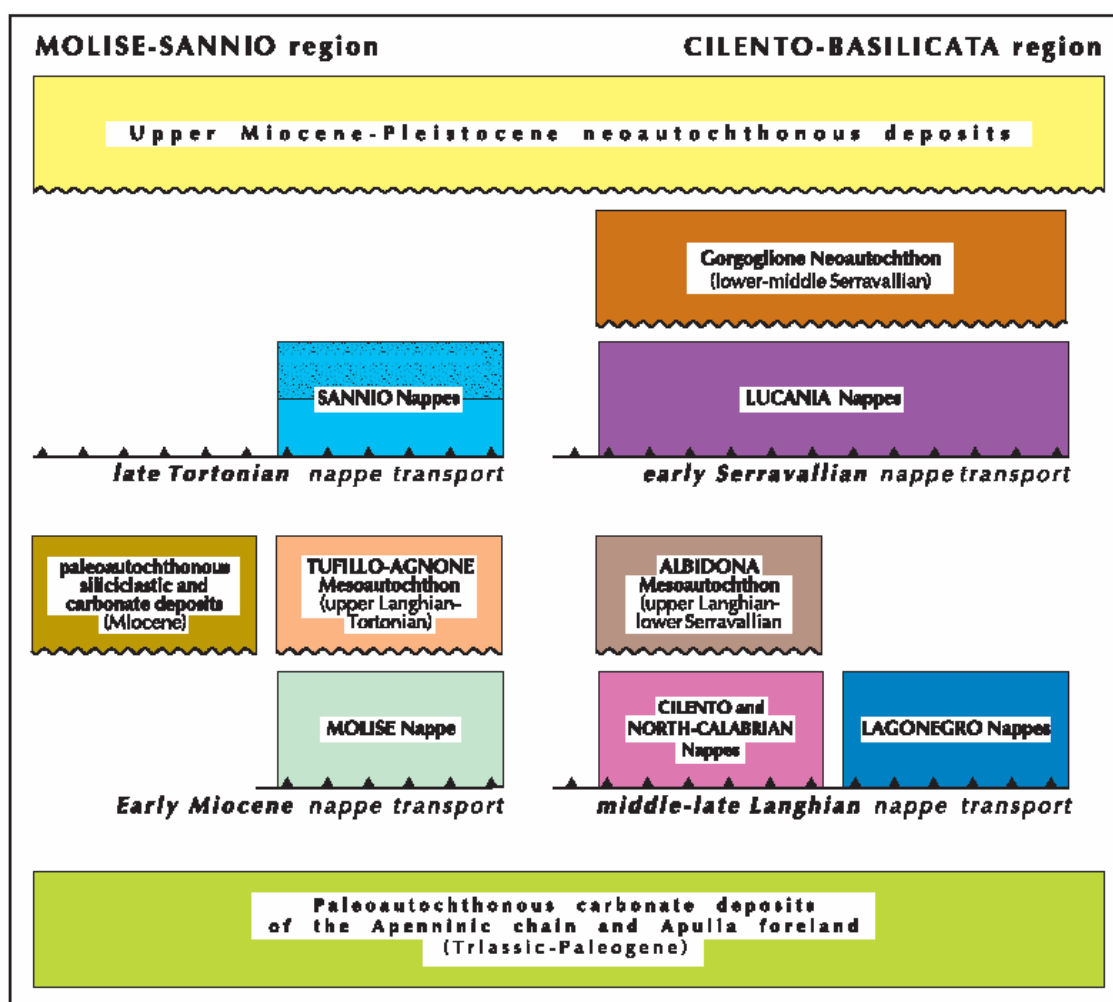
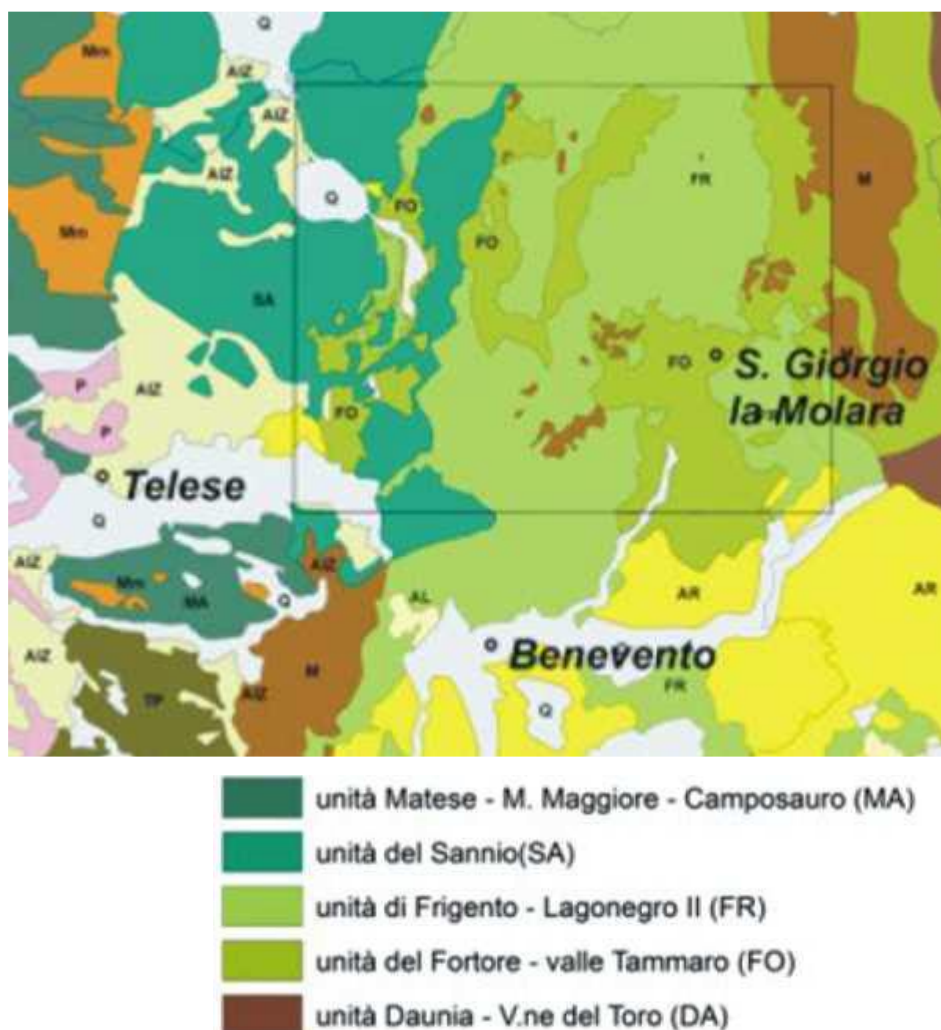


Fig. 5 – Schema dei rapporti geometrici fra le unità nelle regioni del Sannio-Molise e Cilento-Basilicata secondo Selli, 1962 (in Patacca & Scandone, 2005).

In sequenza stratigrafica, seguono delle torbiditi calcaree a granulometria molto fine, intervallate a calciruditi e argilliti-siltiti grigie (complessivamente 80 m circa di spessore), prevalentemente silicee (Formazione di Monte Coppe di Selli, 1962 e 1964).

A seguire, nel Paleocene-Oligocene Inferiore si depongono torbiditi a prevalente frazione carbonatica intercalate a livelli di marne e argille, per uno spessore complessivo non superiore ai 300 m.



**Figura 6 – Schema geologico dell’area di interesse e relativa legenda (estratto dalla Carta Geologica 1:50.000 progetto CARG – Foglio 419, San Giorgio la Molara).**

All’interno di questo intervallo sono state distinte in letteratura (Pescatore, 1965; Pagliaro, 1998) le Formazioni di Monte Calvello, Monaci, Morcone, Monte Coppe, Monte la Defenza e Vagliardara-Crocello-Cardeto.

Il limite superiore del precedente intervallo corrisponde a un'importante superficie di disconformità caratterizzata da uno hiatus deposizionale che copre quasi per intero l'Oligocene (Pagliaro, 1998).

Al di sopra di questa superficie di discontinuità si depositano, durante l'Aquitano e il Burdigaliano, calcareniti e calcilutiti, passanti a marne contenenti sottili orizzonti di vulcanoclastiti per uno spessore complessivo di 80-100 m.

Gli ultimi due intervalli della successione dell'unità del Sannio, sono rappresentati da 500 metri di arenarie (Arenarie Numidiche o di Stigliano Auct.) del Burdigaliano Superiore e da torbiditi calcaree passanti ad arcose (Formazione di Serra Cortina, Langhiano-Serravaliano).

Le più recenti interpretazioni disponibili in letteratura (Patacca & Scandone, 2007; Carbone et alii, 1988; Carbone & Lentini, 1990), come già accennato in precedenza, attribuiscono la successione stratigrafica dell'unità del Sannio al dominio deposizionale del bacino di Lagonegro ed, in particolare, alla sua terminazione Nord.

#### **4. CARATTERISTICHE GEOLITOLICHE DEI TERRENI PRESENTI NELL'AREA IN ESAME**

Il territorio di interesse, ricade in un'area caratterizzata dalla presenza della Formazione del Flysch Rosso-membro calcareo.

In particolare, è costituito da calciruditi, in strati e banchi massivi, brecciole calcaree e calcareniti, calcari cristallini, con intercalazioni di argille e marne argillose.

Per la determinazione delle caratteristiche litostratigrafiche, geotecniche e sismiche, in questa fase, in considerazione delle specifiche conoscenze che lo scrivente ha dei luoghi, si è fatto riferimento ad indagini in sito ed in laboratorio eseguite in precedenti studi tra cui:

#### **INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE DA GEOSVEVA PER L'IMPIANTO PARCO EOLICO CASALDUNI HOUSE S.r.l. (GRUPPO RENEXIA)**

- N°1 sondaggio a carotaggio continuo spinto fino alla profondità massima di 30.00 m. dal p.c.;
- n°2 prove geotecniche di laboratorio su campioni indisturbati;

- **N°1 prova del tipo DOWN HOLE, utile per la classificazione del sottosuolo di fondazione prevista dalla normativa vigente.**

Le indagini effettuate nell'area oggetto di studio, hanno permesso di individuare due orizzonti litologici così distinguibili:

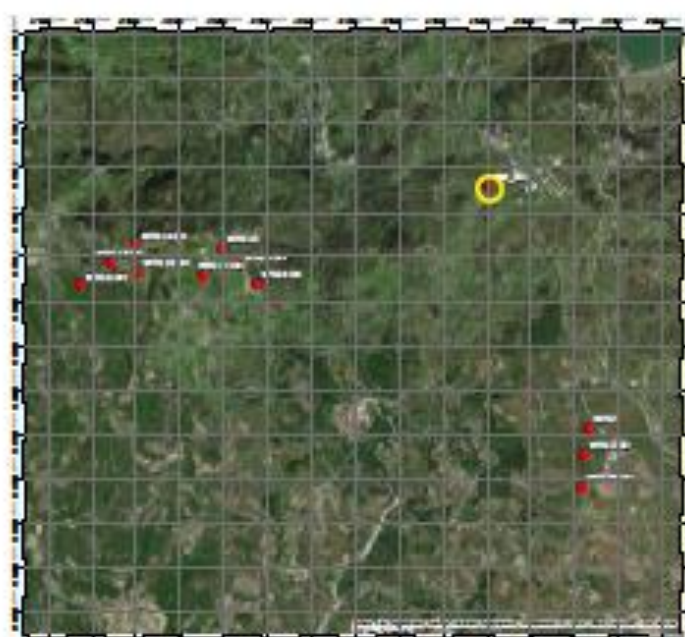
**PRIMO ORIZZONTE (DA 0.00 A - 1.20 M.):** TERRENO VEGETALE DI COLORAZIONE MARRONE;

**SECONDO ORIZZONTE (DA - 1.20 M. A - 30.00 M.):** CALCIRUDITI, IN STRATI E BANCHI MASSIVI, BRECCIOLE CALCAREE E CALCARENITI, CALCARI CRISTALLINI, CON INTERCALAZIONI DI ARGILLE E MARNE ARGILLOSE.

**Dalle stratigrafie disponibili non risulta la presenza di acqua nei primi 30.00 m..**

**Tuttavia, lo scrivente nella fase esecutiva attraverso la realizzazione di sondaggi ed il posizionamento di piezometri si riserva di effettuare un attenta verifica di eventuale presenza di falde acquifere nell'area di stretto interesse.**

## PRSE 175 - CASALDUNI - WTG SSE-DH 8-10-11/10/2019



REGIONE CAMPANIA

COMUNE DI CASALDUNI

provincia di Avellino

Comune di Casalduni

Visualizzazione di immagini satellitari  
aerofotogrammetriche e planimetrie  
da rilevamento geodetico, con  
realizzazione di un piano di  
rilevamento di Casalduni (FG).  
(Comune di Casalduni)

WTG



casalduni



● SONDAGGIO  
GEOCENOSTICO  
DOWN-HOLE

● PIEZOMETRO  
DISTRIBUZIONE DI NUCLEO

GEOSVEVA Indagini in Sito  
Via Montesanto n. 64  
71036 Lucera (FG)  
Tel. 3355697520 - 0881318166

RENEXIA S.R.L.

Località Comune di Casalduni (BN) "P.Eolico Casalduni House"

SCALA

1:100

Data

8-10-11/10/19

Sondaggio n. WTGSSE-DH

Attrezzature e metodo di perforazione

Acqua assente durante le fasi della trivellazione

☐ Campione rimessaggiato

☐ Campione a percussione

☐ LITRANC

☐ Campione S.P.T.

☐ Campione lit. a pressione

Prova di permeabilità

☐ Campione da Vane Test

☐ Campione lit. rotativo

☐ LITODON

TRIVELLAZIONE ACQUA

| PROFONDITA' m | SRGA | MATTINO |
|---------------|------|---------|
| Profondità    | Data | Data    |
| 0,00          | 0,00 | 0,00    |
| 0,00          | 0,00 | 0,00    |

| Quota di riferimento | Spessore m | Profondità m | Sezione trasversale | Campione | DESCRIZIONE LITOLOGICA                                                                                                                              | Carattere di alterazione | Indicatore di alterazione | Porosità (%) | kg/cm <sup>2</sup> | kg/cm <sup>2</sup> | Profondità m | S.P.T. | acqua | caratterizzazione |
|----------------------|------------|--------------|---------------------|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------|--------|-------|-------------------|
| 0,30                 | 0,30       | 0,30         |                     |          | Terrano vegetale di natura limoso-argillosa di colore marrone                                                                                       |                          |                           |              |                    |                    | 0,30         |        |       |                   |
| 1,70                 |            | 2,00         |                     |          | Calcare marmoso di colore biancastro-giallastro, molto consistente                                                                                  |                          |                           |              |                    |                    | 2,00         |        |       |                   |
| 1,00                 |            | 3,00         |                     |          | Argilla marmosa di colore giallastro con intercali strati calcarei con selce, dura, esaltata, resistente e molto consistente                        |                          |                           |              |                    |                    | 3,00         |        |       |                   |
| 1,00                 |            | 4,00         |                     |          | Calcare marmoso con selce, molto consistente                                                                                                        |                          |                           |              |                    |                    | 4,00         |        |       |                   |
| 1,30                 |            | 5,30         |                     |          | Calcarei marmosi e calcari con selce                                                                                                                |                          |                           |              |                    |                    | 5,30         |        |       |                   |
| 0,50                 |            | 5,80         |                     |          | Argilla marmosa di colore rossastro con pietrino, dura, esaltata e molto consistente                                                                |                          |                           |              |                    |                    | 5,80         |        |       |                   |
| 0,30                 |            | 6,10         |                     |          | Calcare marmoso di colore prevalentemente biancastro                                                                                                |                          |                           |              |                    |                    | 6,10         |        |       |                   |
| 1,80                 |            | 7,90         |                     |          | Argilla marmosa di colore rossastro con pietrino di dimensioni pari a 1-2 cm, dura, esaltata e molto consistente                                    |                          |                           |              |                    |                    | 7,90         |        |       |                   |
| 0,20                 |            | 8,10         |                     |          | Calcare con selce                                                                                                                                   |                          |                           |              |                    |                    | 8,10         |        |       |                   |
| 0,50                 |            | 8,60         |                     |          | Argilla marmosa di colore rossastro con pietrino di dimensioni pari a 1-2 cm, dura, esaltata e molto consistente                                    |                          |                           |              |                    |                    | 8,60         |        |       |                   |
| 0,40                 |            | 9,00         |                     |          | Calcare con selce                                                                                                                                   |                          |                           |              |                    |                    | 9,00         |        |       |                   |
| 0,20                 |            | 9,20         |                     |          | Argilla marmosa di colore rossastro con pietrino di dimensioni pari a 1-2 cm, dura, esaltata e molto consistente                                    |                          |                           |              |                    |                    | 9,20         |        |       |                   |
| 0,80                 |            | 10,00        |                     |          | Calcare con selce                                                                                                                                   |                          |                           |              |                    |                    | 10,00        |        |       |                   |
|                      |            | 10,80        |                     |          | Argilla marmosa rossastro con pietrino di dimensioni pari a 2-4 cm, dura esaltata e molto consistente                                               |                          |                           |              |                    |                    | 10,80        |        |       |                   |
| 5,00                 |            | 15,80        |                     |          | Fitta alternanza di argille di colore rossastro-grigiastro e strati calcarei con selce e calcari marmosi                                            |                          |                           |              |                    |                    | 15,80        |        |       |                   |
| 2,00                 |            | 17,80        |                     |          | Argille e argilli di colore grigiastro-rossastro con livelli calcarei dello stesso colore                                                           |                          |                           |              |                    |                    | 17,80        |        |       |                   |
| 4,50                 |            | 22,30        |                     |          | Argille e argille marmose di colore grigio-verdastro e a volte rossastro con livelli calcarei e calcari marmosi, duri, esaltati e molto consistenti |                          |                           |              |                    |                    | 22,30        |        |       |                   |

GEOSVEVA Indagini in Sito  
Via Montesanto n. 64  
71036 Lucera (FG)  
Tel. 3355697520 - 0881318166

RENEXIA S.R.L.

Località Comune di Casalduni (BN) "P. Eolico Casalduni House"

SCALA 1:100

Data 8-10-11/10/19

Sondaggio n. WTGSSE-DH

| Attrezzature e metodo di perforazione             |                                                    | Acqua assente durante le fasi della trivellazione  |                                                    | LIVELLI ACQUA |      |       |      |             |      |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------|------|-------|------|-------------|------|
| <input type="checkbox"/> Campione rimangiaglieria | <input type="checkbox"/> Campione a percussione    | <input type="checkbox"/> Campione ind. a pressione | Prova di permeabilità                              | PROFONDITÀ m  |      | SMA   |      | MAGNITUDINE |      |
|                                                   |                                                    |                                                    |                                                    | Invest.       | Zero | Data  | zi   | Data        | zi   |
| <input type="checkbox"/> Campione S.P.T.          | <input type="checkbox"/> Campione ind. a pressione | <input type="checkbox"/> Campione ind. rotativo    | <input type="checkbox"/> Campione ind. rotativo    | 1,00          | 2,00 | 10/10 | 2,00 | 10/10       | 2,00 |
| <input type="checkbox"/> Campione da Vane Test    | <input type="checkbox"/> Campione a percussione    | <input type="checkbox"/> Campione ind. a pressione | <input type="checkbox"/> Campione ind. a pressione | 1,00          | 2,00 | 10/10 | 2,00 | 10/10       | 2,00 |

| Quota di rifletto. m | Spessore m | Profondità m | Sezione normale | Campione | DESCRIZIONE LITOLOGICA                                                                                                                             | Cavitazione<br>Ø mm | Iniezione<br>Ø mm | Perforazione<br>Ø mm | Perforazione<br>Kg/cmq | R. Q. D. M | VARI TEST |  | Profondità m | S.P.T. | acqua | sarroccaggio |
|----------------------|------------|--------------|-----------------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|----------------------|------------------------|------------|-----------|--|--------------|--------|-------|--------------|
|                      |            |              |                 |          |                                                                                                                                                    |                     |                   |                      |                        |            |           |  |              |        |       |              |
|                      | 4,90       | 21,90        |                 |          | Argille e argile marose di colore grigio-verdastro e a volte rossastro con livelli calcarei e calcari marosi, duri, sabbiosi e molto consistenti   |                     |                   |                      |                        |            |           |  |              |        |       |              |
|                      | 5,30       | 22,20        |                 |          | Livello calcareo                                                                                                                                   |                     |                   |                      |                        |            |           |  |              |        |       |              |
|                      | 1,90       |              |                 |          | Argille e argile marose di colore grigio-verdastro e a volte rossastro con livelli di calcari e calcari marosi, duri, sabbiosi e molto consistenti |                     |                   |                      |                        |            |           |  | 24,40        |        |       |              |
|                      | 24,10      | 24,50        |                 |          | Livello calcareo                                                                                                                                   |                     |                   |                      |                        |            |           |  | 23,70        |        |       |              |
|                      | 1,90       |              |                 |          | Argille e argile marose di colore grigio-verdastro e a volte rossastro con livelli di calcari e calcari marosi, duri, sabbiosi e molto consistenti |                     |                   |                      |                        |            |           |  | 24,30        |        |       |              |
|                      | 25,40      | 25,80        |                 |          | Livello calcareo                                                                                                                                   |                     |                   |                      |                        |            |           |  | 24,40        |        |       |              |
|                      | 1,90       |              |                 |          | Argille e argile marose di colore grigio-verdastro e a volte rossastro con livelli di calcari e calcari marosi, duri, sabbiosi e molto consistenti |                     |                   |                      |                        |            |           |  |              |        |       |              |
|                      | 27,30      | 27,70        |                 |          | Livello calcareo                                                                                                                                   |                     |                   |                      |                        |            |           |  |              |        |       |              |
|                      | 1,90       |              |                 |          | Argille e argile marose di colore grigio-verdastro e a volte rossastro con livelli di calcari e calcari marosi, duri, sabbiosi e molto consistenti |                     |                   |                      |                        |            |           |  |              |        |       |              |
|                      | 28,60      | 29,00        |                 |          | Livello calcareo                                                                                                                                   |                     |                   |                      |                        |            |           |  |              |        |       |              |
|                      | 1,90       |              |                 |          | Argille e argile marose di colore grigio-verdastro e a volte rossastro con livelli di calcari e calcari marosi, duri, sabbiosi e molto consistenti |                     |                   |                      |                        |            |           |  |              |        |       |              |
|                      | 30,50      |              |                 |          |                                                                                                                                                    |                     |                   |                      |                        |            |           |  |              |        |       |              |

# STRALCIO CARTA GEOLOGICA

## LEGENDA





## 5. CARATTERI IDROLOGICI ED IDROGEOLOGICI

Lo studio idrogeologico proposto dallo scrivente, si sviluppa secondo due livelli differenti di approfondimento:

- il primo livello definisce le caratteristiche idrografiche ed idrogeologiche generali del territorio;
- il secondo livello, definisce le caratteristiche idrogeologiche dei singoli ammassi rocciosi riconosciuti nel territorio, e porta alla elaborazione della carta idrogeologica; detto livelli, sarà sviluppato nella fase successiva, ovvero quella definitiva.

Il principale apporto idrico agli acquiferi del territorio comunale è dato, oltre che dalle precipitazioni, dai massicci calcarei del M. Matese, posti ad occidente.

Tali formazioni, permeabili per fratturazione e carsismo, sono sede di una potente falda idrica basale in rete carsica.

Infatti, alla mesoscala sono osservabili, sulla superficie di quasi tutti gli affioramenti naturali, diffusi fenomeni di dissoluzione carsica, e superfici di strato o di giunto erose e levigate, lungo cui si originano piccoli condotti carsici di dimensioni centimetriche o decimetriche.

### IL CARISMO

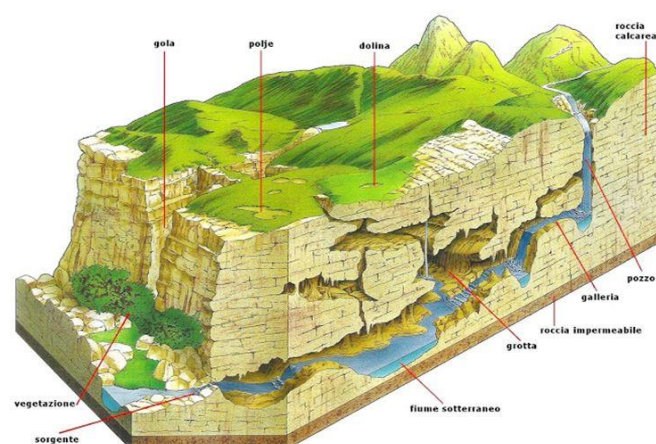


fig.7 Esempi delle principali strutture derivanti dal carsismo

| <b>FENOMENI CARSICI</b>         |                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Doline</b>                   | Depressioni del terreno a forma di imbuto, calice o scodella, di dimensioni variabili da qualche metro a 500-600 metri. Possono avere un inghiottitoio che raccoglie le acque superficiali e le convoglia in profondità. |
| <b>Uvala</b>                    | Depressioni del terreno costituite dall'unione di più doline.                                                                                                                                                            |
| <b>Pojje</b>                    | Depressioni del terreno a fondo pianeggiante che possono essere drenate da una o più cavità carsiche oppure possono ospitare un lago.                                                                                    |
| <b>Campi solcati</b>            | Forme di corrosione superficiale, costituite da solchi profondi da qualche centimetro a qualche metro, separati da creste; sono formate dall'azione di dissoluzione delle acque piovane.                                 |
| <b>Pozzi carsici</b>            | Cavità verticali che possono talvolta continuare in un reticolo carsico profondo.                                                                                                                                        |
| <b>Cavità verticali inverse</b> | Costituite da un uno o più vani intercomunicanti, che possono o meno comunicare con la superficie topografica.                                                                                                           |
| <b>Gallerie</b>                 | Si formano quando una frattura è stata completamente allargata e l'acqua circola con una certa pressione.                                                                                                                |
| <b>Sale</b>                     | Si possono formare per la confluenza di più gallerie, oppure per il crollo di pareti di due o più gallerie contigue.                                                                                                     |

A scala più ampia, lungo le dorsali calcaree, sono spesso visibili forme caratteristiche rappresentate da depressioni localizzate, più o meno estese, che possono essere riferite a sprofondamenti e/o fenomeni di dissoluzione (doline ed inghiottitoi); in parte tali forme del terreno sono da considerarsi fossili.

La natura dei terreni affioranti nell'area di stretto interesse, determina un elevato deflusso superficiale delle acque meteoriche durante gli eventi piovosi di media ed elevata intensità, per cui il territorio appare caratterizzato dalla presenza di uno sviluppato sistema di aste di drenaggio a carattere prevalentemente torrentizio.

Tali aste torrentizie appartengono al sottobacino idrografico del F. Tammaro, quest'ultimo da intendere come uno dei sottobacini appartenenti al grande bacino idrografico del Fiume Calore, affluente a sua volta del F. Volturno.

Dal punto di vista della permeabilità, dalle indagini geognostiche disponibili, è possibile individuare un solo orizzonte così definibile:

**PRIMO ORIZZONTE (DA - 1.20 M. A - 30.00 M.):** calciruditi, in strati e banchi massivi, brecciole calcaree e calcareniti, calcari cristallini, con intercalazioni di argille e marne argillose.

**GRADO DI PERMEABILITA' MEDIO.**

**Dalle stratigrafie disponibili non risulta la presenza di acqua nei primi 30.00 m..**

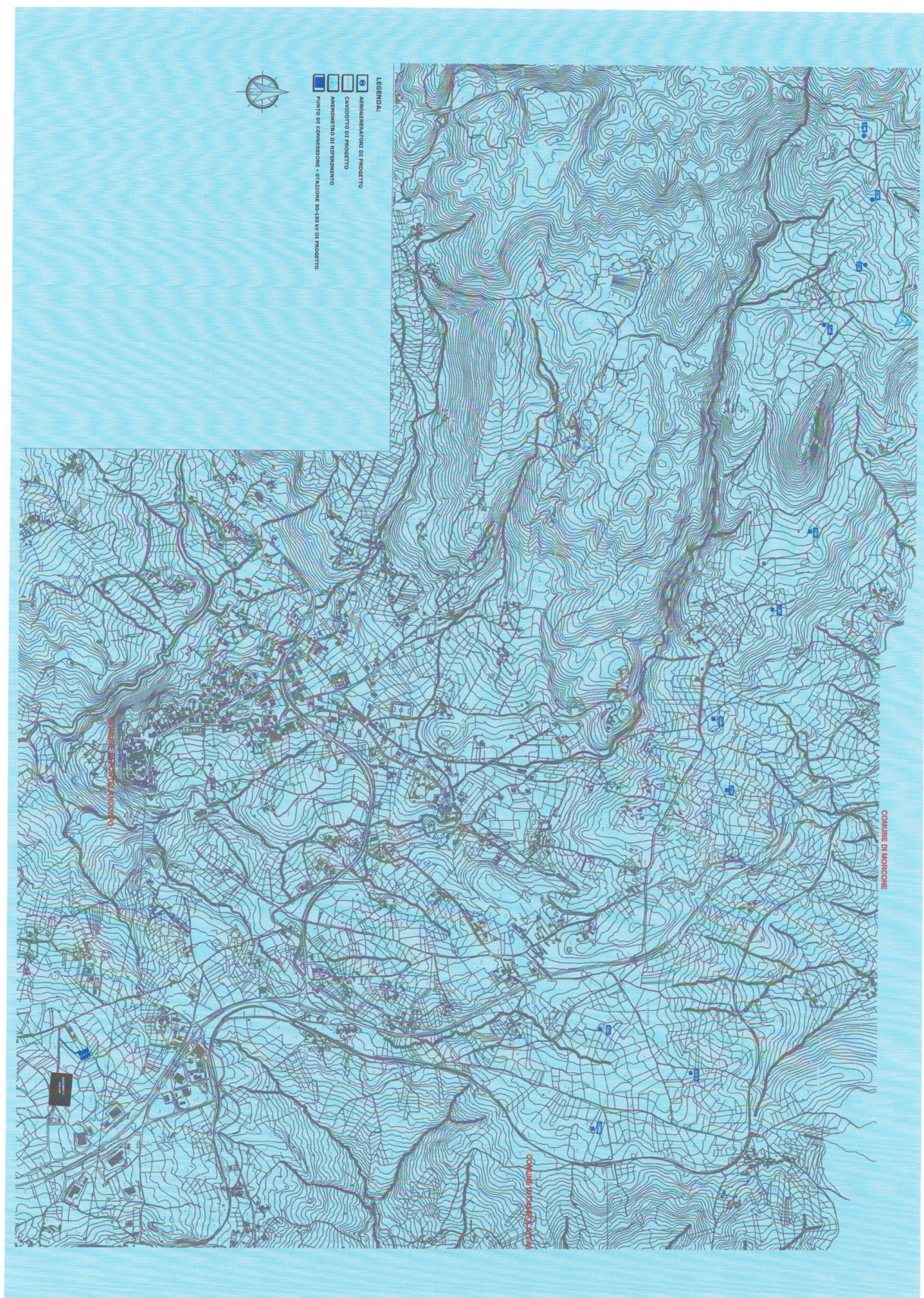
Tuttavia, lo scrivente nella fase esecutiva attraverso la realizzazione di sondaggi ed il posizionamento di piezometri si riserva di effettuare un attenta verifica di eventuale presenza di falde acquifere nell'area di stretto interesse.

# CARTA IDROGEOLOGICA

## LEGENDA



CALCIRUDITI, IN STRATI E BANCHI MASSIVI, BRECCIOLE  
CALCAREE E CALCARENITI, CALCARI CRISTALLINI, CON INTERCALAZIONI DI  
MARNE E MARNE ARGILLOSE. **GRADO DI PERMEABILITA' MEDIO.**



## 6. MORFOLOGIA E STABILITA'

Il territorio in esame è caratterizzato da una morfologia tipicamente collinare, dove le caratteristiche clivometriche dei versanti sono strettamente correlate con l'erosività dei sedimenti che costituiscono il rilievo stesso.

Le analisi delle curve di livello permettono di evidenziare una morfologia piuttosto articolata nella fascia a margine dei rilievi che costituiscono i M. del Matese e da una morfologia più regolare nella zona di piana.

Il territorio di interesse rientra sotto la competenza dell'Autorità di Bacino dei fiumi Liri, Garigliano e Volturno.

Il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico – Rischio di Frana per il bacino dei fiumi Liri-Garigliano e Volturno, di seguito denominato Piano o PSAI-Rf, ha valore di piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo, tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso del territorio relative all'assetto idrogeologico del bacino idrografico.

Il presente Piano, è redatto ai sensi del comma 6 ter, art. 17 della L. 18 maggio 1989, n. 183 come modificato dall'art.12 della Legge 493/93, quale stralcio del Piano di bacino e contiene la individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico, le norme di attuazione, le aree da sottoporre a misure di salvaguardia e le relative misure.

Il PSAI-Rf, attraverso le sue disposizioni, persegue l'obiettivo di garantire al territorio del bacino dei fiumi Liri-Garigliano e Volturno un livello di sicurezza adeguato rispetto ai fenomeni di dissesto idrogeologico.

Il Programma per la Mitigazione del Rischio, approvato nell'ambito del Piano Straordinario per la rimozione delle situazioni a rischio più alto, resta in vigore e conserva la sua efficacia.

I programmi di intervento, di cui agli articoli 21 e seguenti della legge 183/89 e s.m.i., sono redatti tenendo conto degli indirizzi e delle finalità del presente piano ed elaborati in conformità ai contenuti del programma di cui al comma precedente.

Opere singole ed iniziative specifiche previste nel piano possono essere attuate mediante intese di programma tra l'Autorità di Bacino e l'Amministrazione pubblica e/o il soggetto privato di volta in volta interessato.

Sulla base di elementi quali l'intensità, la probabilità di accadimento dell'evento, il danno e la vulnerabilità, le aree perimetrate sono state così suddivise:

**- Aree a rischio idrogeologico molto elevato (R4)**

nelle quali per il livello di rischio presente, sono possibili la perdita di vite umane, e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture ed al patrimonio ambientale, la distruzione di attività socio economiche;

**- Aree di alta attenzione (A4)**

potenzialmente interessate da fenomeni di innesco, transito ed invasione di frana a massima intensità attesa alta ma non urbanizzate;

**- Aree a rischio idrogeologico potenzialmente alto (Rpa)**

nelle quali il livello di rischio, potenzialmente alto, può essere definito solo a seguito di indagini e studi a scala di maggior dettaglio;

**- Aree di attenzione potenzialmente alta (Apa)**

non urbanizzate e nelle quali il livello di attenzione, potenzialmente alto, può essere definito solo a seguito di indagini e studi a scala di maggior dettaglio;

**- Aree a rischio idrogeologico elevato (R3)**

nelle quali per il livello di rischio presente, sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale;

**- Aree di medio - alta attenzione (A3)**

non urbanizzate che ricadano in una frana attiva a massima intensità attesa media o di una frana quiescente della medesima intensità in un'area classificata ad alto grado di sismicità;

**- Aree a rischio idrogeologico medio (R2)**

nelle quali per il livello di rischio presente sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture ed al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche;

**- Aree di media attenzione (A2)**

che non sono urbanizzate e che ricadono all'interno di una frana quiescente a massima intensità attesa media;

**- Aree a rischio idrogeologico moderato (R1)**

nelle quali per il livello di rischio presente i danni sociali, economici ed al patrimonio ambientale sono marginali;

**- Aree di moderata attenzione (A1)**

che non sono urbanizzate e che ricadono all'interno di una frana a massima intensità attesa bassa;

**- Aree a rischio idrogeologico potenzialmente basso (Rpb)**

nelle quali l'esclusione di un qualsiasi livello di rischio, potenzialmente basso, è subordinata allo svolgimento di indagini e studi a scala di maggior dettaglio;

**- Aree di attenzione potenzialmente bassa (Apb)**

non urbanizzate e nelle quali l'esclusione di un qualsiasi livello di attenzione, potenzialmente basso, è subordinata allo svolgimento di indagini e studi a scala di maggior dettaglio; Aree di possibile ampliamento dei fenomeni franosi cartografati all'interno, ovvero di fenomeni di primo distacco **(C1)**;

**- Aree di versante** nelle quali non è stato riconosciuto un livello di rischio o di attenzione significativo **(C2)**;

**- Aree inondabili da fenomeni di sovralluvionamento** individuati sulla base di modelli idraulici semplificati o di studi preliminari, il cui livello di rischio o di attenzione deve essere definito a seguito di indagini e studi a scala di maggior dettaglio **(al)**.

**Gran parte dell'area oggetto di intervento rientra in un'area perimetrata "Aree di possibile ampliamento dei fenomeni franosi cartografati all'interno, ovvero di fenomeni di primo distacco (C1) ed "aree a rischio nullo"; solo, il generatore MC8 e qualche piccolo tratto del cavidotto ricadono in aree perimetrare come "aree di media attenzione (A2)", ovvero, che non sono urbanizzate e che ricadono all'interno di una frana quiescente a massima intensità attesa media.**

Nelle aree definite a "*rischio idrogeologico medio*" si intende perseguire i seguenti obiettivi: *sicurezza delle strutture, delle infrastrutture e del patrimonio ambientale*.

Al fine del raggiungimento degli obiettivi di cui al comma 1, in tali aree le costruzioni e gli interventi in generale sono subordinati al non aggravamento delle condizioni di stabilità del pendio, alla garanzia di sicurezza determinata dal fatto che le opere siano progettate ed eseguite in misura adeguata al rischio dell'area.

Tutti i progetti relativi agli interventi consentiti di cui agli articoli da 3 a 12 del Titolo II, devono essere corredati da uno Studio di Compatibilità Idrogeologica, in seguito denominato SCI, commisurato alla importanza e dimensione degli stessi interventi ed alla tipologia di rischio e di fenomeno. Lo studio di compatibilità idrogeologica deve essere, inoltre, adeguato al livello di progettazione di cui alla legge 109/94 e s.m.i..

Il citato studio di compatibilità, comunque, non sostituisce la valutazione di impatto ambientale, gli studi e gli atti istruttori di qualunque tipo richiesti al soggetto promotore dalla normativa vigente.

Attraverso il suddetto SCI si dovrà dimostrare:

a) che l'intervento è compatibile con quanto previsto dal presente Piano, dalle norme di attuazione e dalle misure di salvaguardia;

b) che le realizzazioni garantiscono, secondo le caratteristiche e le necessità relative a ciascuna fattispecie, la sicurezza del territorio in coerenza con quanto disposto all'art.31 lettera c) della L.183/89 sulla base dei tre criteri: *"incolumità delle popolazioni, danno incombente, organica sistemazione"*.

La *compatibilità idrogeologica* dell'intervento deve essere:

a) verificata in funzione dei dissesti che interessano le aree a rischio idrogeologico come individuate dal presente Piano;

b) stimata in base alla definizione ed alla descrizione puntuale delle interferenze tra i dissesti idrogeologici individuati e le destinazioni o le trasformazioni d'uso del suolo attuali o progettate;

c) valutata confrontando l'intervento proposto con l'individuazione del rischio operata dal presente Piano e con gli effetti sull'ambiente.

I contenuti dello SCI, per ciascuna fattispecie degli interventi consentiti di cui ai richiamati articoli del Titolo II, sono elencati ai successivi articoli da 18 a 24 e dettagliati in specifiche tecniche redatte dall'Autorità di Bacino.

Per l'intervento in oggetto, è necessario effettuare uno studio compatibilità facendo riferimento all'Art. 23 - SCI/06: Studio di compatibilità idrogeologica – Tipo VI

1. La documentazione tecnico-amministrativa relativa a:

– realizzazione di nuove infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico riferite a servizi essenziali non delocalizzabili, purché l'opera sia progettata ed eseguita in misura adeguata al rischio dell'area e la sua realizzazione non concorra ad incrementare il carico insediativo e non precluda la possibilità di attenuare e/o eliminare le cause che determinano le condizioni di rischio;

– interventi di riparazione, di adeguamento antisismico e ricostruzione in sito di edifici danneggiati da eventi sismici, qualora gli eventi stessi non abbiano innescato asseverate riattivazioni del fenomeno di dissesto idrogeologico, deve essere corredata da uno studio di compatibilità idrogeologica (SCI/06).

La stabilità e la dinamica evolutiva dei versanti dipendono da fattori legati al clima, alle condizioni idrogeologiche, alla sismicità e variano notevolmente in funzione della natura litologica e della storia tettonica delle varie unità affioranti.

Sulla base delle zone di affioramento delle diverse litologie è possibile distinguere, pertanto, aree caratterizzate da una diversa evoluzione morfologica dei versanti, da ben definite tipologie franose e da una differente estensione e intensità dei dissesti.

Tra le varie tipologie di frane presenti nel territorio in esame, le più diffuse in periodi recenti, sono quelle da colata e scorrimenti superficiali.

Nelle colate accade che una certa massa di terreno, molto imbevuta d'acqua, è interessata da un colamento simile al moto di una massa molto viscosa; pertanto, si verifica anche su versanti con modesta inclinazione, ma costituiti principalmente da terreni argilloso-limosi, con movimento lento ma percettibile, causato da imbibizione di uno strato di terreno oltre i suoi limiti di saturazione, con superamento del limite di ritiro e del limite plastico e conseguente perdita di resistenza del materiale che inizia a fluire in diversi punti e su più livelli.

Esso si manifesta, generalmente, con lobi, ondulazioni, decorticazioni e terrazzetti; produce un accumulo dei frammenti staccati e spostati prossimo alla base del versante che viene definito deposito colluviale.

Gli scorrimenti, si individuano in corrispondenza di litologie rappresentate da terreni a comportamento geotecnico differente.

Essi si verificano al contatto tra materiali di copertura e substrato.

Morfologicamente sono caratterizzati da una zona di distacco con scarpata principale ad andamento sub circolare, un terrazzo in contropendenza rispetto all'andamento del versante e blocchi secondari delimitati da fessure longitudinali.

Il corpo di frana, può evolvere in colate lente dando luogo a frane di tipo complesso.

In tali situazioni l'applicazione di sovraccarichi su una porzione di versante interessato da tali tipologie di movimenti franosi costituisce certamente un ulteriore elemento che incrementa notevolmente il grado di rischio dell'area su cui si interviene.

Si fa presente, però, che gli aerogeneratori non debbono essere considerati come dei "sovraccarichi", in quanto le fondazioni previste per questi tipi di manufatti saranno di tipo profondo, con pali di notevole diametro ed attestati a profondità non inferiori a - 25.0÷30.0 m dal locale piano campagna, e di conseguenza nel substrato "integro".

Tali fondazioni profonde (pali) provvederanno, quindi, a trasferire le tensioni (i sovraccarichi) esclusivamente nel substrato stabile e nel contempo a fungere da elemento stabilizzante (una sorta di paratia localizzata) per la coltre superficiale degradata.

Nel contempo sono previste, nei lavori per la realizzazione di ciascuna “piazzola” di ogni singolo aerogeneratore, opere di regimentazione e drenaggio delle acque di ruscellamento e d’infiltrazione superficiale, che svolgeranno certamente un’ulteriore funzione “stabilizzante” per la parte di pendio direttamente interessato dall’opera, riducendo tra l’altro il grado di saturazione dei terreni più superficiali e migliorandone così le caratteristiche geomeccaniche.

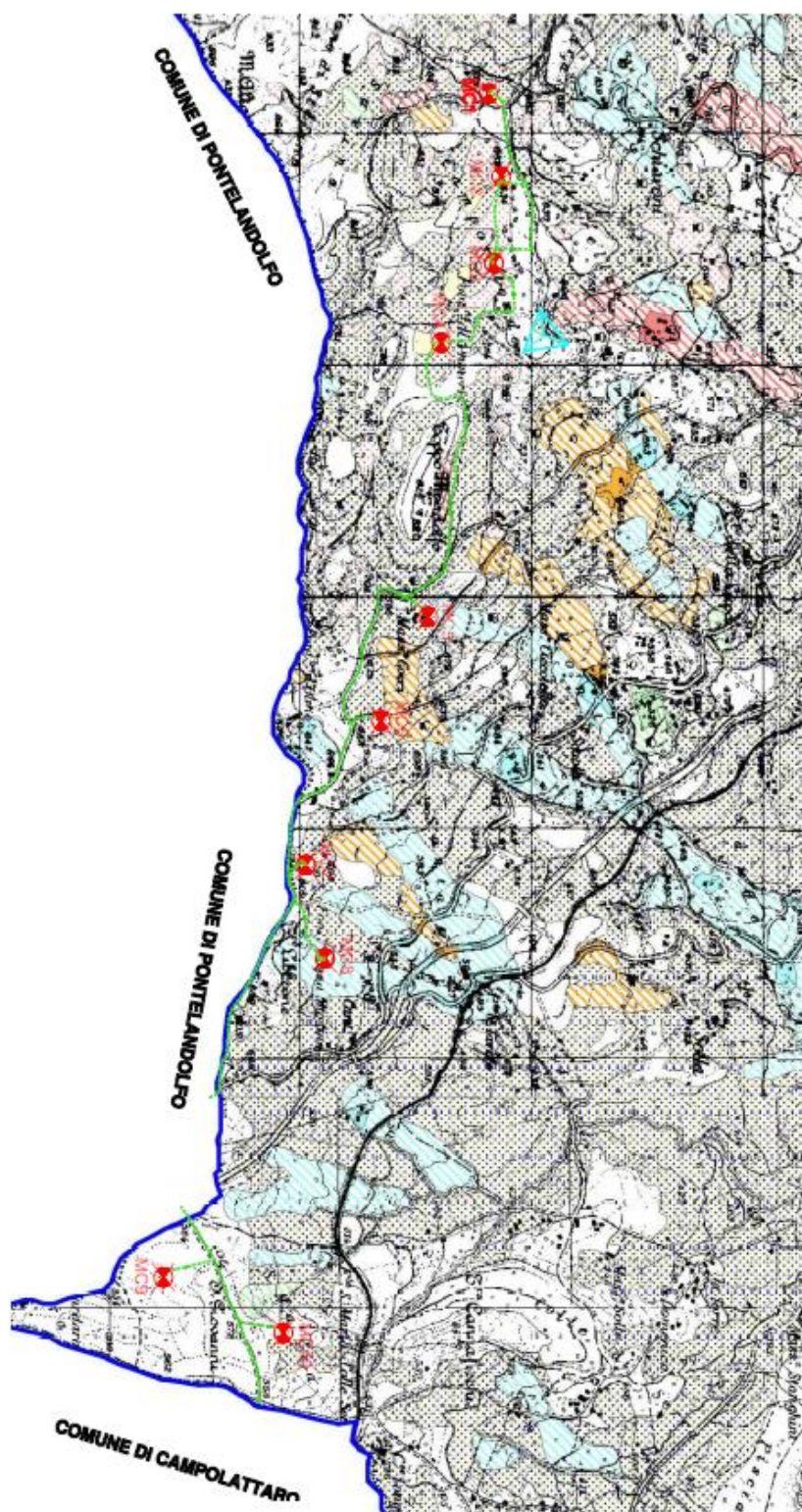
Infine, è prevista la realizzazione di un cavidotto; la sua realizzazione, non prevede significative alterazioni del profilo morfologico esistente tramite scavi e riporti per cui questi ultimi non incideranno sull’aumento del rischio idrogeologico.

In ogni caso, anche per la realizzazione del cavidotto si provvederà ad adottare tutti gli accorgimenti tecnici (realizzazione di drenaggi, regimentazione idraulica, eventuale creazione di opere di contenimento, ecc..) necessari alla minimizzazione del rischio idrogeologico.

E' da sottolineare che per la fase esecutiva verrà effettuato uno studio più approfondito, attraverso adeguate indagini geognostiche che evidenzieranno ancora meglio le eventuali criticità presenti nell'area; inoltre, saranno posizionati nelle diverse aree opportuni strumenti (inclinometri, ecc.) per l'accertamento di eventuali movimenti franosi, valutando, qualora l'entità degli stessi sia non compatibile con la sicurezza dei manufatti a costruirsi e del tratto di pendio coinvolto, in ultima analisi l'opportunità di delocalizzare l'opera.

**In conclusione, è possibile affermare che, sulla scorta del presente studio, le condizioni geolitologiche e geomorfologiche assicurano le sufficienti condizioni di sicurezza dell'area di ubicazione delle opere previste in progetto.**

# STRALCIO CARTA RISCHIO AUTORITA' DI BACINO LIRI-GARIGLIANO-VOLTURNO



## **7. CONSIDERAZIONI GEOPEDOLOGICHE**

Dalla pubblicazione “I sistemi di terre della Campania” pubblicato nel 2002 con il contributo della Regione Campania e curato da A. di Gennaro, è possibile catalogare tutti i suoli della Campania mediante tre livelli gerarchici, partendo dai *Grandi Sistemi di terre*, identificabili quest’ultimi attraverso una lettera maiuscola:

- A – Alta montagna
- B – Montagna calcarea
- C – Montagna marnoso-arenacea e marnoso-calcarea
- D - Collina interna
- E – Collina costiera
- F – Complessi vulcanici
- G – Pianura pedemontana
- H – Terrazzi alluvionali
- I – Pianura alluvionale
- L – Pianura costiera

Seguono i *Sistemi di terre* identificati mediante la lettera maiuscola relativa al Grande Sistema di appartenenza seguita da un codice numerico (ad esempio A1).

Infine, si passa ai *Sottosistemi di terre* identificabili attraverso la sigla del sistema di riferimento seguita da un secondo codice numerico (per esempio A11).

Nella fattispecie i suoli presenti nell’intera area in esame risultano appartenere al *Grande Sistema di terre* di tipo C (Montagna marnoso-arenacea e marnoso-calcarea).

## **8. CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE**

Come già detto, per la determinazione delle caratteristiche litostratigrafiche, geotecniche e sismiche, si è fatto riferimento ad indagini geognostiche eseguite in aree limitrofe derivate da precedenti studi tra cui

### **INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE DA GEOSVEVA PER L’IMPIANTO PARCO EOLICO CASALDUNI HOUSE S.r.l. (GRUPPO RENEXIA)**

- N°1 sondaggio a carotaggio continuo spinto fino alla profondità massima di 30.00 m. dal p.c.;

- n°2 prove geotecniche di laboratorio su campioni indisturbati;
- N°1 prova del tipo DOWN HOLE, utile per la classificazione del sottosuolo di fondazione prevista dalla normativa vigente.

Le indagini effettuate nell'area oggetto di studio, hanno permesso di individuare due orizzonti litologici così distinguibili:

**PRIMO ORIZZONTE (DA 0.00 A - 1.20 M.):** TERRENO VEGETALE DI COLORAZIONE MARRONE;

**SECONDO ORIZZONTE (DA - 1.20 M. A - 30.00 M.):** CALCIRUDITI, IN STRATI E BANCHI MASSIVI, BRECCIOLE CALCAREE E CALCARENITI, CALCARI CRISTALLINI, CON INTERCALAZIONI DI ARGILLE E MARNE ARGILLOSE.

In sintesi le prove in sito ed in laboratorio hanno fornito i seguenti risultati:



## **9. CARATTERISTICHE SISMICHE DEL SITO IN ESAME**

### **Generalità sulle tecniche di indagine utilizzate**

Al fine di determinare il parametro  $V_{SEq}$ , nel rispetto delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, di cui al Decreto 17-01-18, si è fatto riferimento ad una prova sismica del tipo DOWN HOLW eseguita in un'area limitrofa ma per un'altra opera.

Nel metodo sismico down hole (DH) viene misurato il tempo necessario per le onde P e S di spostarsi tra una sorgente sismica, posta in superficie, e i ricevitori, posti all'interno di un foro di sondaggio.

### **Procedura sperimentale**

Il terreno viene energizzato in superficie su una piastra di alluminio che, dopo avere opportunamente predisposto il piano di appoggio, viene adagiata ad una distanza di circa 1,0 m dal foro e orientata in direzione ortogonale ad un raggio uscente dall'asse foro.

Alla sorgente è agganciato il trasduttore di velocità utilizzato come trigger e la registrazione avviene in foro grazie ad un geofono triassiale ancorato a profondità via via crescenti.

Tale geofono registra gli spostamenti (tradotti sotto forma di impulsi elettrici) lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x, y, z), per cui misurando i tempi di arrivo del primo impulso ai geofoni, si ha la possibilità di determinare la velocità verticale dei litotipi riscontrati nella perforazione e i loro moduli elastici.

La misura dei tempi dei primi arrivi delle onde sismiche viene realizzata con precisione e con un dettaglio non inferiore al decimo di millisecondo.

Il fronte d'onda ed il relativo raggio sismico non subiscono deviazioni, per la presenza di eventuali discontinuità elastiche in profondità, in quanto la sorgente energizzante è molto prossima al perforo.

Le onde sismiche possono essere generate energizzando il terreno in direzione verticale oppure in direzione trasversale (parallelamente al suolo).

Nel primo caso verranno generate prevalentemente onde compressive (onde P) che si propagano in profondità e vengono registrate al meglio dal geofono verticale (asse z).

Nel secondo caso verranno generate prevalentemente onde di taglio (onde S) visibili principalmente sui geofoni con l'asse posto orizzontalmente (assi x e y).

Le onde di taglio hanno velocità inferiori rispetto a quelle compressive e quindi raggiungeranno il geofono triassiale quando il primo fronte d'onda compressiva è già transitato.

Questo passaggio, purtroppo, costituisce un disturbo per la misura delle onde trasversali in quanto i geofoni orizzontali si trovano ancora in movimento all'arrivo dell'onda S.

Per migliorare il rapporto fra l'energia dell'onda compressiva P e l'energia dell'onda trasversale S a favore di quest'ultima, si realizza una doppia l'energizzazione orizzontale con verso opposto.

La sottrazione delle forme d'onda relative a queste due acquisizioni, riduce sensibilmente la componente compressiva presente nel segnale.

La metodologia down-hole, come le altre tecniche di sismica in perforo ha, rispetto alla sismica a rifrazione, il vantaggio di non avere come condizione il necessario aumento di velocità con la profondità in quanto si valutano i tempi di arrivo delle onde elastiche via via che esse penetrano negli strati più profondi senza subire fenomeni di rifrazione; quindi è sempre possibile valutare eventuali inversioni di velocità nell'ambito del pacco di litotipi incontrati nella perforazione e, inoltre, la preventiva conoscenza della stratigrafia.

**DOWN-HOLE  
PRSE 175**

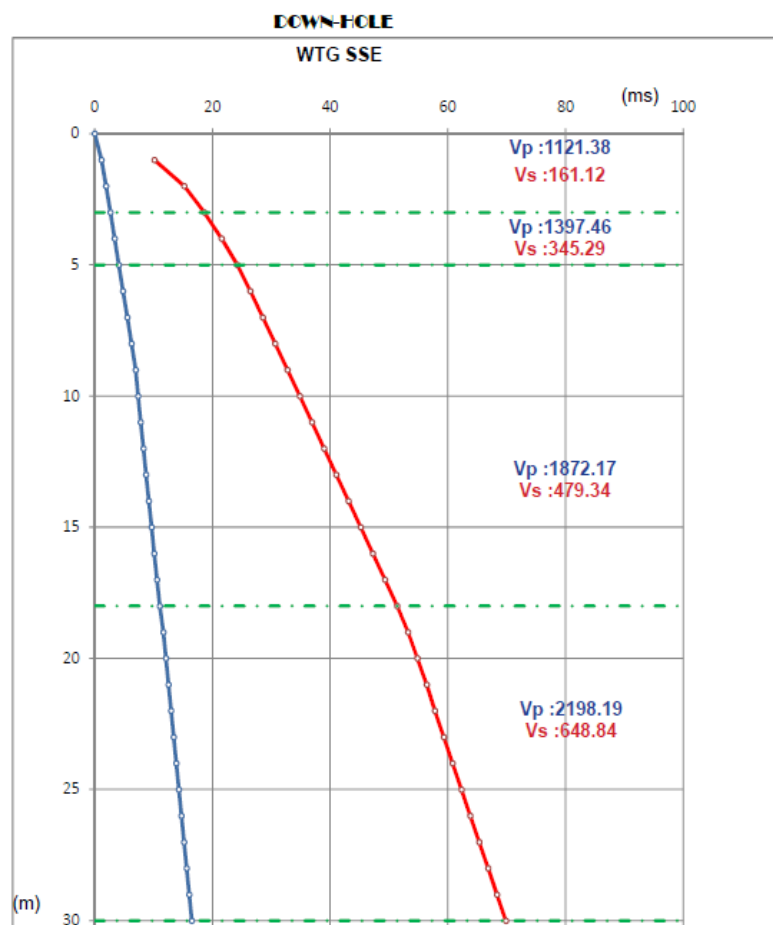
PRSE 175 -SSE\_DH

| (m) | Tp<br>(ms) | Ts<br>(ms) | Tp (Corretto)<br>(ms) | Ts (Corretto)<br>(ms) |
|-----|------------|------------|-----------------------|-----------------------|
| 0   | 0.00       | 0.00       | 0                     | 0.00                  |
| 1   | 1.30       | 14.37      | 1.16                  | 10.16                 |
| 2   | 2.00       | 17.00      | 1.94                  | 15.20                 |
| 3   | 2.71       | 19.63      | 2.68                  | 18.62                 |
| 4   | 3.42       | 22.25      | 3.39                  | 21.59                 |
| 5   | 4.13       | 24.75      | 4.11                  | 24.26                 |
| 6   | 4.84       | 26.80      | 4.82                  | 26.44                 |
| 7   | 5.55       | 28.86      | 5.54                  | 28.57                 |
| 8   | 6.27       | 30.91      | 6.26                  | 30.67                 |
| 9   | 6.98       | 32.97      | 6.97                  | 32.76                 |
| 10  | 7.40       | 35.02      | 7.39                  | 34.85                 |
| 11  | 7.83       | 37.08      | 7.82                  | 36.92                 |
| 12  | 8.29       | 39.13      | 8.28                  | 39.00                 |
| 13  | 8.75       | 41.19      | 8.74                  | 41.07                 |
| 14  | 9.21       | 43.24      | 9.20                  | 43.13                 |
| 15  | 9.67       | 45.30      | 9.67                  | 45.20                 |
| 16  | 10.13      | 47.35      | 10.13                 | 47.26                 |
| 17  | 10.59      | 49.41      | 10.59                 | 49.32                 |
| 18  | 11.05      | 51.46      | 11.05                 | 51.39                 |
| 19  | 11.69      | 53.34      | 11.68                 | 53.27                 |
| 20  | 12.13      | 54.91      | 12.12                 | 54.84                 |
| 21  | 12.57      | 56.49      | 12.56                 | 56.42                 |
| 22  | 13.00      | 57.88      | 13.00                 | 57.82                 |
| 23  | 13.44      | 59.39      | 13.44                 | 59.33                 |
| 24  | 13.88      | 60.89      | 13.88                 | 60.84                 |
| 25  | 14.32      | 62.40      | 14.32                 | 62.35                 |
| 26  | 14.76      | 63.90      | 14.76                 | 63.85                 |
| 27  | 15.20      | 65.41      | 15.19                 | 65.36                 |
| 28  | 15.63      | 66.91      | 15.63                 | 66.87                 |
| 29  | 16.07      | 68.41      | 16.07                 | 68.37                 |
| 30  | 16.51      | 69.92      | 16.51                 | 69.88                 |

| PRSE 175 - SSE DH |       |          |        |         |                      |                  |       |                 |                |               |
|-------------------|-------|----------|--------|---------|----------------------|------------------|-------|-----------------|----------------|---------------|
|                   | Depth | Spessore | VS     | VP      | Density              | $\nu$            | Vp/Vs | G               | Ed             | K             |
|                   | [m]   | [m]      | [m/s]  | [m/s]   | [KN/m <sup>3</sup> ] | POISSON<br>[ - ] | ( - ) | TAGLIO<br>[Mpa] | YOUNG<br>[Mpa] | BULK<br>[Mpa] |
| 1                 | 3.0   | 3.0      | 161.12 | 1121.38 | 19.30                | 0.49             | 6.96  | 51              | 152            | 2407          |
| 2                 | 5.0   | 2.0      | 354.29 | 1397.46 | 19.90                | 0.47             | 3.94  | 255             | 747            | 3623          |
| 3                 | 18.0  | 13.0     | 479.34 | 1872.17 | 19.40                | 0.46             | 3.91  | 455             | 1332           | 6328          |
| 4                 | 30.0  | 12.0     | 648.84 | 2198.19 | 20.00                | 0.45             | 3.39  | 859             | 2494           | 8710          |
| 5                 |       |          |        |         |                      |                  |       |                 |                |               |
| 6                 |       |          |        |         |                      |                  |       |                 |                |               |
| 7                 |       |          |        |         |                      |                  |       |                 |                |               |
| 8                 |       |          |        |         |                      |                  |       |                 |                |               |
| 9                 |       |          |        |         |                      |                  |       |                 |                |               |
| 10                |       |          |        |         |                      |                  |       |                 |                |               |
| 11                |       |          |        |         |                      |                  |       |                 |                |               |
| 12                |       |          |        |         |                      |                  |       |                 |                |               |
| 13                |       |          |        |         |                      |                  |       |                 |                |               |
| 14                |       |          |        |         |                      |                  |       |                 |                |               |
| 15                |       |          |        |         |                      |                  |       |                 |                |               |

H = 30 m  
 Vs,eq : 429.3 (m/s)  
 Categoria suolo : B

Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.



La Normativa Italiana prevede una classificazione del sito in funzione sia della velocità delle onde S nella copertura, che dello spessore della stessa.

Vengono identificate, in tal modo, 5 classi, ad ognuna delle quali è associato uno spettro di risposta elastico.

**Tab. 3.2.II –** *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

| <b>Categoria</b> | <b>Caratteristiche della superficie topografica</b>                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>A</b>         | <i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>                                             |
| <b>B</b>         | <i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>                                            |
| <b>C</b>         | <i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>   |
| <b>D</b>         | <i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i> |
| <b>E</b>         | <i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>                                                                                                                                    |

In riferimento ai dati della campagna di indagini geofisiche, il sito in esame può essere classificato, nella sua totalità, come appartenente alla **Categoria Suolo di Fondazione B.**

Categoria condizioni topografiche: **T<sub>4</sub>**

## 10. CONCLUSIONI

Il territorio di interesse, ricade in un'area caratterizzata dalla presenza della Formazione del Flysch Rosso-membro calcareo.

In particolare, è costituito da calciruditi, in strati e banchi massivi, brecciole calcaree e calcareniti, calcari cristallini, con intercalazioni di argille e marne argillose.

Per la determinazione delle caratteristiche litostratigrafiche, geotecniche e sismiche, in questa fase, in considerazione delle specifiche conoscenze che lo scrivente ha dei luoghi, si è fatto riferimento alle seguenti indagini in sito ed in laboratorio eseguite in precedenti studi tra cui

### **INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE DA GEOSVEVA PER L'IMPIANTO PARCO EOLICO CASALDUNI HOUSE S.r.l. (GRUPPO RENEXIA)**

- **N°1 sondaggio a carotaggio continuo spinto fino alla profondità massima di 30.00 m. dal p.c.;**
- **n°2 prove geotecniche di laboratorio su campioni indisturbati;**
- **N°1 prova del tipo DOWN HOLE, utile per la classificazione del sottosuolo di fondazione prevista dalla normativa vigente.**

Le indagini effettuate nell'area oggetto di studio, hanno permesso di individuare due orizzonti litologici così distinguibili:

**PRIMO ORIZZONTE (DA 0.00 A - 1.20 M.):** TERRENO VEGETALE DI COLORAZIONE MARRONE;

**SECONDO ORIZZONTE (DA - 1.20 M. A - 30.00 M.):** CALCIRUDITI, IN STRATI E BANCHI MASSIVI, BRECCIOLE CALCAREE E CALCARENITI, CALCARI CRISTALLINI, CON INTERCALAZIONI DI ARGILLE E MARNE ARGILLOSE.

Dalle stratigrafie disponibili non risulta la presenza di acqua nei primi 30.00 m..

Tuttavia, lo scrivente nella fase esecutiva attraverso la realizzazione di sondaggi ed il posizionamento di piezometri si riserva di effettuare un attenta verifica di eventuale presenza di falde acquifere nell'area di stretto interesse.

La natura dei terreni affioranti nell'area di stretto interesse, determina un elevato deflusso superficiale delle acque meteoriche durante gli eventi piovosi di media ed elevata intensità, per cui il territorio appare caratterizzato dalla presenza di uno sviluppato sistema di aste di drenaggio a carattere prevalentemente torrentizio.

Tali aste torrentizie appartengono al sottobacino idrografico del F. Tammaro, quest'ultimo da intendere come uno dei sottobacini appartenenti al grande bacino idrografico del Fiume Calore, affluente a sua volta del F. Volturno.

Dal punto di vista della permeabilità, dalle indagini geognostiche disponibili, è possibile individuare un solo orizzonte così definibile:

**PRIMO ORIZZONTE (DA - 1.20 M. A - 30.00 M.):** calciruditi, in strati e banchi massivi, brecciole calcaree e calcareniti, calcari cristallini, con intercalazioni di argille e marne argillose.

#### **GRADO DI PERMEABILITA' MEDIO.**

Il territorio in esame è caratterizzato da una morfologia tipicamente collinare, dove le caratteristiche clivometriche dei versanti sono strettamente correlate con l'erosibilità dei sedimenti che costituiscono il rilievo stesso.

Le analisi delle curve di livello permettono di evidenziare una morfologia piuttosto articolata nella fascia a margine dei rilievi che costituiscono i M. del Matese e da una morfologia più regolare nella zona di piana.

Il territorio comunale di interesse rientra sotto la competenza dell'Autorità di Bacino dei fiumi Liri, Garigliano e Volturno.

**Gran parte dell'area oggetto di intervento rientra in un'area perimetrata "Aree di possibile ampliamento dei fenomeni franosi cartografati all'interno, ovvero di fenomeni di primo distacco (C1) ed "aree a rischio nullo"; solo, il generatore MC8 e qualche piccolo tratto del cavidotto ricadono in aree perimetrare come "aree di media attenzione (A2)", ovvero, che non sono urbanizzate e che ricadono all'interno di una frana quiescente a massima intensità attesa media.**

Nelle aree definite a "*rischio idrogeologico medio*" si intende perseguire i seguenti obiettivi: *sicurezza delle strutture, delle infrastrutture e del patrimonio ambientale.*

Al fine del raggiungimento degli obiettivi di cui al comma 1, in tali aree le costruzioni e gli interventi in generale sono subordinati al non aggravamento delle condizioni di stabilità del pendio, alla garanzia di sicurezza determinata dal fatto che le opere siano progettate ed eseguite in misura adeguata al rischio dell'area.

Pertanto:

Le torri eoliche poggeranno su una piattaforma armata; i carichi del peso proprio e delle vibrazioni, quest'ultime causate essenzialmente dalla forza del vento, saranno trasmessi al sottosuolo per mezzo di fondazioni profonde.

Tali tipologie fondali garantiranno non solo la stabilità dell'opera in progetto (torre eolica) ma tenderanno a costituire un elemento di stabilizzazione per l'intera area di sedime in modo da far sì che l'opera non determini un incremento di rischio per l'intera zona.

Per il rinterro dei cavidotti in pendio si dovrà utilizzare materiale di riempimento granulare (pietrisco pulito) e procedere al rifacimento del profilo morfologico rispettando le linee di deflusso naturale.

I tratti di cavidotti che passano i piccoli impluvi di fondovalle saranno eventualmente installati in tubo subalveo.

Nei punti "critici" di attraversamento, in fase esecutiva, si procederà alla difesa e alla sistemazione del profilo dell'impluvio a protezione dell'alveo e delle sponde.

Per i cavidotti che seguono le esistenti stradine interpoderali si prevede realizzare ai lati di esse cunette in terra battuta rivestite da calcestruzzo a protezione del deflusso disperso delle acque meteoriche.

Per lo studio effettuato, le opere previste in progetto non influenzeranno o modificheranno le condizioni morfologiche ed idrogeologiche dei luoghi né potranno ostacolare il libero deflusso delle acque compatibilmente con la natura dei suoli.

Il progetto in esame prevede, anche, la realizzazione a servitù dei diversi aerogeneratori, come ampiamente illustrato nei paragrafi precedenti, di piazzole e l'adeguamento della viabilità (adeguamento di strade già esistenti e realizzazione di tratti nuovi).

L'esecuzione di tali opere prevede solo ridotti movimenti di terra e il progetto contempla nella fase successiva al montaggio dei diversi aerogeneratori attraverso il ricorso all'ingegneria naturalistica, là dove possibile, il ripristino delle condizioni originarie delle aree non più necessarie.

Nel caso in cui la morfologia presenti caratteristiche tali da determinare sui bordi sia delle strade in fase di adeguamento sia di quelle nuove sia delle piazzole la presenza di piccole scarpate si provvederà alla verifica della stabilità di quest'ultime e nel caso di necessità stabilizzate mediante varie tipologie di intervento.

Anche in questo caso, ove possibile, si utilizzeranno tecniche di ingegneria naturalistica.

La reale stabilità dei singoli siti coinvolti dal presente progetto, in particolare quelli ove saranno realizzati gli aerogeneratori, unitamente ai tratti interessati dal passaggio dei vari cavidotti e delle strade nuove o da adeguare, ove necessario, andrà

analizzata e verificata in maniera più approfondita in una fase successiva (progetto esecutivo) mediante la realizzazione di opportune e adeguate indagini in situ e di laboratorio geotecnico.

Le suddette indagini (sondaggi geognostici, prove S.P.T e/o scissometriche in foro di sondaggio, prove sismiche Down-Hole, prove di laboratorio su campioni indisturbati, ecc..) consentiranno in maniera più precisa di definire, le dimensioni delle fondazioni da adottare.

Sulla scorta dei sopralluoghi effettuati e dei dati bibliografici disponibili si può esprimere, un parere favorevole alla fattibilità dell'intervento in oggetto non esistendo comunque particolari impedimenti dal punto di vista geologico.

In particolare, i dati disponibili hanno dimostrato, in prima analisi, che:

- *Gli interventi in oggetto sono compatibili con quanto previsto dal citato Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, dalle norme di attuazione e dalle misure di salvaguardia;*
- *Il progetto è strutturato in modo tale da consentire lo "svincolo idrogeologico" delle aree coinvolte (in ottemperanza al Regolamento Regionale del 28 settembre 2017 n°3, pubblicato sul BURC n°72 del 2 ottobre 2017).*

Tanto dovevasi in ottemperanza dell'incarico ricevuto

**Dr. Geologo Tommaso Fusco**

