



# REGIONE CAMPANIA PROVINCIA DI BENEVENTO



## COMUNE DI MORCONE

### REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA NEL COMUNE DI MORCONE (BN)

PROGETTO DEFINITIVO

REMCU\_R5  
INDAGINE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA

REVISIONI	N.	DATA	DESCRIZIONE	RED.	VER.	APP.	SCALA:								
	A	22/07/2020	Prima emissione												
							CODIFICA:								
							<table border="1"><tr><td>---</td><td>P</td><td>D</td></tr></table>	---	P	D					
---	P	D													
							<table border="1"><tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr></table>								

PROGETTAZIONE

IL PROGETTISTA

IL GEOLOGO



ENERGY & ENGINEERING S.R.L.

Via XXIII Luglio 139

83044 - Bisaccia (AV)

P.IVA 02618900647

Tel./Fax. 0827/81480

pec: energyengineering@legalmail.it

Ing. D.G. Trivelli



Dr. Tommaso Fusco



IL COMMITTENTE

Renexia SpA

Viale Abruzzo 410

66100 - Chieti Scalo (CH)

P.IVA 02192110696

Tel. 0871 58745



## **INDICE**

- 1. PREMESSA PAG. 2**
- 2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO STRUTTURALE PAG. 4**
- 3. CARATTERISTICHE LITO-STRATIGRAFICHE PAG. 33**
- 4. CARATTERISTICHE GEOLITOLIGHE DEI TERRENI PRESENTI NELL'AREA IN ESAME PAG. 37**
- 5. CARATTERI IDROLOGICI ED IDROGEOLOGICI PAG. 40**
- 5. MORFOLOGIA E STABILITA' PAG. 43**
- 6. CONSIDERAZIONI GEOPEDOLOGICHE PAG. 51**
- 6. CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE PAG. 53**
- 8. CARATTERISTICHE SISMICHE DELL'AREA IN ESAME PAG. 54**
- 9. CONCLUSIONI PAG. 65**

# 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 nel territorio del Comune di Morcone (BN).



Il progetto in particolare prevede la realizzazione di 6 aerogeneratori, identificati secondo progetto con le sigle M1, M2, M3, M4, M5, M6 e tutti ricadenti nel Comune di Morcone (BN), di una rete di cavidotti e di stazioni di smistamento e di trasformazione, nonché i relativi raccordi tra le stazioni.

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 geognostici 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 del territorio comunale di Morcone, è necessario inquadrare la stessa nel contesto geologico generale dell'area appenninica.

### **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 Tortoniano, 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).

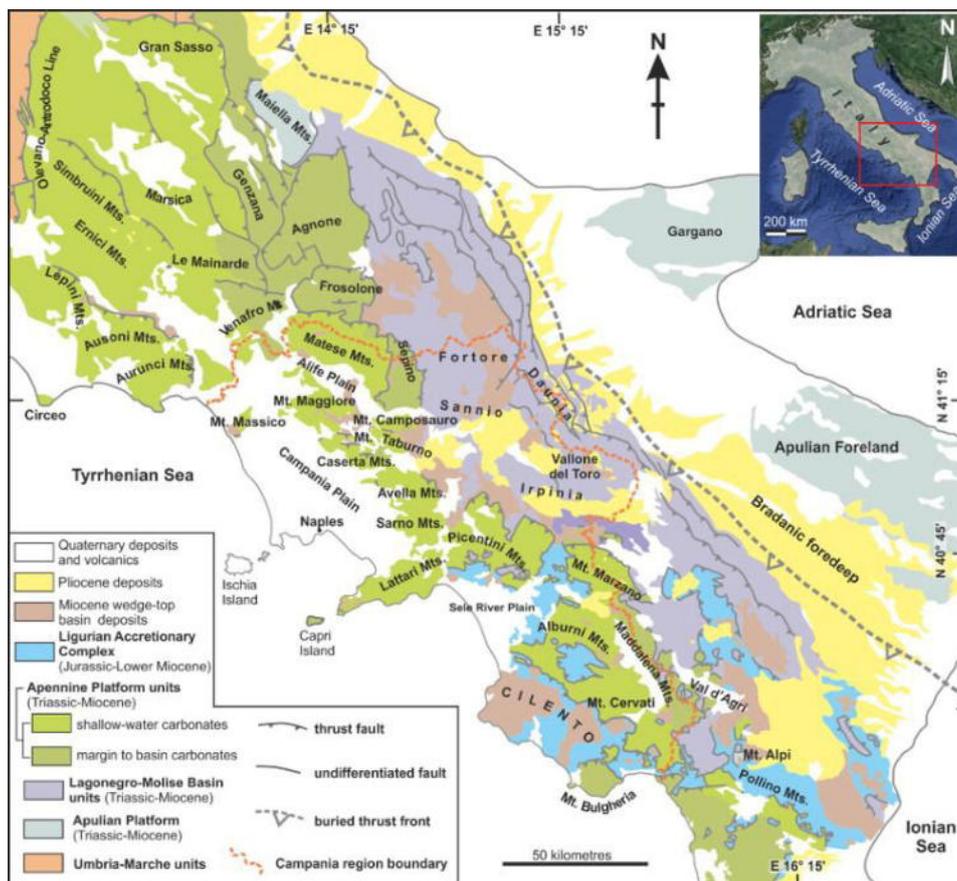
Per mettere a fuoco il più possibile i problemi al riguardo, viene proposta una carta delle unità cinematiche dell'area compresa tra la linea

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.

### **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 Tortoniano 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).

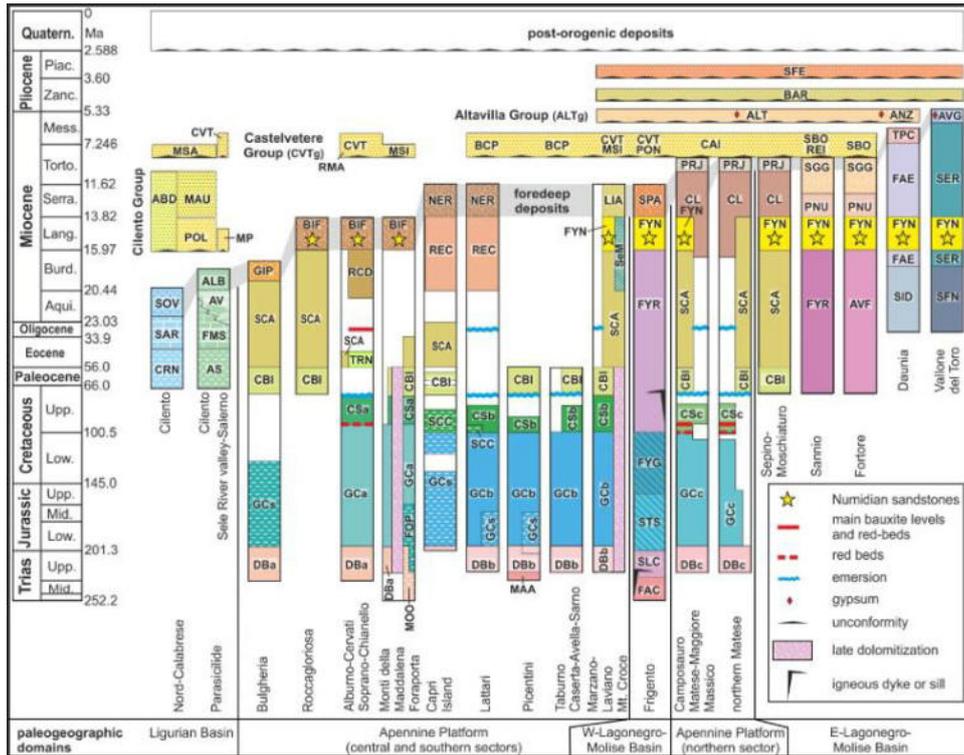


fig.2 Grafico stratigrafico che mostra le successioni sedimentarie esposte nella regione Campania

## 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.

## **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-verdognole; 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-Aquitano (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 (Aquitano-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-scure, 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 disconformità brecce calcaree in strati e banchi con frammenti di selce e di rudiste e calcareniti e brecciole 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 brecciole 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 medioCretacico superiore).

Seguono in disconformità 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 disconformità, con l'interposizione di lenti di argille lateritiche rossastre, calcareniti grigio-scure, 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).

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

Nell'Unita 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, breccie 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 rinvengono 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 prossimale, 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 rinvengono 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 rinvengono 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 rinvengono 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 rinvengono 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) poggi 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).

### **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 Tortoniano 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 Breccie di S. Massimo (Messiniano superiore) sono costituite da breccie 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 Baronìa (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.

### **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.

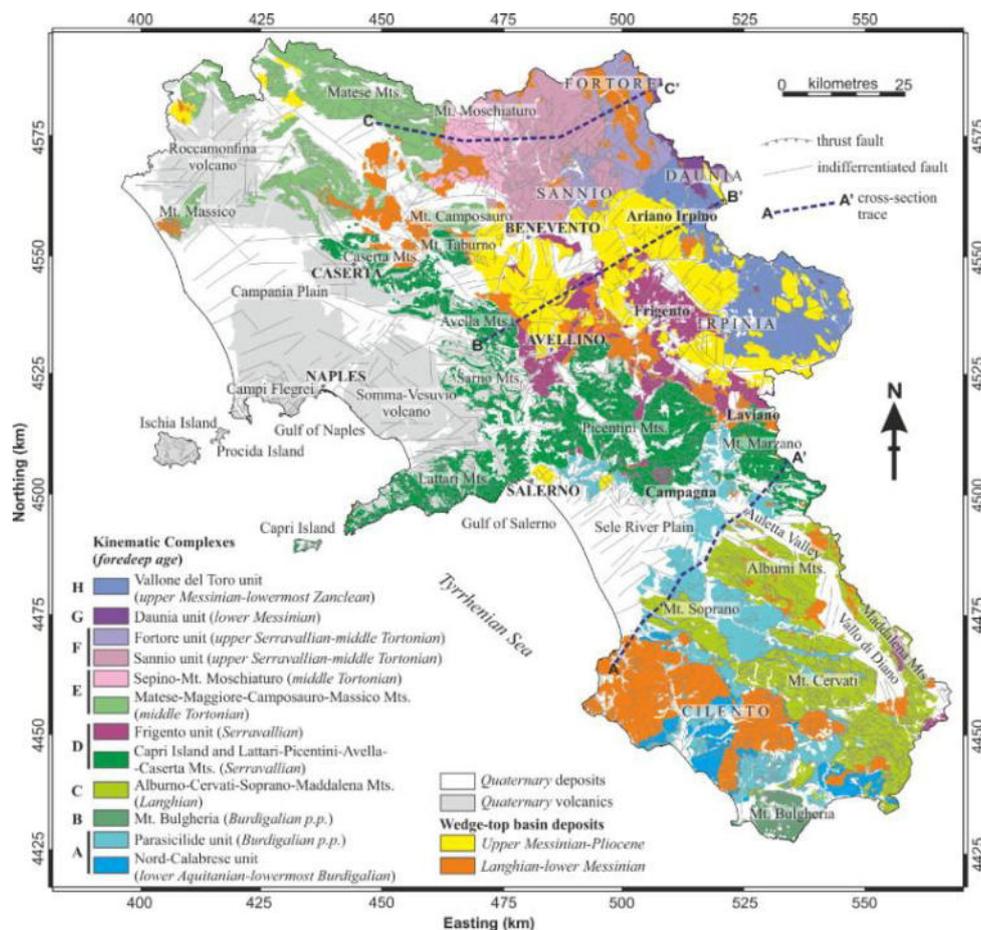


fig. 3 Mappa complesso cinematico della Regione Campania

### 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 Castelvetero, l'Unità di Altavilla Auct. e la Formazione della Baronìa (Sintema di Andretta).

#### **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 Castelvetero e la Formazione della Baronìa (Sintema di Andretta).

#### **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 Castelvetere, l'Unità di Altavilla, la Formazione della Baronia (Sintema di Andretta) e la Formazione di Sferracavallo (Sintema di Ruvo del Monte).

#### **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 Castelvetere 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 Baronia (Sintema di Andretta) e la Formazione di Sferracavallo (Sintema di Ruvo del Monte).

#### **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 superiore Tortoniano 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 (incluse 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 Breccie 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 Baronia (Sintema di Andretta) e la Formazione di Sferracavallo (Sintema di Ruvo del Monte).

#### **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).

### **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).

### **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 Castelvete 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 Breccie 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.

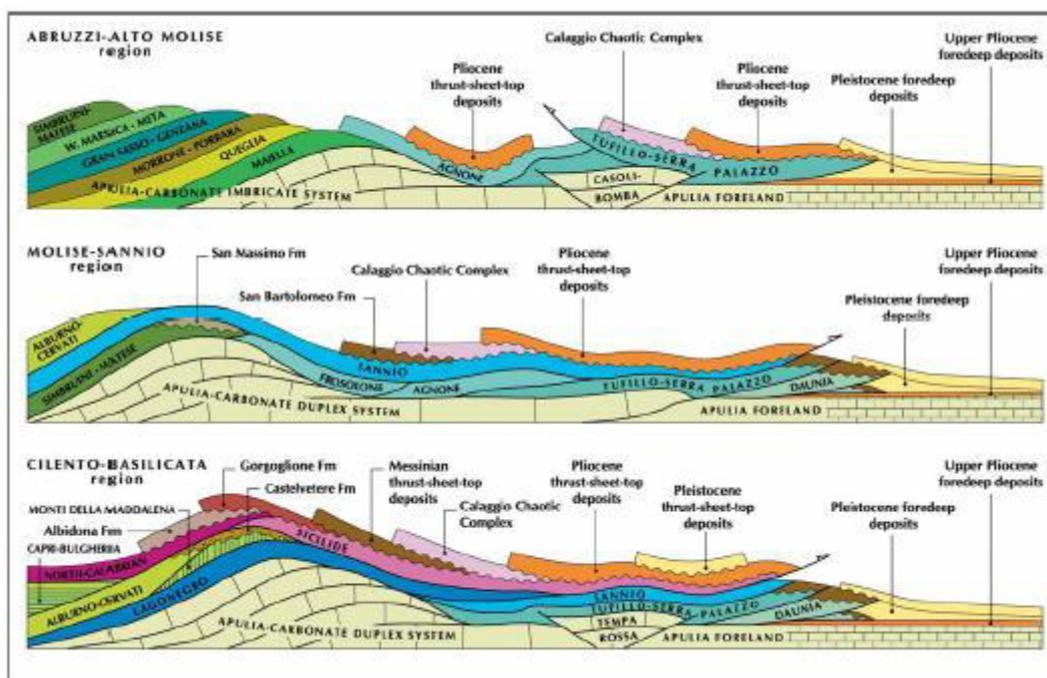


Fig. 4 – Rappresentazione schematica dei rapporti strutturali fra le varie unità tettoniche costituenti il dominio della catena dell'Appennino Meridionale (Patacca & Scandone, 2007). Il profilo di interesse è il secondo, nel quale si vedono le unità del Sannio sovrascorse al di sopra del sistema a “duplex”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

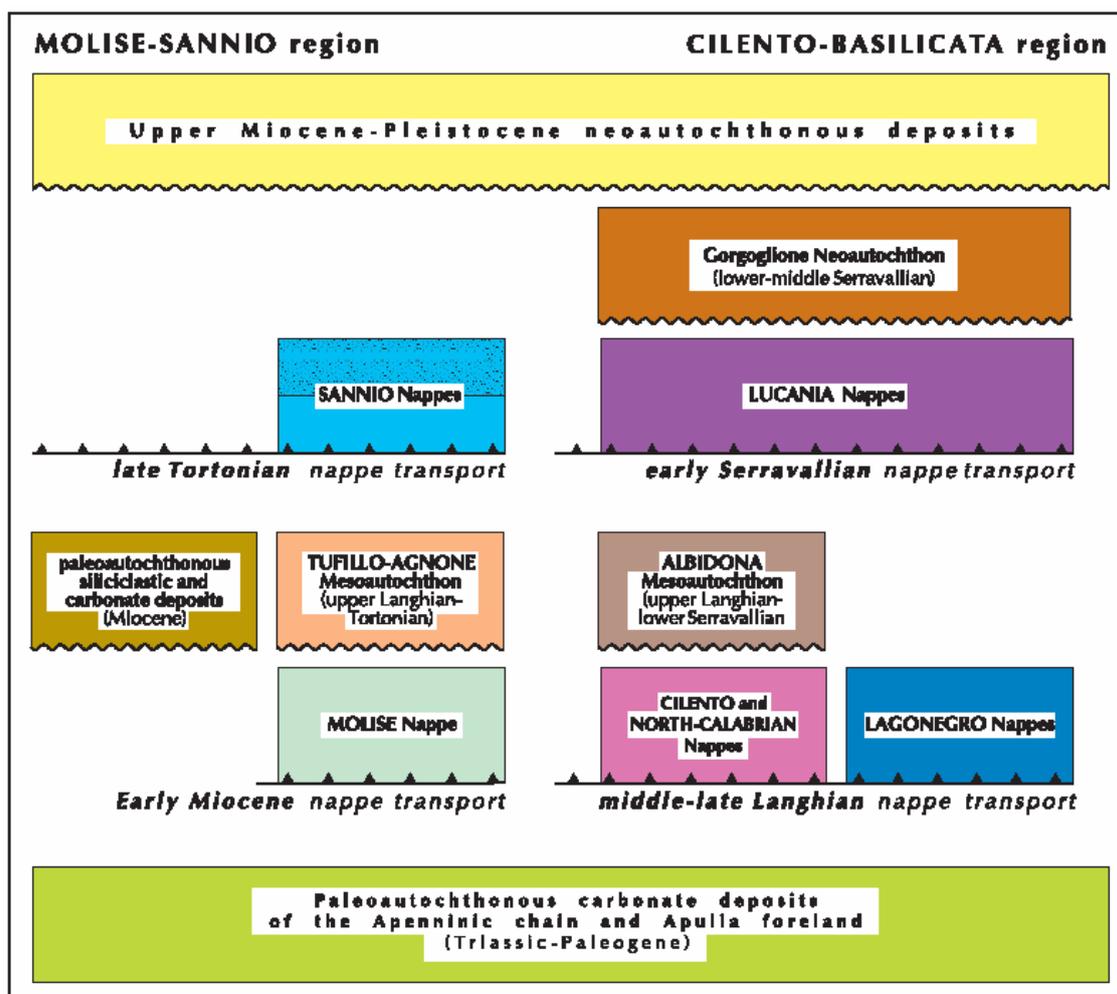
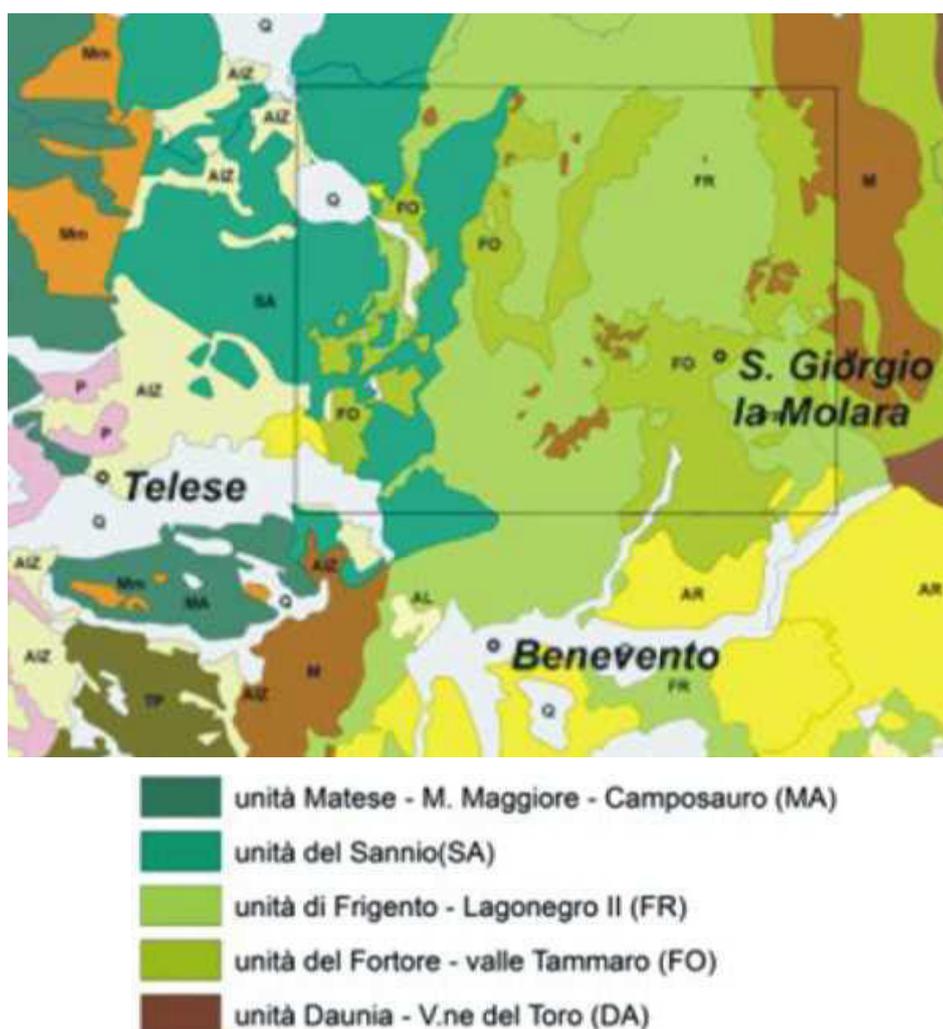


Fig. 5 – Schema dei rapporti geometrici fra le unità nelle regioni del Sannio-Molise e Cilento-Basilicata secondo Selli, 1962 (in Patacca & Scandone, 2005).

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 un hiatus deposizionale che copre quasi per intero l’Oligocene (Pagliaro, 1998).

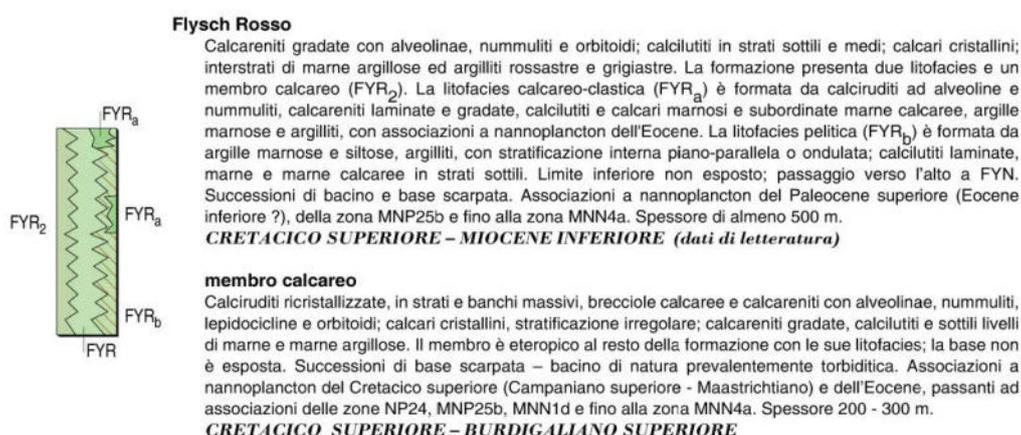
Al di sopra di questa superficie di discontinuità si depositano, durante l’Aquitano e il Burdigaliano, calcareniti e calcilituti, passanti a marne contenenti sottili orizzonti di vulcanoclastiti per uno spessore complessivo di 80-100 m.

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 GEOLITOLIGHE DEI TERRENI PRESENTI NELL'AREA IN ESAME

Consultando la Carta Geologica redatta dall'ISPRA (Istituto Superiore per la protezione e la ricerca ambientale) - foglio n°419 San Giorgio La Molara - scala 1: 50.000 - rilevamento geologico scala 1: 10.000, il territorio di interesse, ricade in un'area caratterizzata dalla presenza della Formazione del Flysch Rosso noto in letteratura con sigla FYR<sub>2</sub>.



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 nell'area in studio ma per un'altra opera:

- **N°4 sondaggi a carotaggio continuo spinti fino alla profondità di 20.00 m. dal p.c.;**
- **N°16 prove S.P.T.;**
- **n°2 prove geotecniche di laboratorio su campioni indisturbati;**
- **N°2 prove del tipo Multi-channel Analysis of Surface Waves (MASW), utile per la classificazione del sottosuolo di fondazione prevista dalla normativa vigente.**

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

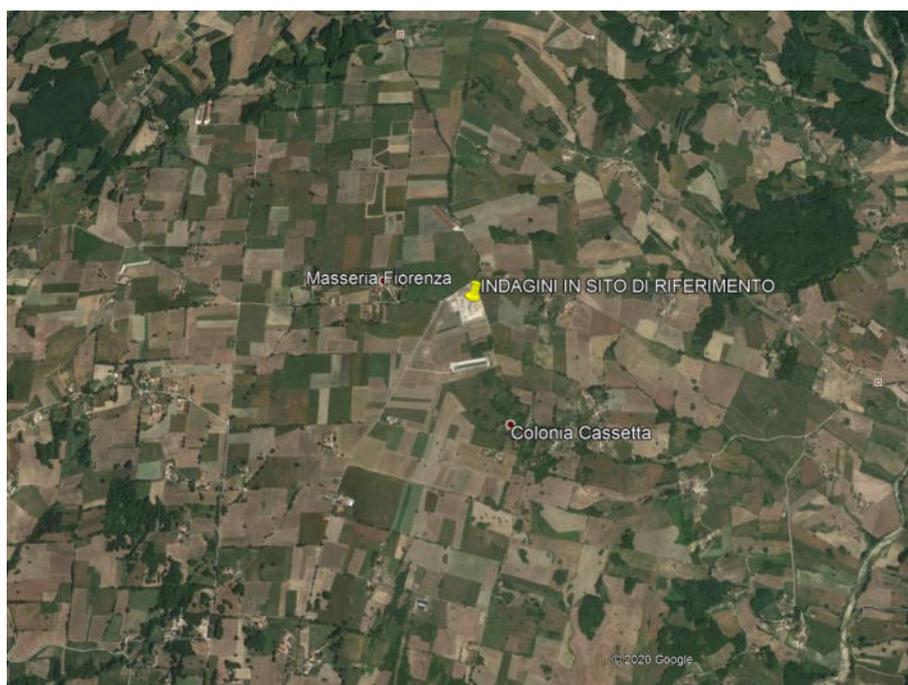
**PRIMO ORIZZONTE (DA 0.00 A - 1.50 M.):** TERRENO VEGETALE DI COLORAZIONE BRUNA;

**SECONDO ORIZZONTE (DA - 1.50 M. A - 7.50 M.):** SABBIA CON LIMO DI COLORAZIONE GIALLASTRO CON LIVELLI ARGILLOSI;

**TERZO ORIZZONTE (DA - 7.50 M. A - 20.00 M.):** ALTERNANZA DI ARGILLE LIMOSE E MARNE DI COLORE VARIABILE DAL GRIGIO AZZURRO AL GRIGIO VERDASTRO. SI RICONTRA LA PRESENZA DI LIVELLI LITOIDI DI NATURA CALCARENITICA BIANCASTRI (SPESSORE 10 - 30 cm) E LIVELLI MARNOSI VERDASTRI. TALI LIVELLI AUMENTANO CON LA PROFONDITÀ.

E' stata rilevata, durante le prove in sito una falda episuperficiale a carattere stagionale presente ad una quota media di -7,00 m. dal p.c.

### **UBICAZIONE INDAGINI IN SITO**



# TAVOLA N° 4

## PLANIMETRIA UBICAZIONE INDAGINI



LEGENDA

-  SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO CON DOWN HOLE
-  PROVA SISMICA MASW
-  PROVA SCPT
-  AREA IN STUDIO





Committente MORCONE (BN)	Direttore lavori DOTT. FULVIO MASTANTUONO	Cantiere STAZIONE DI SMISTAMENTO 150 KV TERNA
Inizio Esecuzione 28..03.2017	Casse Catalogatrici 4	Quota Ass. P.C. Profondità Raggiunta 20.00 metri

Scala	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio	S.P.T.	Campioni	Falda episup.	Piezometro		
1		TERRENO VEGETALE DI COLORAZIONE BRUNA	1.50	%C=100						
2		SABBIA CON LIMO DI COLORAZIONE GIALLASTRO CON LIVELLI ARGILLOSI		%C=100	7 10 12 2.50 PC	2.00 S	2.50			
3										
4										
5										
6										
7			7.50		10 13 15 6.00 PC			7.50		
8		ALTERNANZA DI ARGILLE LIMOSE E MARNE DI COLORE VARIABILE DAL GRIGIO AZZURRO AL GRIGIO VERDASTRO. SI RISCONTRA LA PRESENZA DI LIVELLI LITOIDI DI NATURA CALCARENITICA BIANCASTRI (SPESSORE 10 - 30 cm) E LIVELLI MARNOSI VERDASTRI. TALI LIVELLI AUMENTANO CON LA PROFONDITÀ. (FALDA EPISUPERFICIALE A CARATTERE STAGIONALE PRESENTE ALLA QUOTA DI -7,50 m)		%C=100						
9										
10								10.00 S	10.50	
11										
12							21 30 39 12.00 PC			
13										
14										
15							40 RIFIUTO 15.00 PC			
16										
17										
18										
19			20.00							

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimaneggiato da SPT

Piezometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande

Prove SPT:PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa

Sonda:CMV MK 600

Note1

COORDINATE SONDAGGIO

Operatore

MEI LIBEROANTONIO



Committente MORCONE (BN)	Direttore lavori DOTT. FULVIO MASTANTUONO	Cantiere STAZIONE DI SMISTAMENTO 150 KV TERNA
Inizio Esecuzione 29..03.2017	Casse Catalogatrici 4	Quota Ass. P.C. Profondità Raggiunta 20.00 metri

Scala	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio	S.P.T.	Campioni	Falda episup.	Piezometro	
		TERRENO VEGETALE DI COLORAZIONE BRUNA	0.50	%C=100					
1		SABBIA LIMOSA GIALLASTRA ALTERATA	1.50	%C=100					
2		SABBIA CON LIMO DI COLORAZIONE GIALLASTRO CON LIVELLI ARGILLOSI. DALLA QUOTA -4,20 ABBIAMO SABBIE LIMOSE DEBOLMENTE ARGILLOSE COMPATTE STRATIFICATE CON PRESENZA DI GRANULI QUARZOSI.		%C=100	8 10 13				
3			3.00 PC						
4									
5									
6					12 15 18				
7			7.50		6.00 PC			7.50	
8		ALTERNANZA DI ARGILLE LIMOSE E MARNE DI COLORE VARIABILE DAL GRIGIO AZZURRO AL GRIGIO VERDASTRO. SI RISCONTRA LA PRESENZA DI LIVELLI LITOIDI DI NATURA CALCARENITICA BIANCASTRI (SPESSORE 10 - 30 cm) E LIVELLI MARNOSI VERDASTRI. TALI LIVELLI AUMENTANO CON LA PROFONDITÀ. (FALDA EPISUPERFICIALE A CARATTERE STAGIONALE PRESENTE ALLA QUOTA DI -7,50 m)		%C=100					
9						18 28 35			
10						9.00 PC			
11									
12									
13									
14									
15							RIFIUTO		
16					15.00 PC				
17									
18									
19			20.00						

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimaneggiato da SPT  
 Piezometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande  
 Prove SPT:PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa

Sonda:CMV MK 600

Note1  
 COORDINATE SONDAGGIO

Operatore  
 MEI LIBEROANTONIO



Committente MORCONE (BN)	Direttore lavori DOTT. FULVIO MASTANTUONO	Cantiere STAZIONE DI SMISTAMENTO 150 KV TERNA
Inizio Esecuzione 29..03.2017	Casse Catalogatrici 4	Quota Ass. P.C. Profondità Raggiunta 20.00 metri

Scala	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio	S.P.T.	Campioni	Falda episup.	Piezometro	
1		TERRENO VEGETALE DI COLORAZIONE BRUNA	1.00	%C=100					
2		SABBIA CON LIMO DI COLORAZIONE GIALLASTRO CON LIVELLI ARGILLOSI. DALLA QUOTA -5,10 PRESENZA DI TROVANTI LITOIDI COSTITUITI DA MARNE GIALLASTRE LITIFICATE E STRATIFICATE.		%C=100	7 11 12				
3			3.00 PC						
4									
5									
6			6.00 PC		7.00				7.00
7		ALTERNANZA DI ARGILLE LIMOSE E MARNE DI COLORE VARIABILE DAL GRIGIO AZZURRO AL GRIGIO VERDASTRO. SI RICONTRA LA PRESENZA DI LIVELLI LITOIDI DI NATURA CALCARENITICA BIANCASTRI (SPESSORE 10 - 30 cm) E LIVELLI MARNOSI VERDASTRI. TALI LIVELLI AUMENTANO CON LA PROFONDITÀ.		%C=100	15 RIFIUTO				
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18							21 29 41		
19							9.00 PC		
			20.00		32 44 RIFIUTO				
					18.00 PC				

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimaneggiato da SPT

Piezometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande

Prove SPT:PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa

Sonda:CMV MK 600

Note1

COORDINATE SONDAGGIO

Operatore

MEI LIBEROANTONIO



Committente MORCONE (BN)	Direttore lavori DOTT. FULVIO MASTANTUONO	Cantiere STAZIONE DI SMISTAMENTO 150 KV TERNA
Inizio Esecuzione 30..03.2017	Casse Catalogatrici 4	Quota Ass. P.C. Profondità Raggiunta 20.00 metri

Scala	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio	S.P.T.	Campioni	Falda episup.	Piezometro	
1		TERRENO VEGETALE DI COLORAZIONE BRUNA	1.00	%C=100					
2		SABBIA CON LIMO DI COLORAZIONE GIALLASTRO CON LIVELLI ARGILLOSI. PRESENZA DI TROVANTI LITOIDI COSTITUITI DA MARNE GIALLASTRE LITIFICATE E STRATIFICATE.		%C=100	6 11 13				
3			3.00 PC						
4									
5									
6			6.00 PC						
7			7.00				7.00		
8		ALTERNANZA DI ARGILLE LIMOSE E MARNE DI COLORE VARIABILE DAL GRIGIO AZZURRO AL GRIGIO VERDASTRO. SI RICONTRA LA PRESENZA DI LIVELLI LITOIDI DI NATURA CALCARENITICA BIANCASTRI (SPESSORE 10 - 30 cm) E LIVELLI MARNOSI VERDASTRI. TALI LIVELLI AUMENTANO CON LA PROFONDITÀ.		%C=100	21 RIFIUTO				
9			9.00 PC						
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18							RIFIUTO		
19					20.00		18.00 PC		

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimaneggiato da SPT

Piezometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande

Prove SPT:PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa

Sonda:CMV MK 600

Note1

COORDINATE SONDAGGIO

Operatore

MEI LIBEROANTONIO

**STRALCIO CARTA GEOLOGICA**  
**REDATTA DALL'ISPRA - FOGLIO N°419**  
**SAN GIORGIO LA MOLARA - SCALA 1:**  
**50.000 - RILEVAMENTO GEOLOGICO**  
**SCALA 1: 10.000**



## 5. CARATTERI IDROLOGICI ED IDROGEOLOGICI

La rete idrografica di Morcone, che fa capo al Fiume Tammaro, attraversa l'intero territorio comunale, ed è costituita da una serie di valloni e torrenti, molti dei quali a regime stagionale.

Il F. Tammaro nasce a nord-est di colle Rocco, in agro di Sepino (CB) e decorre per un buon tratto lungo linea di confine del territorio comunale di S. Giuliano del Sannio a quota 505 m s.l.m., ricevendo affluenti a carattere estremamente torrentizio ed a breve corso, come il torrente Tappone ed il torrente Saraceno.

Entra nella provincia di Benevento, dopo averne lambito per breve tratto il confine, in prossimità del Km. 108 della SS.87 a quota 478 m. s.l.m., laddove riceve in destra idrografica le acque del torrente Riofratto.

Decorre poi per circa 4 km, con abbassamento di quota fino a 400 m. s.l.m., in direzione N.NW-S.SE ricevendo in destra piccoli tributari che discendono disordinatamente dalle pendici poste ad Ovest di Sassinoro.

In località Ponte Stretto, a Sud-Est di Morcone, tra le località Pianella e Barronico accoglie le acque del torrente Sassinoro che si origina a Sud di Monte Rotondo in località Grotta della Monaca.

A partire da questo punto, le quote vanno riducendosi mantenendosi nell'ordine dei 300 m. s.l.m. ed il fiume, raggiunto lo stadio di maturità, perde il carattere impetuoso del primo tratto, e con esso, la necessaria energia cinetica, conseguente agli sbalzi di quota.

Presso le piane denominate: Pisciarriello, Piano Ferrone e Pianto della Tinta, il corso del F. Tammaro cambia direzione puntando decisamente verso Sud per passare a valle di Campolattaro e uscire definitivamente dal territorio morconese.

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 idrogeologico, non sono presenti sul territorio in esame grosse idrostrutture carbonatiche; in tale contesto, infatti, i litotipi argilloso-marnosi fungono da "impermeabile relativo" per piccoli corpi idrici.

Nel complesso, comunque, tale circolazione appare piuttosto limitata e può dar vita solo a piccole insorgenze con portate spesso solo stagionali e talora poste a quote diverse per il loro carattere di falde sospese.

Dal punto di vista della permeabilità è possibile individuare due orizzonti così definibili:

**PRIMO ORIZZONTE (DA - 1.50 M. A - 7.50 M.):** SABBIA CON LIMO DI COLORAZIONE GIALLASTRO CON LIVELLI ARGILLOSI.

**GRADO DI PERMEABILITA' MEDIO-BASSO;**

**SECONDO ORIZZONTE (DA - 7.50 M. A - 20.00 M.):** ALTERNANZA DI ARGILLE LIMOSE E MARNE DI COLORE VARIABILE DAL GRIGIO AZZURRO AL GRIGIO VERDASTRO. SI RISCONTRA LA PRESENZA DI LIVELLI LITOIDI DI NATURA CALCARENITICA BIANCASTRI (SPESSORE 10 - 30 cm) E LIVELLI MARNOSI VERDASTRI. TALI LIVELLI AUMENTANO CON LA PROFONDITÀ.

**GRADO DI PERMEABILITA' BASSO.**

E' stata rilevata, durante le prove in sito una falda episuperficiale a carattere stagionale presente ad una quota media di -7,00 m. dal p.c.

# CARTA IDROGEOLOGICA

## LEGENDA



SABBIA CON LIMO DI COLORAZIONE GIALLASTRO  
CON LIVELLI ARGILLOSI. **GRADO DI PERMEABILITA'**  
**MEDIO-BASSO.**

**LEGENDA:**



**AEROGENERATORI DI PROGETTO**



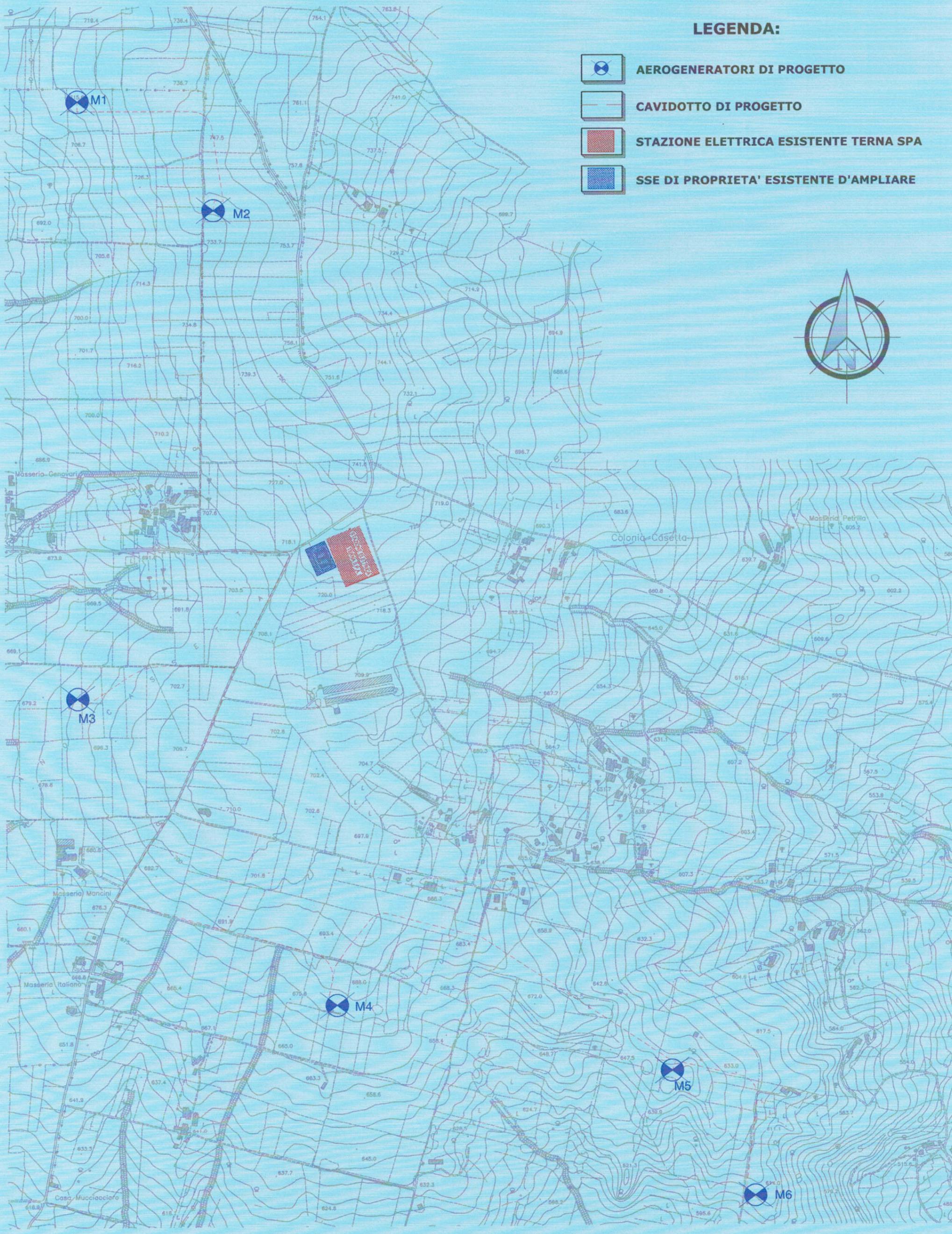
**CAVIDOTTO DI PROGETTO**



**STAZIONE ELETTRICA ESISTENTE TERNA SPA**



**SSE DI PROPRIETA' ESISTENTE D'AMPLIARE**



## **6. MORFOLOGIA E STABILITA'**

Il territorio comunale di Morcone è caratterizzato da una morfologia tipicamente collinare, dove le caratteristiche clivometriche dei versanti sono strettamente correlate con l'erodibilità 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.

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 perimetrare 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 M2 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 comunale di Morcone (BN), 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**



# Progetto di Piano Stralcio per l'assetto Idrogeologico

L. n° 183 del 18 maggio 1989  
L. n° 253 del 7 agosto 1990  
L. n° 493 del 4 dicembre 1993

Rischio di frana

L. n° 226 del 13 luglio 1999  
L. n° 365 dell'11 dicembre 2000

## Carta degli scenari di rischio

Regione Campania

Comune di  
**Morcone**

Provincia di Benevento

Scala 1: 25.000

### Legenda



#### AREA A RISCHIO MOLTO ELEVATO - R<sub>4</sub>

Nella quale per il livello di rischio presente, sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione di attività socio-economiche.  
(\* Aree a rischio molto elevato ricadenti in zone a Parco)



#### AREA A RISCHIO ELEVATO - R<sub>3</sub>

Nella quale 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.



#### AREA A RISCHIO MEDIO - R<sub>2</sub>

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



#### AREA A RISCHIO MODERATO - R<sub>1</sub>

Nella quale per il livello di rischio presente i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono marginali.



#### AREA DI ALTA ATTENZIONE - A<sub>4</sub>

Area non urbanizzata, potenzialmente interessata da fenomeni di innesco, transito ed invasione di frana a massima intensità attesa alta.



#### AREA DI MEDIO - ALTA ATTENZIONE - A<sub>3</sub>

Area non urbanizzata, ricadente all'interno di 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.



#### AREA DI MEDIA ATTENZIONE - A<sub>2</sub>

Area non urbanizzata, ricadente all'interno di una frana quiescente, a massima intensità attesa media.



#### AREA DI MODERATA ATTENZIONE - A<sub>1</sub>

Area non urbanizzata, ricadente all'interno di una frana a massima intensità attesa bassa.



#### AREA A RISCHIO POTENZIALMENTE ALTO - R<sub>Pa</sub>

Area nella quale il livello di rischio, potenzialmente alto, può essere definito solo a seguito di indagini e studi a scala di maggior dettaglio.



#### AREA DI ATTENZIONE POTENZIALMENTE ALTA - A<sub>Pa</sub>

Area non urbanizzata, nella quale il livello di attenzione, potenzialmente alto, può essere definito solo a seguito di indagini e studi a scala di maggiore dettaglio.



#### AREA A RISCHIO POTENZIALMENTE BASSO - R<sub>Pb</sub>

Area nella quale l'esclusione di un qualsiasi livello di rischio, potenzialmente basso, è subordinata allo svolgimento di indagini e studi a scala di maggior dettaglio.



#### AREA DI ATTENZIONE POTENZIALMENTE BASSA - A<sub>Pb</sub>

Area nella quale l'esclusione di un qualsiasi livello di attenzione, potenzialmente basso, è subordinata allo svolgimento di indagini e studi a scala di maggior dettaglio.



Area di possibile ampliamento dei fenomeni franosi cartografati all'interno, ovvero di fenomeni di primo distacco, per la quale si rimanda al D.M. LL.PP. 11/3/88 C<sub>1</sub>

N.B.: Nelle aree a contorno delle frane, quando non è indicato l'ambito morfologico significativo di riferimento, l'area di possibile ampliamento deve essere estesa fino allo spartiacque principale e/o secondario, già riportati nelle carte geomorfologiche.



Area di versante nella quale non è stato riconosciuto un livello di rischio o di attenzione significativo (applicazione D.M. LL.PP 11/3/88) - C<sub>2</sub>

## 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 **D** (Collina Interna) comprendente quest’ultimo “*i rilievi collinari interni, ad interferenza climatica moderata o bassa, con rischio di deficit idrico estivo da moderato a elevato*”.

Tale Grande Sistema “*comprende, in corrispondenza delle superfici a maggiore stabilità, suoli a profilo moderatamente differenziato, talvolta fortemente differenziato, per formazione di orizzonti di superficie spesso inscuriti dalla sostanza organica, redistribuzione dei carbonati,*

*omogeneizzazione degli orizzonti legata alla contrazione/rigonfiamento delle argille”.*

*Sono presenti “suoli con proprietà antiche da moderatamente a fortemente espresse su lembi di coperture piroclastiche a vario grado di continuità, suoli a profilo poco differenziato e suoli minerali grezzi in corrispondenza dei versanti soggetti a più intense dinamiche di erosione idrica accelerata”.*

Scendendo ad un maggiore dettaglio l'intera area in esame appartiene al **Sistema di terre D1** (Collina argillosa) ed in particolare al **Sottosistema D12** comprendente la *“Collina argillosa dell'alto Sannio, dell'alta Irpinia e dell'alto bacino del F. Sele”.*

## 8. CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE

Come già detto, per la determinazione delle caratteristiche litostratigrafiche, geotecniche e sismiche, si è fatto riferimento alle indagini geognostiche eseguite per la realizzazione della Stazione elettrica di Morcone, ubicata nell'area in esame.

Più precisamente:

- **N°4 sondaggi a carotaggio continuo spinti fino alla profondità di 20.00 m. dal p.c.;**
- **N°16 prove S.P.T.;**
- **n°2 prove geotecniche di laboratorio su campioni indisturbati;**
- **N°2 prove del tipo Multi-channel Analysis of Surface Waves (MASW), utile per la classificazione del sottosuolo di fondazione prevista dalla normativa vigente.**

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

TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI DEI TERRENI SOTTOSUOLO									
PROFONDITA' (m)		DESCRIZIONE LITOLOGIA	Peso di volume naturale	Peso di volume saturo	Angolo di attrito	Coesione	Coesione non drenata	Modulo Edometrico	Coefficiente di Poisson
Da (m)	a (m)		KN/m <sup>3</sup>	KN/m <sup>3</sup>	(°)	KN/m <sup>2</sup>	KN/m <sup>2</sup>	KN/m <sup>2</sup>	( $\mu$ )
0,00	1,50	TERRENO VEGETALE CIRCA 1,50 METRI.	16,0	16,9	12	0,00	0,00	15000	0,15
1,50	7,50	SABBIA CON LIMO DI COLORAZIONE GIALLASTRO CON LIVELLI ARGILLOSI	18,67	19,07	27,1	19,00	50,00	35000	0,21
7,50	20,00	ALTERNANZA DI ARGILLE LIMOSE E MARNE DI COLORE VARIABILE DAL GRIGIO AZZURRO AL GRIGIO VERDASTRO. SI RISCONTRA LA PRESENZA DI LIVELLI LITOIDI DI NATURA CALCARENITICA BIANCASTRI (SPESORE 10 - 30 cm) E LIVELLI MARNOSI VERDASTRI. TALI LIVELLI AUMENTANO CON LA PROFONDITÀ. (FALDA EPISUPERFICIALE A CARATTERE STAGIONALE PRESENTE ALLA QUOTA DI -7,50 m)	20,1		22,8	47,30	127,00	125000	0,31

S. Giorgio del Sannio li, 16 Giugno 2017

Rif. Arch.: Verbale di accettazione n° T0509/17 del 08 maggio 2017

**RICHIEDENTE:** dott. geol. MASTANTUONO FULVIO (titolare ditta Geo Anna)

**CANTIERE :** REALIZZAZIONE STAZIONE ELETTRICA "TERNA"  
Loc. c/da Cuffiano MORCONE (BN)

**COMMITTENTE:** COGEIN SRL

**IMPRESA ESECUTRICE DEI PRELIEVI:** GEO ANNA

**OGGETTO:** PROVE DI LABORATORIO GEOTECNICO SU N° 2 CAMPIONI

**PROVE ESEGUITE:**

a) CAMPIONE S1 C1

- DETERMINAZIONE PROPRIETA' INDICE certif. n° 0257T/17
- ANALISI GRANULOMETRICA certif. n° 0258T/17
- PROVA DI TAGLIO DIRETTO certif. n° 0259T/17

b) CAMPIONE S1 C2

- DETERMINAZIONE PROPRIETA' INDICE certif. n° 0260/17
- ANALISI GRANULOMETRICA certif. n° 0261T/17
- PROVA DI TAGLIO DIRETTO certif. n° 0262T/17

Lo Sperimentatore  
(Dott. geol. Vito Carbone)



IL Direttore del Laboratorio  
(Dott. ing. Michele Larocca)

verb. accett. n° T0509/17

Dati Progetto - Dati Prelievo - Identificazione Visiva - Prove Eseguite

Richiedente: dott. geol. Fulvio Mastantuono - titolare ditta incaricata prelievi GEOANNA  
Cantiere: Realizzazione stazione elettrica "Terna" - loc. c/da Cuffiano MORCONE (BN)  
Committente: COGEIN SRL

Prelievo n.	S1	Data Inizio Sondaggio	---	Profondità Sondaggio, m	---
Campione n.	C1	Data Prelievo Campione	28/03/2017	Profondità Campione, m	2,00

Sondaggio a rotazione		Sondaggio a Percussione		Campionatore Manuale	
Campione Indisturbato	X	Campione Semidisturbato		Campione Rimaneggiato	
Fustella, L e $\phi$ mm		Campione, L e $\phi$ , mm		Contenitore del Campione:	INOX FERRO PVC

Condizioni del materiale estruso dal campionatore:

Buone	X	Mediocre		Paraffinato	
Rammollito		Strati Piegati		Cattive	
				Rimaneggiato	

IDENTIFICAZIONE VISIVA (ASTM D2488/75)

Data Apertura Campione: 23/05/2017  
Grana: Fine  
Consistenza: ---  
Grado di Plasticità: ----  
Struttura: detritica  
Colore: light yellowish brown 2,5Y 6/3 (tav. Munsell)  
Denominazione: Sabbia con limo e argilla (AGI)  
Note: ----

PROVE ESEGUITE

DESCRIZIONE VISIVA	X
DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI	X
DETERMINAZIONE DEI LIMITI ED INDICI DI CONSISTENZA	
ANALISI GRANULOMETRICA CON VAGLI ASTM E DENSITOMETRIA	
ANALISI GRANULOMETRICA PER VIA UMIDA CON SOLI VAGLI ASTM	X
PROVA DI TAGLIO DIRETTO, CONSOLIDATA-DRENATA	X
PROVA DI TAGLIO RESIDUO	
PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA con sette fasi di carico	
PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA (ELL)	
PROVA TRIASSIALE (CD - CU - UU)	
PROVA DI PERMEABILITA' CON CELLA EDOMETRICA	

lo Sperimentatore  
(dott. geol. Vito Carbone)

il Direttore del Laboratorio  
(dott. ing. Michele Larocca)

verb. accett. n° T0509/17

certificato n° 0257T/17 del 16/06/2017

pag. 1 di 1

DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI

data prova: 24/05/2017

Contenuto d'Acqua  
(ASTM D2216/80)

NATURALE

VALORI  
MEDI

Contenitore, n.  
Peso del contenitore, g  
Peso lordo campione umido, g  
Peso lordo campione secco, g  
Peso netto campione umido, g  
Peso netto campione secco, g  
Peso dell'acqua, g  
CONTENUTO D'ACQUA NATURALE (W<sub>n</sub>), %

16	8	6
18,48	21,53	21,20
97,13	106,39	104,41
82,80	90,03	88,33
78,65	84,86	83,21
64,32	68,50	67,13
14,33	16,36	16,08
22,28%	23,88%	23,95%

23,37%

Peso di Volume

Determinazione, n.  
Peso Volumometro, g  
Capacità Volumometro, cc  
Peso Volumometro + Terra Umida, g  
PESO di VOLUME NATURALE (γ<sub>n</sub>), kN/mc  
PESO di VOLUME SECCO (γ<sub>d</sub>), kN/mc

1	2	3
65,48	65,48	65,48
72,00	72,00	72,00
201,25	198,11	200,41
18,86	18,42	18,74
15,28	14,93	15,19

18,67  
15,14

Peso Specifico dei Grani (G<sub>s</sub>)  
(ASTM D854/79)

Passante al Vaglio # 10

Determinazione, n.  
Peso Picnometro Vuoto, g  
Peso Picnometro + Campione Secco, g  
Peso Picnometro + Campione + H<sub>2</sub>O a T di prova, g  
Temperatura Pesate, °C  
Peso Picnometro + H<sub>2</sub>O a T di prova, g  
Fattore di Correzione, k  
PESO SPECIFICO dei GRANI (G<sub>s</sub>) a 20°C, kN/mc

1	2
144,19	144,20
219,10	205,91
491,33	483,89
20,0	20,0
446,71	446,71
1,00	1,00
24,72	25,15

24,93

Grandezze Indici

INDICE dei VUOTI (e°)  
POROSITÀ (n), %  
GRADO di SATURAZIONE (Sr), %  
PESO di VOLUME SATURO (γ<sub>sat</sub>), kN/mc

0,65  
39,31  
90,0%  
19,07

lo Sperimentatore  
(dott. geol. Vito Carbone)

il Direttore del Laboratorio  
(dott. ing. Michele Larecca)

verb. accett. n° T0509/17

certificato n° 0258T/17 del 16/06/2017

pag. 1 di 1

data di prova : 05/06/2017

ANALISI GRANULOMETRICA DI UNA TERRA PER SETACCIATURA (ASTM D2217)

LAVAGGIO CAMPIONE

Contenitore	Contenitore	Contenitore + Campione Secco	Campione Secco	Contenitore + Campione Lavato Secco	Perdita Lavaggio	Riscontro
n.	g	g	g	g	g	
P	80,65	619,67	539,02	370,10	249,57	0,00

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA

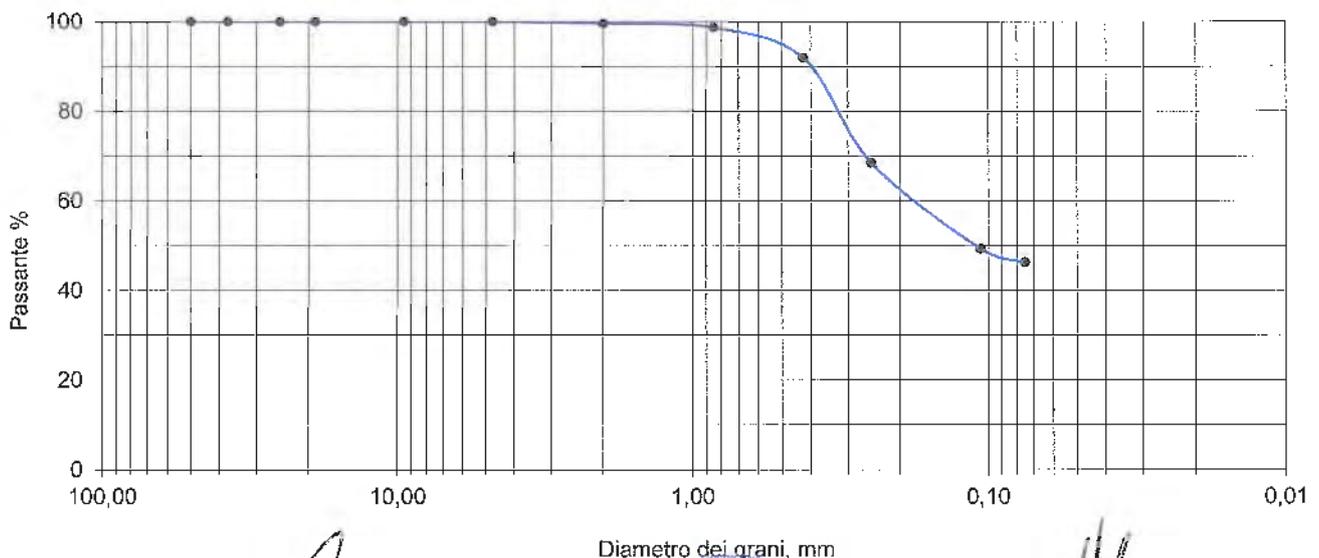
Vagli ASTM Φ in mm	GHIAIA						
	2"	1+1/2"	1"	3/4"	3/8"	# 4	# 10
Ritenuto, g	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,33
% Ritenuto	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43
Ritenuto cumul. %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43
% Passante	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,57

Vagli ASTM Φ in mm	SABBIA					LIMO e ARGILLA	TOTALE
	# 20	# 40	# 60	# 140	# 200	FONDO	
Ritenuto, g	4,79	36,41	126,04	103,77	16,11	249,57	539,02
% Ritenuto	0,89	6,75	23,38	19,25	2,99	46,30	100,00
Ritenuto %	1,32	8,08	31,46	50,71	53,70	100,00	
% Passante	98,68	91,92	68,54	49,29	46,30		

RISULTATI E DEFINIZIONE (AGI)

% in peso	GHIAIE			SABBIE		LIMO, ARGILLE e COLLOIDI	% TOTALE
	Grosse	Medie	Fini	Grosse	Fini		
% TOTALE	0,00	0,00	0,43	7,64	45,62	46,30	100,00

Curva Granulometrica



PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA

Effettuato secondo Norma ASTM D 3080

RAPPORTO DI PROVA - SOMMARIO

Cantiere	Realizzazione stazione Elettrica "TERNA" - loc. c/da Cuffiano MORCONE (BN)		
Progetto	accett. N° T0509/17		
Numero Sondaggio	S1	Tipo provino	Indisturbato
Descrizione provino	certif. N° 0259T/17 del 16/06/2017		
Peso specifico dei grani	24.93 (Misurato)	Provini sottoposti a prova immerso	
Tipo macchina di taglio	Macchina di Taglio con Geodatalog		

CONDIZIONI INIZIALI	PROVINO 1	PROVINO 2	PROVINO 3
Numero Campione	1	1	1
Profondità di prelievo (m)	2.00	2.00	2.00
Altezza (mm)	20.0	20.0	20.0
Larghezza (mm)	60.0	60.0	60.0
Sezione (mm <sup>2</sup> )	3600.0	3600.0	3600.0
Umidità (misura diretta) (%)			
Umidità (trimming) (%)	22	24	24
Densità secca (g)			
Densità umida (kN/m <sup>3</sup> )	18.67	18.60	18.71
Densità secca (kN/m <sup>3</sup> )			
Indice dei vuoti			
Grado di saturazione (%)			

FASE DI TAGLIO	PROVINO 1	PROVINO 2	PROVINO 3
Velocità fase di taglio (mm/min)	0.012885	0.012247	0.012068
<b>Condizioni a rottura (Resistenza al taglio massima)</b>			
Pressione verticale (kPa)	99	200	300
Tensione di taglio (kPa)	68	125	171
Spostamento orizzontale (mm)	4.04	5.37	5.54
Def. verticale (mm)	0.567	0.643	0.819

CONDIZIONI FINALI	PROVINO 1	PROVINO 2	PROVINO 3
Contenuto d'acqua (%)			
Densità umida (kN/m <sup>3</sup> )	0.00	0.00	0.00
Densità secca (kN/m <sup>3</sup> )			

Coesione (kPa)	19.0
Angolo di resistenza al taglio (°)	27.1

Commenti / variazioni delle procedure:

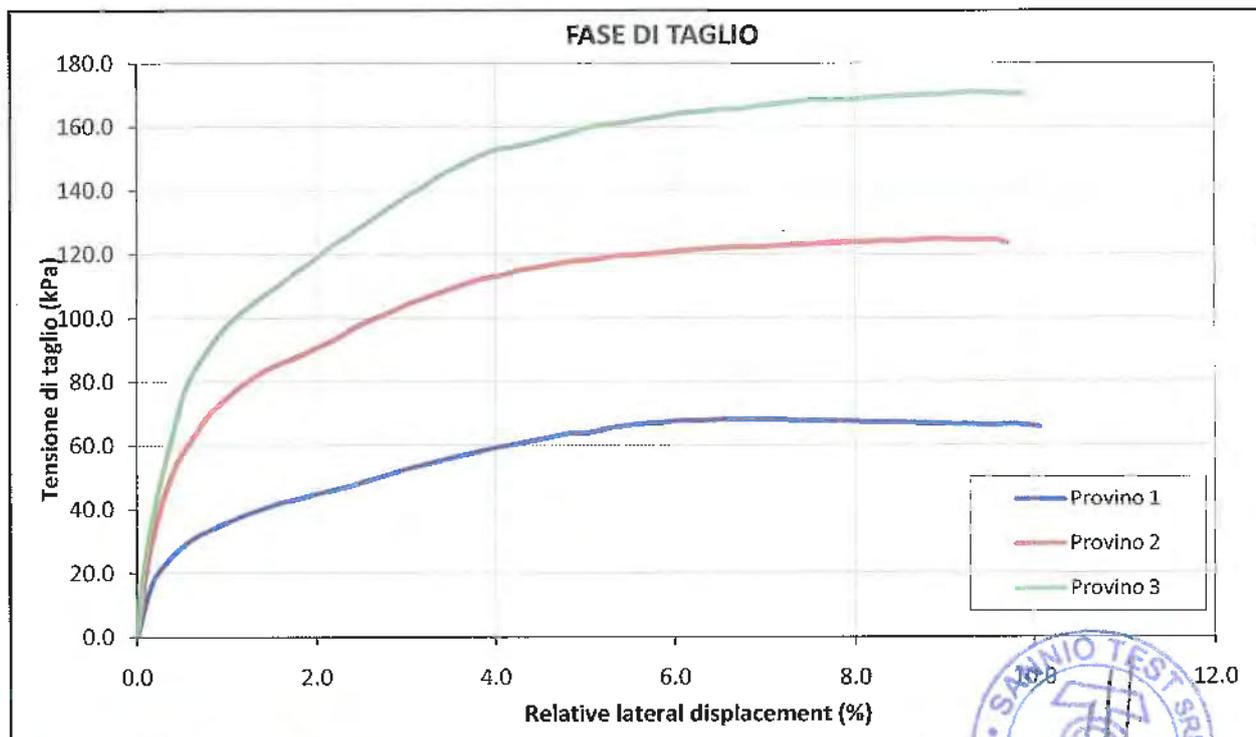
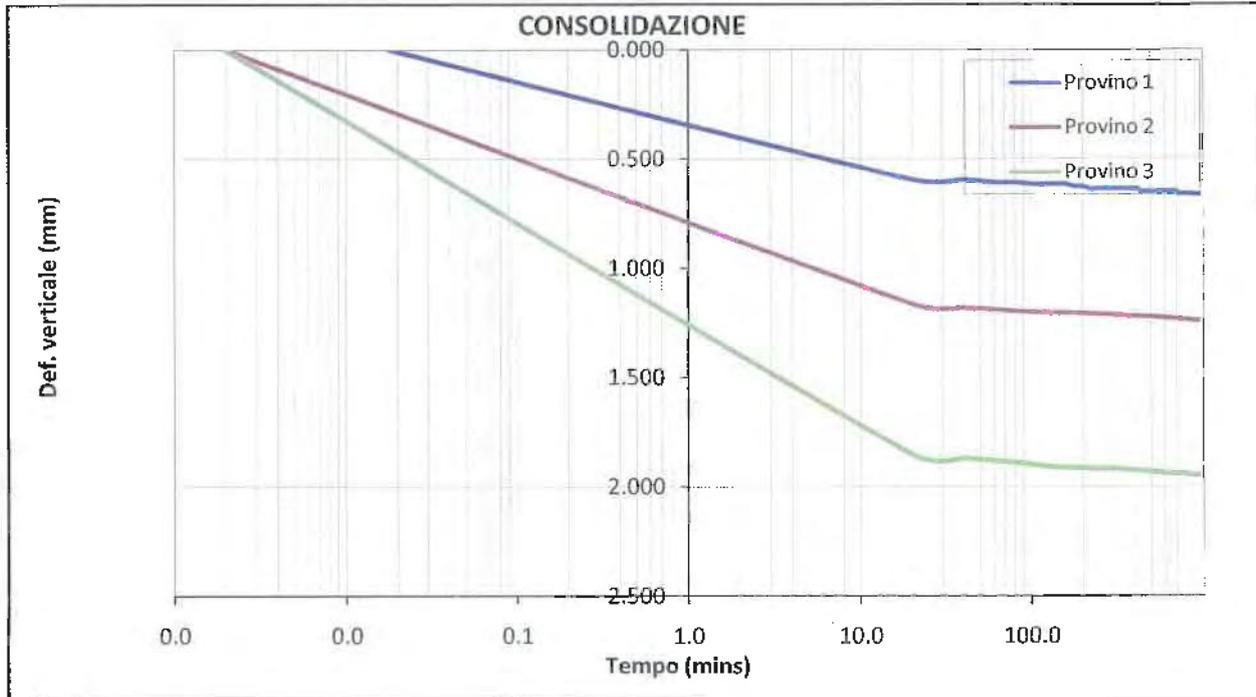


PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA

Effettuato secondo Norma ASTM D 3080

RAPPORTO DI PROVA

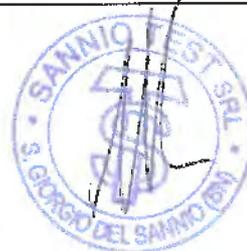
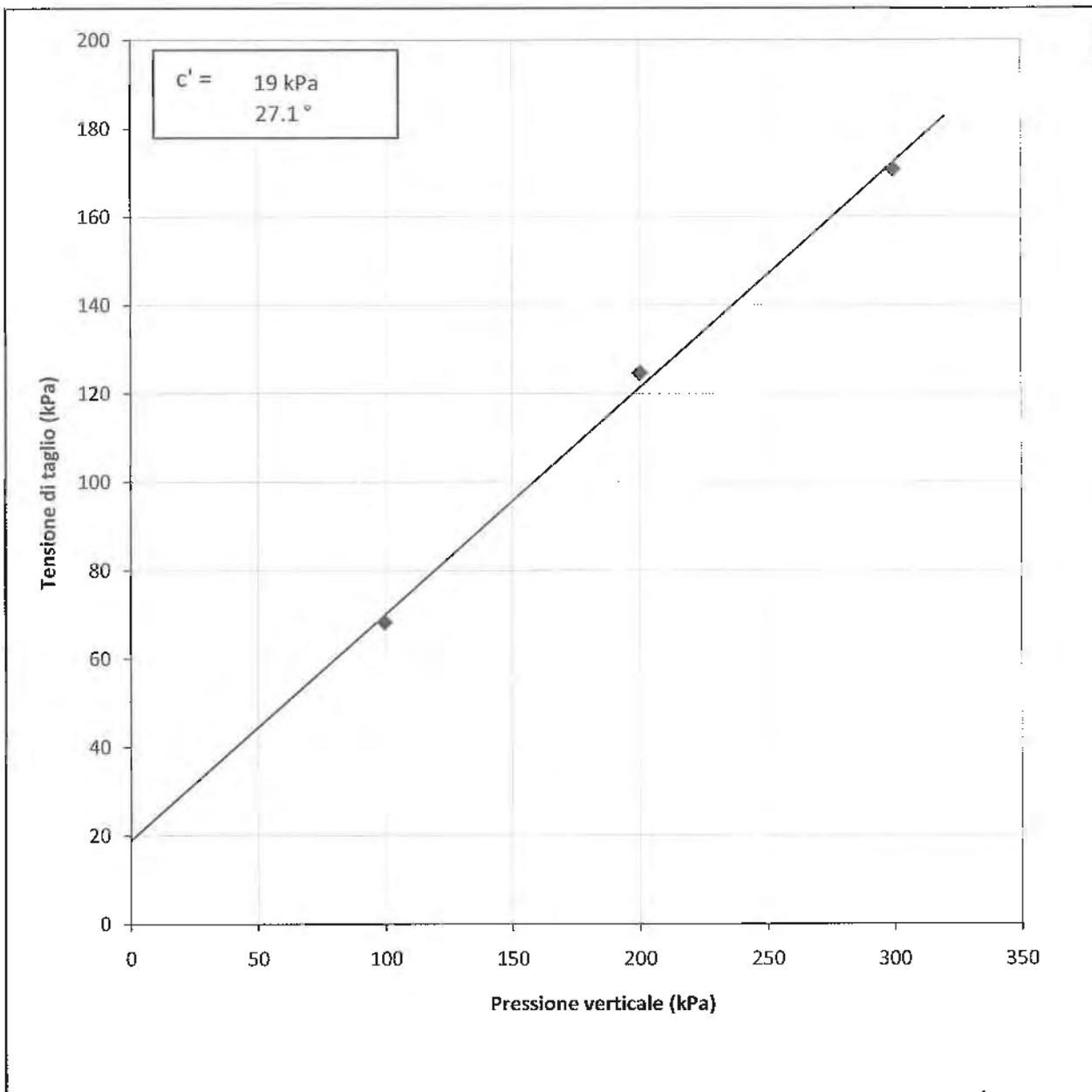
Cantiere	Realizzazione stazione Elettrica "TERNA" - loc. c/da Cuffiano MORCONE (BN)		
Progetto	accett. N° T0509/17	Numero Campione	1, 1, 1
Numero Sondaggio	S1	Profondità di prelievo (m)	2,00, 2,00, 2,00



LABORATORIO TECNOLOGICO SPERIMENTALE PER PROVE SUI MATERIALI DA COSTRUZIONE  
 AUTORIZZATO CON D.M. n. 7730 del 02.08.12 - D.P.R. n° 380/2011 - art. 59 Circolare 7618/STC 2010

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA**  
 Effettuato secondo Norma ASTM D 3080  
**RAPPORTO DI PROVA**

Cantiere	Realizzazione stazione Elettrica "TERNA" - loc. c/da Cuffiano MORCONE (BN)		
Progetto	accett. N° T0509/17	Numero Campione	1, 1, 1
Numero Sondaggio	S1	Profondità di prelievo (m)	2.00, 2.00, 2.00



verb. accett. n° T0509/17

Dati Progetto - Dati Prelievo - Identificazione Visiva - Prove Eseguite

Richiedente: dott. geol. Fulvio Mastantuono - titolare ditta incaricata prelievi GEOANNA  
Cantiere: Realizzazione stazione elettrica "Terna" - loc. c/da Cuffiano MORCONE (BN)  
Committente: COGEIN SRL

Prelievo n.	<b>S1</b>	Data Inizio Sondaggio	---	Profondità Sondaggio, m	---
Campione n.	<b>C2</b>	Data Prelievo Campione	28/03/2017	Profondità Campione, m	10,00

Sondaggio a rotazione		Sondaggio a Percussione		Campionatore Manuale	
Campione Indisturbato	<b>X</b>	Campione Semidisturbato		Campione Rimaneggiato	
Fustella, L e φ mm		Campione, L e φ, mm		Contenitore del Campione:	INOX FERRO PVC

Condizioni del materiale estruso dal campionatore:			Paraffinato		
Buone	<b>X</b>	Mediocri		Cattive	
Rammollito		Strati Piegati		Rimaneggiato	

IDENTIFICAZIONE VISIVA (ASTM D2488/75)

Data Apertura Campione: 29/05/2017  
Grana: Fine  
Consistenza: ---  
Grado di Plasticità: -----  
Struttura: detritica  
Colore: greewish gray GLEY 1 6/1 (tav. Munsell)  
Denominazione: limo e argilla sabbiosa (AGI)  
Note: -----

PROVE ESEGUITE

DESCRIZIONE VISIVA	<b>X</b>
DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI	<b>X</b>
DETERMINAZIONE DEI LIMITI ED INDICI DI CONSISTENZA	
ANALISI GRANULOMETRICA CON VAGLI ASTM E DENSITOMETRIA	
ANALISI GRANULOMETRICA PER VIA UMIDA CON SOLI VAGLI ASTM	<b>X</b>
PROVA DI TAGLIO DIRETTO, CONSOLIDATA-DRENATA	<b>X</b>
PROVA DI TAGLIO RESIDUO	
PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA con sette fasi di carico	
PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA (ELL)	
PROVA TRIASSIALE (CD - CU - UU)	
PROVA DI PERMEABILITA' CON CELLA EDOMETRICA	

lo Sperimentatore  
(dott. geol. Vito Carbone)

il Direttore del Laboratorio  
(dott. ing. Michele Larocca)

verb. accett. n° T0509/17

certificato n° 0260T/17 del 16/06/2017

pag. 1 di 1

DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI

data prova: 30/05/2017

Contenuto d'Acqua  
(ASTM D2216/80)

NATURALE

VALORI  
MEDI

Contenitore, n.  
Peso del contenitore, g  
Peso lordo campione umido, g  
Peso lordo campione secco, g  
Peso netto campione umido, g  
Peso netto campione secco, g  
Peso dell'acqua, g  
CONTENUTO D'ACQUA NATURALE (W<sub>n</sub>), %

4	9	2
20,37	20,38	20,30
86,69	97,95	87,47
79,88	89,81	80,52
66,32	77,57	67,17
59,51	69,43	60,22
6,81	8,14	6,95
11,44%	11,72%	11,54%

11,57%

Peso di Volume

Determinazione, n.  
Peso Volumetro, g  
Capacità Volumetro, cc  
Peso Volumetro + Terra Umida, g  
PESO di VOLUME NATURALE (γ<sub>n</sub>), kN/mc  
PESO di VOLUME SECCO (γ<sub>d</sub>), kN/mc

1	2	3
65,47	65,47	65,47
72,00	72,00	72,00
216,03	216,78	216,47
20,91	21,02	20,97
18,74	18,84	18,80

20,97

18,79

Peso Specifico dei Grani (G<sub>s</sub>)  
(ASTM D854/79)

Passante al Vaglio # 10

Determinazione, n.  
Peso Picnometro Vuoto, g  
Peso Picnometro + Campione Secco, g  
Peso Picnometro + Campione + H<sub>2</sub>O a T di prova, g  
Temperatura Pesate, °C  
Peso Picnometro + H<sub>2</sub>O a T di prova, g  
Fattore di Correzione, k  
PESO SPECIFICO dei GRANI (G<sub>s</sub>) a 20°C, kN/mc

1	2
144,17	114,17
213,45	220,42
489,11	511,67
20,0	20,0
446,41	446,41
1,00	1,00
26,05	25,91

SONDAGGIO S1 CAMPIONE C2

25,98

Grandezze Indici

INDICE dei VUOTI (e°)  
POROSITÀ' (n), %  
GRADO di SATURAZIONE (S<sub>r</sub>), %  
PESO di VOLUME SATURO (γ<sub>sat</sub>), kN/mc

0,38

27,69

78,6%

21,56

lo Sperimentatore  
(dott. geol. Vito Carbone)

il Direttore del Laboratorio  
(dott. ing. Michele Larocca)

verb. accett. n° T0509/17

certificato n° 0261T/17 del 16/06/2017

pag. 1 di 1

data di prova : 05/06/2017

ANALISI GRANULOMETRICA DI UNA TERRA PER SETACCIATURA (ASTM D2217)

LAVAGGIO CAMPIONE

Contenitore	Contenitore	Contenitore + Campione Secco	Campione Secco	Contenitore + Campione Lavato Secco	Perdita Lavaggio	Riscontro
n.	g	g	g	g	g	
Z	85,29	665,29	580,00	198,73	466,56	0,00

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA

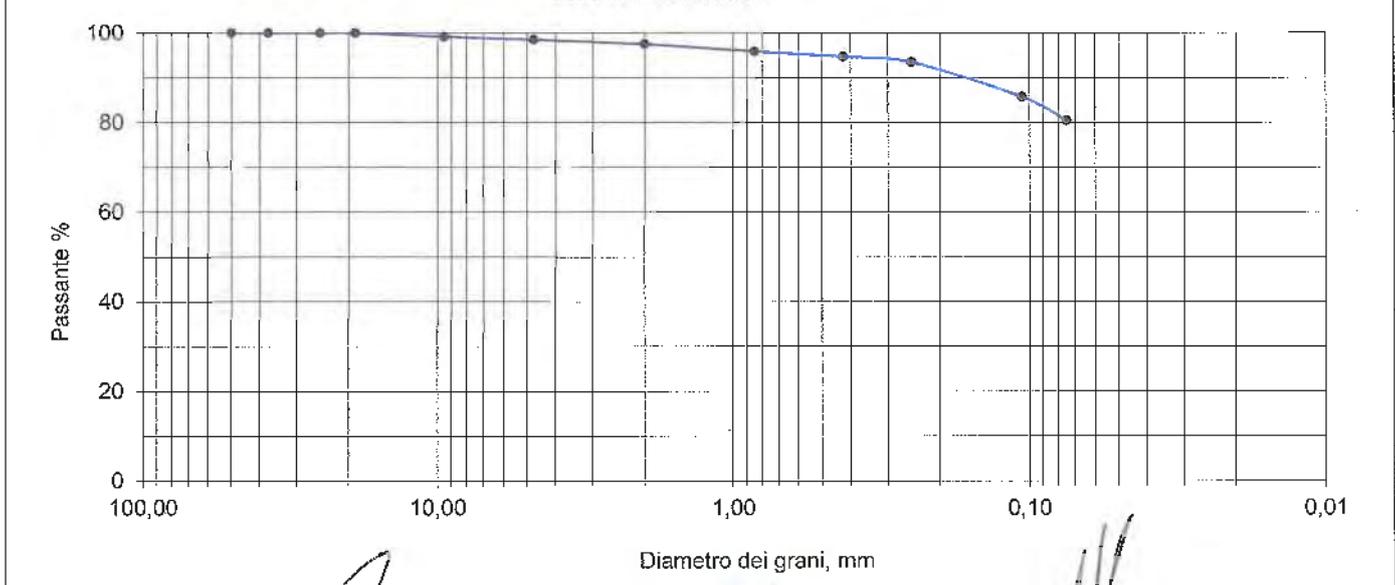
Vagli ASTM Φ in mm	GHIAIA						
	2"	1+1/2"	1"	3/4"	3/8"	# 4	# 10
Ritenuto, g	0,00	0,00	0,00	0,00	4,96	3,82	5,93
% Ritenuto	0,00	0,00	0,00	0,00	0,86	0,66	1,02
Ritenuto cumul. %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,86	1,51	2,54
% Passante	100,00	100,00	100,00	100,00	99,14	98,49	97,46

Vagli ASTM Φ in mm	SABBIA					LIMO e ARGILLA	TOTALE
	# 20	# 40	# 60	#140	# 200	FONDO	
Ritenuto, g	9,16	6,69	7,24	44,86	30,78	466,56	580,00
% Ritenuto	1,58	1,15	1,25	7,73	5,31	80,44	100,00
Ritenuto %	4,12	5,27	6,52	14,25	19,56	100,00	
% Passante	95,88	94,73	93,48	85,75	80,44		

RISULTATI E DEFINIZIONE (AGI)

% in peso	GHIAIE			SABBIE		LIMO, ARGILLE e COLLOIDI	% TOTALE
	Grosse	Medie	Fini	Grosse	Fini		
% in peso	0,00	0,86	1,68	2,73	14,29		
% TOTALE			2,54		17,02	80,44	100,00

Curva Granulometrica



lo Sperimentatore  
(dott. geol. Vito Carbone)

il Direttore del Laboratorio  
(dott. ing. Michele Larocca)



PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA

Effettuato secondo Norma ASTM D 3080

RAPPORTO DI PROVA - SOMMARIO

Cantiere	Realizzazione stazione Elettrica "TERNA" - loc. c/da Cuffiano MORCONE (BN)		
Progetto	accett. N° T0509/17		
Numero Sondaggio	51	Tipo provino	Indisturbato
Descrizione provino	certif. N° 0262T/17 del 16/06/2017		
Peso specifico dei grani	25.98 (Misurato)	Provini sottoposti a prova immerso	
Tipo macchina di taglio	Macchina di Taglio con Geodatalog		

CONDIZIONI INIZIALI	PROVINO 1	PROVINO 2	PROVINO 3
Numero Campione	2	2	2
Profondità di prelievo (m)	10.00	10.00	10.00
Altezza (mm)	20.0	20.0	20.0
Larghezza (mm)	60.0	60.0	60.0
Sezione (mm <sup>2</sup> )	3600.0	3600.0	3600.0
Umidità (misura diretta) (%)			
Umidità (trimming) (%)	11	12	12
Densità secca (g)			
Densità umida (kN/m <sup>3</sup> )	21.01	20.90	21.01
Densità secca (kN/m <sup>3</sup> )			
Indice dei vuoti			
Grado di saturazione (%)			

FASE DI TAGLIO	PROVINO 1	PROVINO 2	PROVINO 3
Velocità fase di taglio (mm/min)	0.012577	0.011936	0.011958
<b>Condizioni a rottura (Resistenza al taglio massima)</b>			
Pressione verticale (kPa)	99	200	300
Tensione di taglio (kPa)	93	124	177
Spostamento orizzontale (mm)	1.46	3.41	3.41
Def. verticale (mm)	0.055	0.657	0.647

CONDIZIONI FINALI	PROVINO 1	PROVINO 2	PROVINO 3
Contenuto d'acqua (%)			
Densità umida (kN/m <sup>3</sup> )	0.00	0.00	0.00
Densità secca (kN/m <sup>3</sup> )			

Coesione (kPa)	47.3
Angolo di resistenza al taglio (°)	22.8

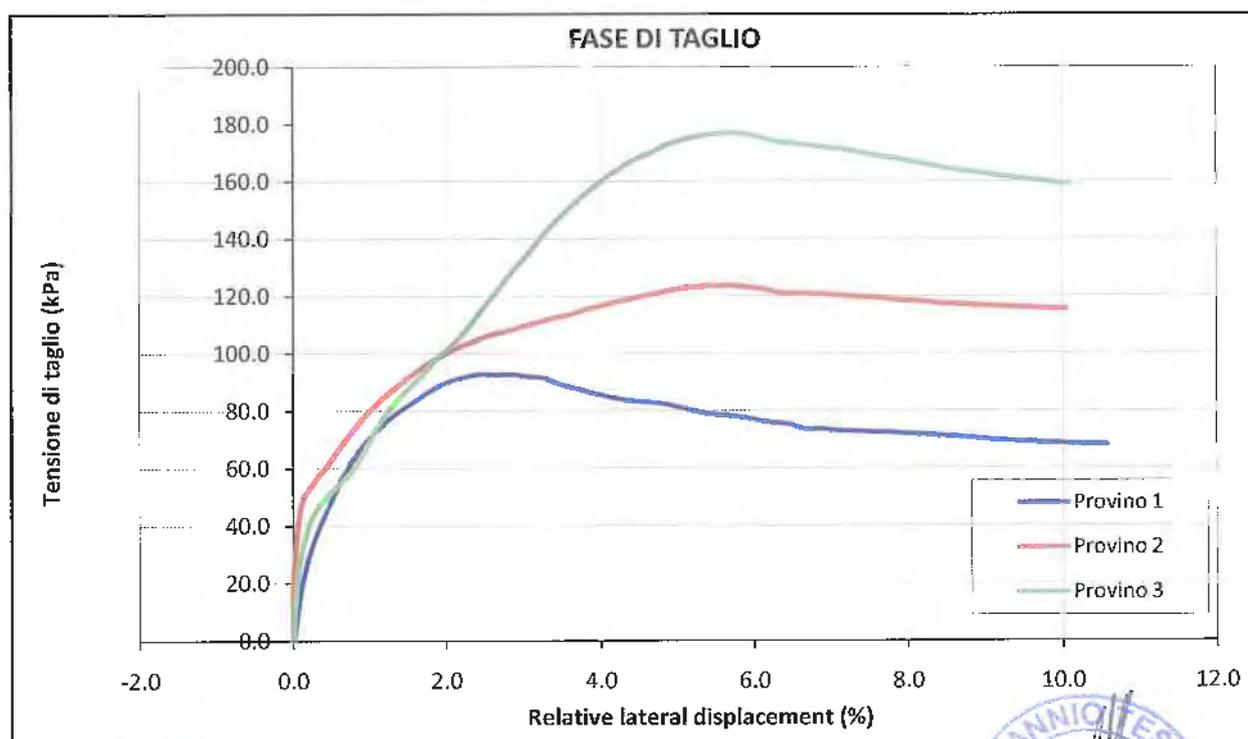
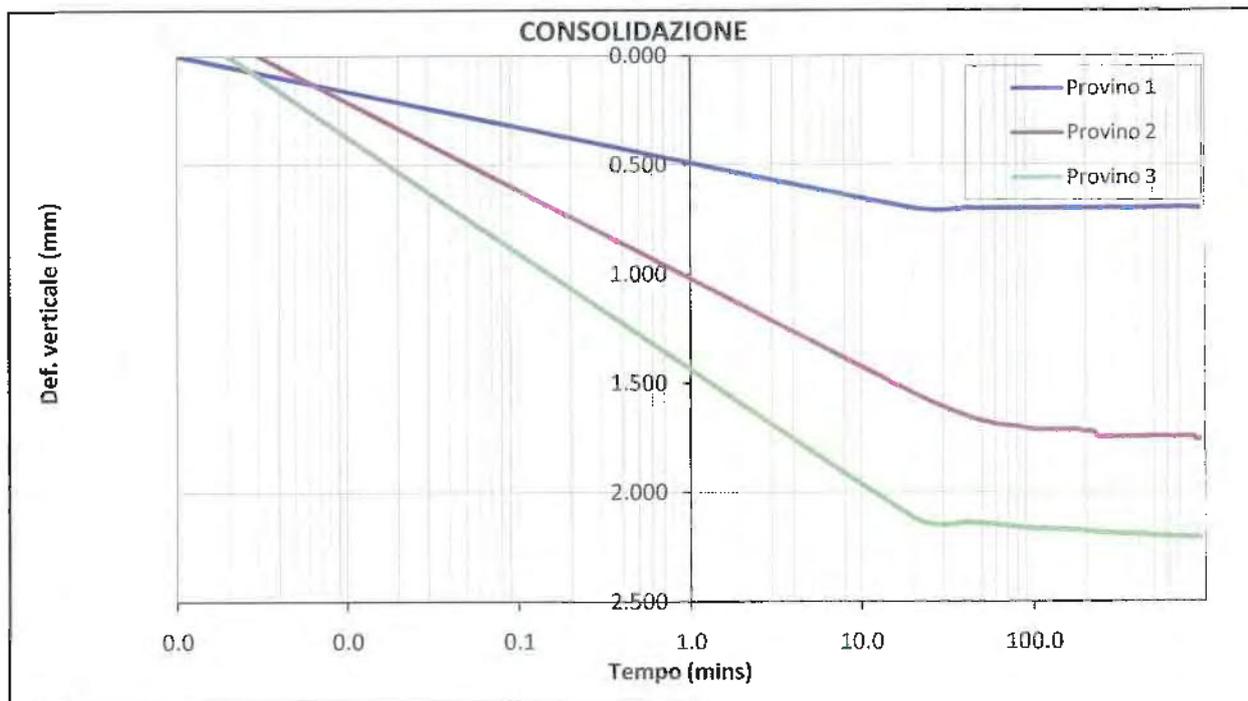
Commenti / variazioni delle procedure:

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA

Effettuato secondo Norma ASTM D 3080

RAPPORTO DI PROVA

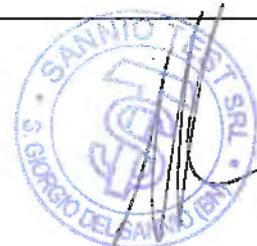
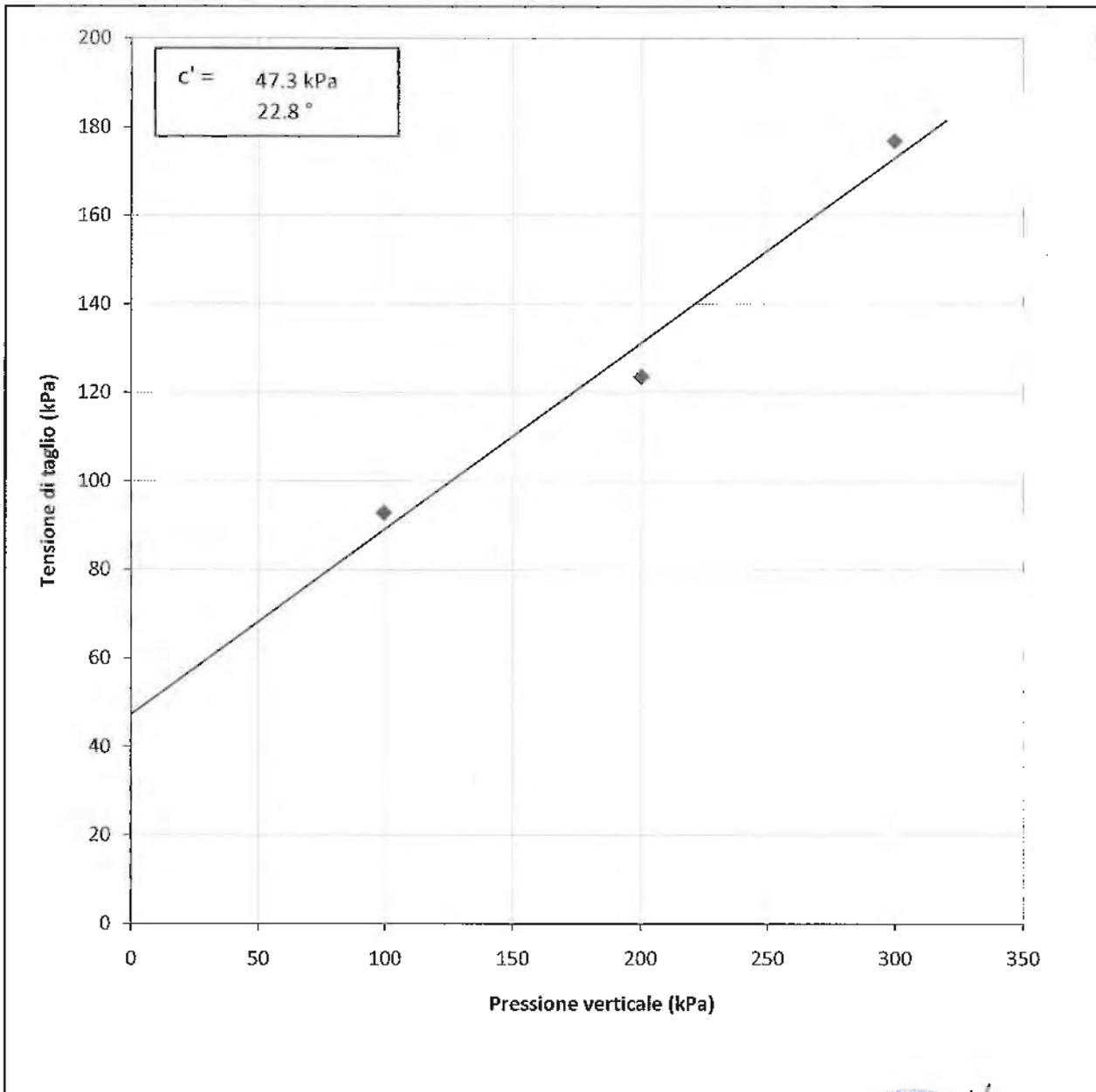
Cantiere	Realizzazione stazione Elettrica "TERNA" - loc. c/da Cuffiano MORCONE (BN)		
Progetto	accett. N° T0509/17	Numero Campione	2, 2, 2
Numero Sondaggio	S1	Profondità di prelievo (m)	10.00, 10.00, 10.00



LABORATORIO TECNOLOGICO SPERIMENTALE PER PROVE SUI MATERIALI DA COSTRUZIONE  
AUTORIZZATO CON D.M. n. 7730 del 02.08.12 - D.P.R. n° 380/2011 - art. 59 Circolare 7618/STC 2010

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA  
Effettuato secondo Norma ASTM D 3080  
RAPPORTO DI PROVA

Cantiere	Realizzazione stazione Elettrica "TERNA" - loc. c/da Cuffiano MORCONE (BN)		
Progetto	accett. N° T0509/17	Numero Campione	2, 2, 2
Numero Sondaggio	S1	Profondità di prelievo (n°)	10.00, 10.00, 10.00



## 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 a due prove sismiche in array lineare del tipo MASW eseguite nell'area in esame ma per un'altra opera.

Nelle prospezioni sismiche per le quali si utilizzano le onde di tipo **P**, la maggior parte dell'energia sismica totale generata si propaga come onde superficiali di tipo **Rayleigh**.

Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente in frequenza di queste onde è caratterizzata da una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) e quindi da una diversa lunghezza d'onda.

Questa proprietà si chiama *dispersione*.

Sebbene le onde superficiali siano considerate rumore per le indagini sismiche che utilizzano le onde di volume (riflessione e rifrazione), la loro proprietà dispersiva può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali.

La costruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio (**Vs**), ottenuto dall'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di **Rayleigh** è una delle pratiche più comuni per utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali.

Per ottenere un profilo verticale di velocità **Vs** bisogna produrre un treno d'onde superficiali a banda larga e registrarlo minimizzando il rumore.

Una molteplicità di tecniche diverse sono state utilizzate nel tempo per ricavare la curva di *dispersione*, ciascuna con i suoi vantaggi e svantaggi.

La configurazione base di campo e la routine di acquisizione per la procedura MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) sono generalmente le stesse utilizzate in una convenzionale indagine a rifrazione.

La tecnica MASW può essere efficace anche con solo dodici canali di registrazione collegati a geofoni verticali a bassa frequenza (4.5 Hz).

Le componenti a bassa frequenza (lunghezze d'onda maggiori), sono caratterizzate da forte energia e grande capacità di penetrazione, mentre le componenti ad alta frequenza (lunghezze d'onda corte), hanno meno energia e una penetrazione superficiale.

Grazie a queste proprietà, una metodologia che utilizzi le onde superficiali può fornire informazioni sulle variazioni delle proprietà elastiche dei materiali prossimi alla superficie al variare della profondità.

La velocità delle onde **S** (**V<sub>s</sub>**) è il fattore dominante che governa le caratteristiche della dispersione.

La procedura MASW può sintetizzarsi in tre stadi distinti:

- acquisizione dei dati sperimentali;
- estrazione della curva di dispersione;
- inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle **V<sub>s</sub>** (profilo 1-D), che descrive la variazione di **V<sub>s</sub>** con la profondità.

L'elaborazione del MASW con software specifico ha consentito di determinare il profilo verticale delle velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio e la frequenza caratteristica del sito.

La classificazione dei terreni è stata svolta sulla base del valore della **V<sub>seq</sub>** (definita dalla relazione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

eq. (3.2.1)

con

**h<sub>i</sub>** = spessore dello strato *i*-esimo

**V<sub>s,i</sub>** = velocità delle onde di taglio nell'*i*-esimo strato

**N** = numero di strati

**H** = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da **V<sub>s</sub>** non inferiore a 800 m/sec

Lo strumento adoperato per l'indagine in oggetto è il DOREMI, prodotto dalla "Sara Electronic Instruments" di Perugia; si tratta di un sismografo a trasmissione digitale del segnale, concepito per garantire la massima flessibilità di utilizzo in tutte le indagini geofisiche ed è costituito da unità miniaturizzate e indipendenti che distribuiscono l'elettronica lungo tutto lo stendimento.

È uno strumento adatto ai seguenti tipi di indagine: rifrazione; rifrazione e Microtremori (ReMi); M.A.S.W.; S.A.S.W.; riflessione; down-hole, crosshole; up-hole.

L'architettura innovativa del sismografo DoReMi offre una eccezionale silenziosità ed immunità ai rumori raggiungendo una dinamica totale di 155dB la quale permette, ad esempio in una indagine per rifrazione, il superamento dei 70 metri energizzando con una mazza da un solo Kg.

I geofoni adoperati sono i geofoni Geospace GS11D 4.5Hz 4kΩ.

Nel caso specifico in esame, l'acquisizione è stata eseguita posizionando 15 geofoni da 4.5 Hz lungo un profilo lineare con le seguenti caratteristiche:

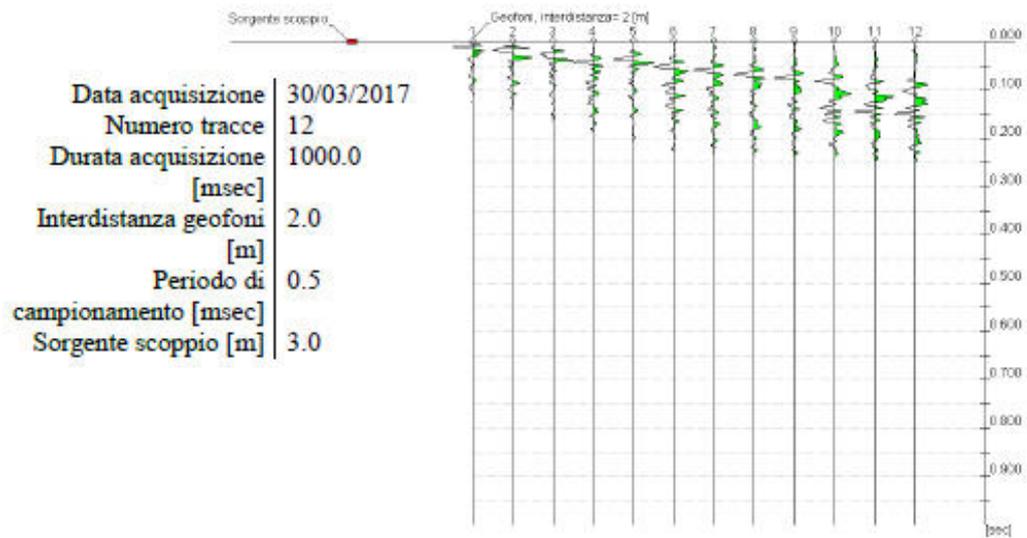
- distanza intergeofonica: 2.0 m;
- offset sorgente: 5.0 m;
- durata acquisizione: 1000 ms;
- intervallo di campionamento: 2.0 ms.

Per le analisi dei dati acquisiti si è adottato il software **WinMASW 2018 Academy della Eliosoft**.

I dati *MASW* sono stati elaborati (determinazione spettro di velocità, identificazione curve di dispersione, inversione/modellazione di queste ultime) per ricostruire il profilo verticale della velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ).

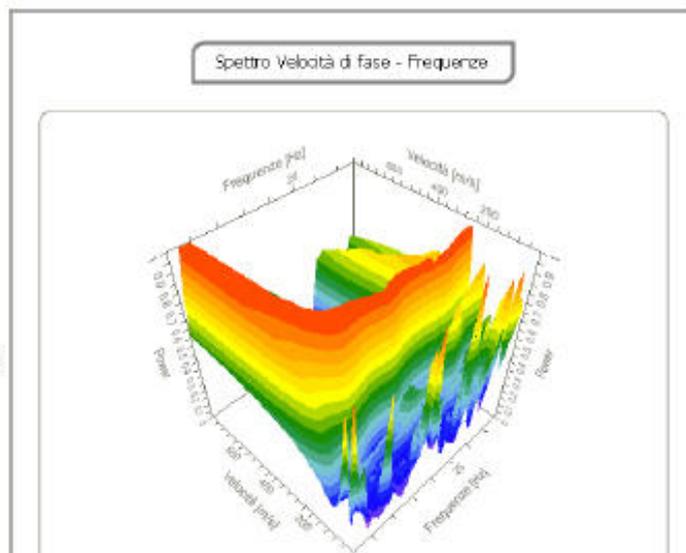
## ELABORAZIONE DATASET D1

### Tracce



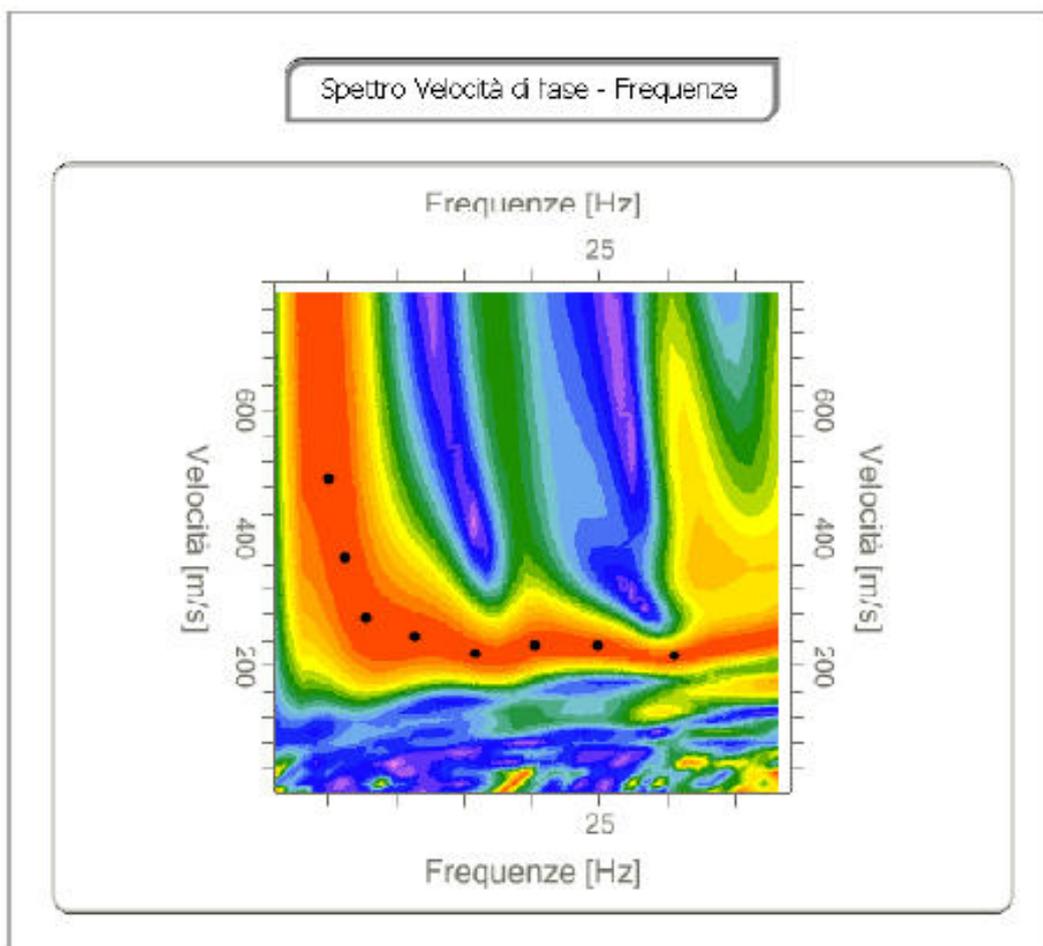
### Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	40
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità	1



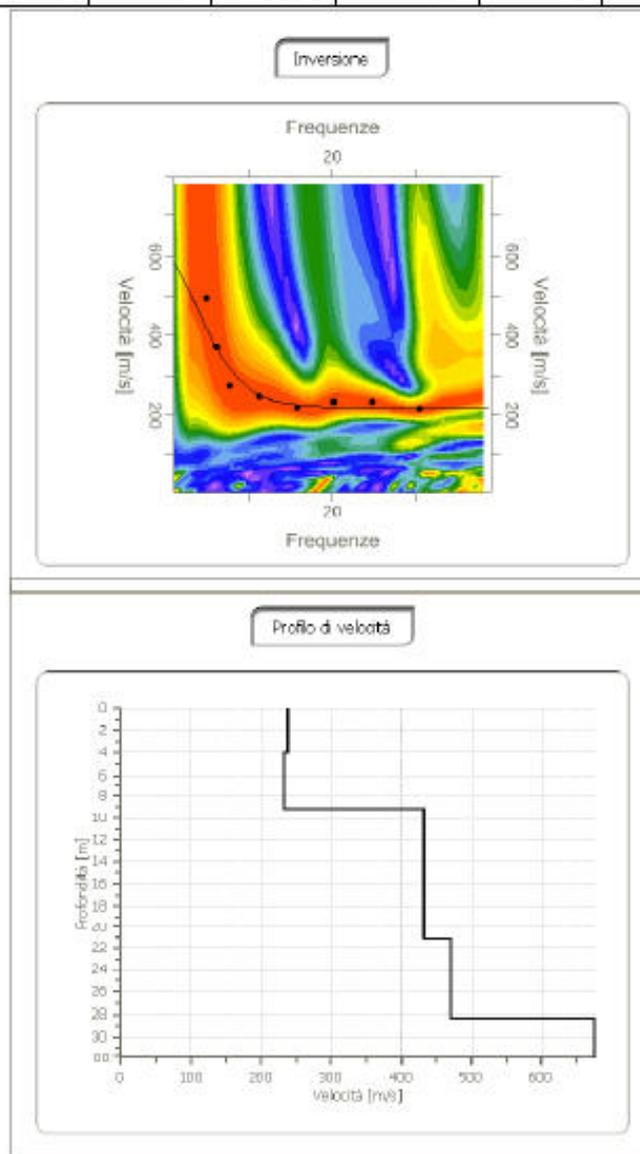
### Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	5.0	492.9	0
2	6.2	367.7	0
3	7.8	275.3	0
4	11.3	245.5	0
5	15.9	218.6	0
6	20.3	233.5	0
7	24.9	233.5	0
8	30.6	215.7	0



### Inversione

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	4.07	4.07	1800.0	0.2	No	388.7	238.0
2	9.25	5.17	1800.0	0.2	No	381.6	233.7
3	14.75	5.50	1800.0	0.2	No	705.6	432.1
4	21.15	6.39	1800.0	0.2	No	706.4	432.6
5	28.38	7.24	1800.0	0.2	No	766.7	469.5
6	∞	∞	1800.0	0.2	No	1104.0	676.1



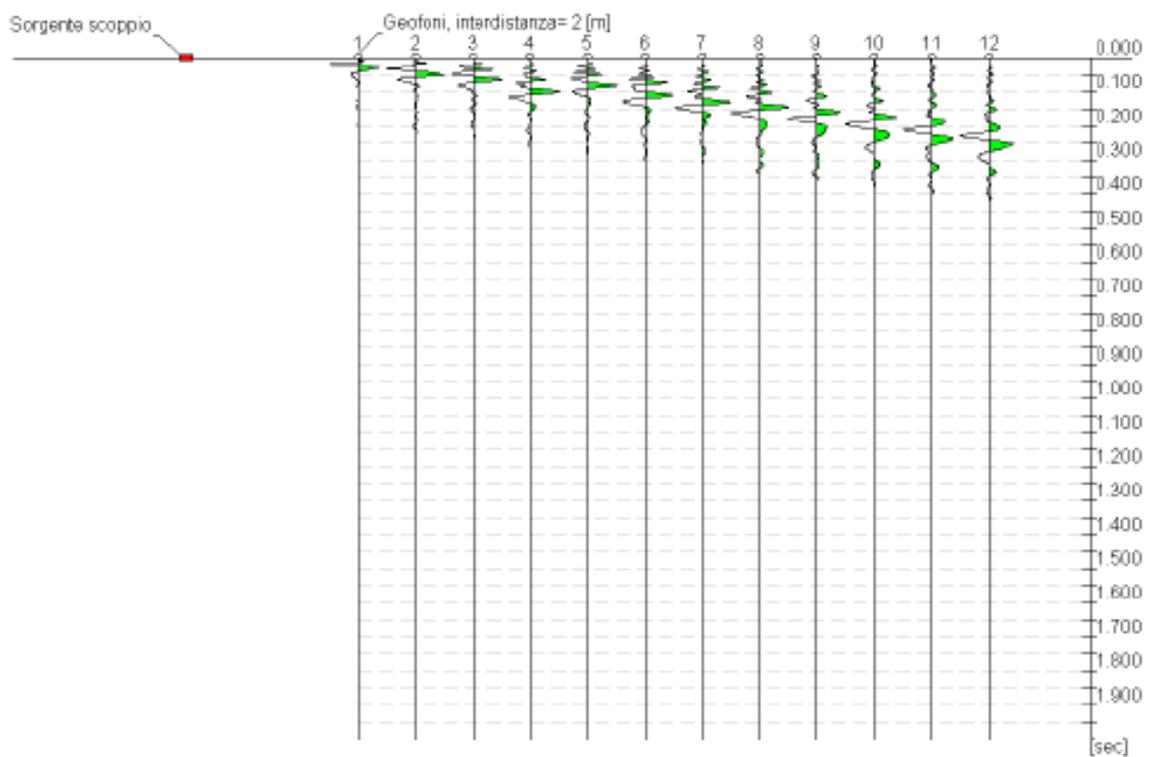
### Risultati

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs30 [m/sec]	354.69
Categoria del suolo	C

## ELABORAZIONE DATASET D2

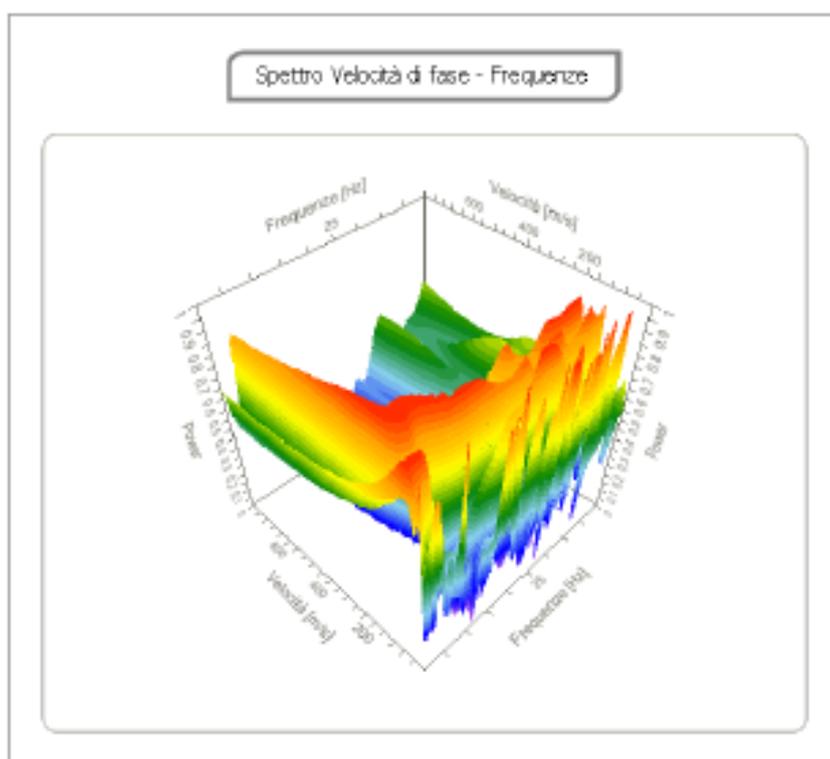
### Tracce

N. tracce	12
Durata acquisizione [msec]	2000.0
Interdistanza geofoni [m]	2.0
Periodo di campionamento [msec]	0.50



### Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione [Hz] 1  
 Frequenza massima di elaborazione [Hz] 45  
 Velocità minima di elaborazione [m/sec] 1  
 Velocità massima di elaborazione [m/sec] 800  
 Intervallo velocità [m/sec] 1

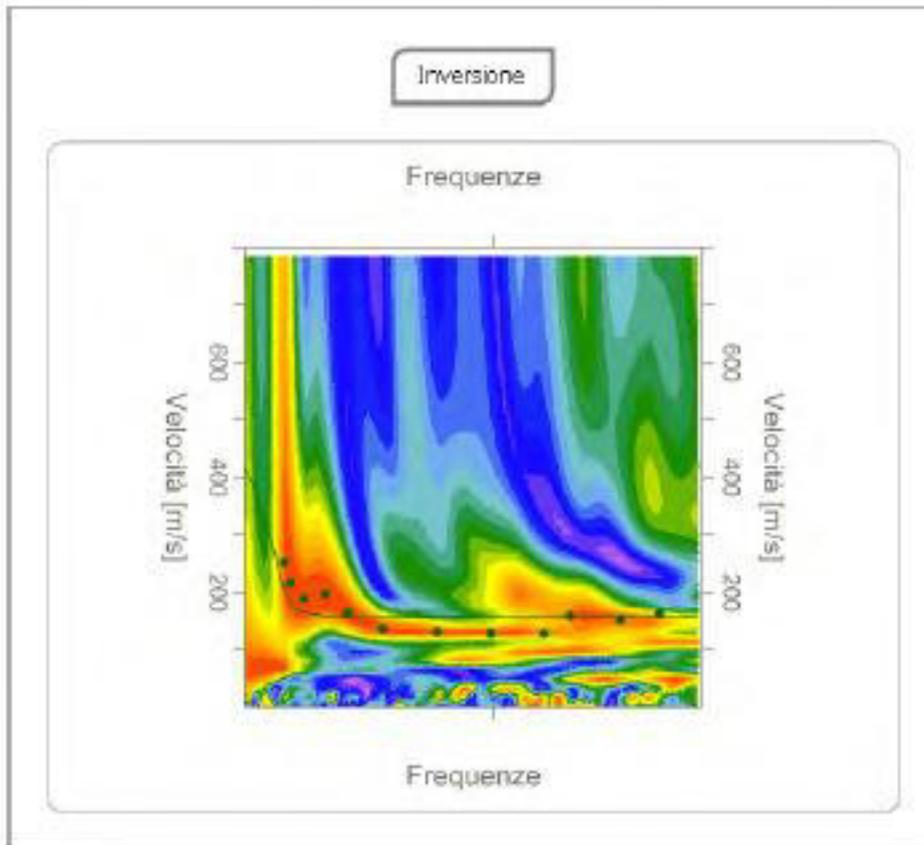


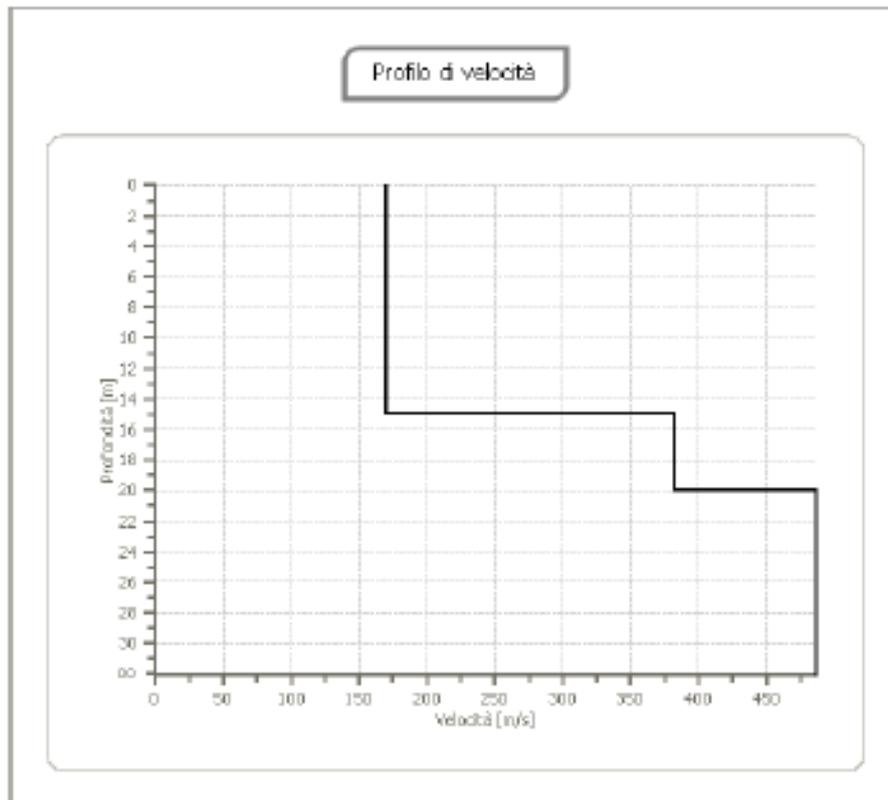
### Curva di dispersione

n	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	4.8	252.1	0
2	5.4	214.8	0
3	6.6	186.5	0
4	8.9	195.5	0
5	11.0	162.8	0
6	14.4	135.6	0

### Inversione

n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unita volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		15.00	15.00	1800.0	0.2	No	276.7	169.5
2		20.00	5.00	1950.0	0.2	No	623.7	381.9
3		∞	∞	1950.0	0.2	No	794.3	486.4





### Risultati

<b>Profondità piano di posa [m]</b>	<b>0.00</b>
<b>Vs30 [m/sec]</b>	<b>241.50</b>
<b>Categoria del suolo</b>	<b>C</b>

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>
A	<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	<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>
C	<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>
D	<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>
E	<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 C.**

Categoria condizioni topografiche: **T<sub>2</sub>**

## 10. CONCLUSIONI

Consultando la Carta Geologica redatta dall'ISPRA (Istituto Superiore per la protezione e la ricerca ambientale) - foglio n°419 San Giorgio La Molara - scala 1: 50.000 - rilevamento geologico scala 1: 10.000, il territorio di interesse, ricade in un'area caratterizzata dalla presenza della Formazione del Flysch Rosso noto in letteratura con sigla FYR<sub>2</sub>.

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 nell'area in studio ma per un'altra opera:

- **N°4 sondaggi a carotaggio continuo spinti fino alla profondità di 20.00 m. dal p.c.;**
- **N°16 prove S.P.T.;**
- **n°2 prove geotecniche di laboratorio su campioni indisturbati;**
- **N°2 prove del tipo Multi-channel Analysis of Surface Waves (MASW), utile per la classificazione del sottosuolo di fondazione prevista dalla normativa vigente.**

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

**PRIMO ORIZZONTE (DA 0.00 A - 1.50 M.): TERRENO VEGETALE DI COLORAZIONE BRUNA;**

**SECONDO ORIZZONTE (DA - 1.50 M. A - 7.50 M.): SABBIA CON LIMO DI COLORAZIONE GIALLASTRO CON LIVELLI ARGILLOSI;**

**TERZO ORIZZONTE (DA - 7.50 M. A - 20.00 M.): ALTERNANZA DI ARGILLE LIMOSE E MARNE DI COLORE VARIABILE DAL GRIGIO AZZURRO AL GRIGIO VERDASTRO. SI RISCONTRA LA PRESENZA DI LIVELLI LITOIDI DI NATURA CALCARENITICA BIANCASTRI**

(SPESSORE 10 - 30 cm) E LIVELLI MARNOSI VERDASTRI. TALI LIVELLI AUMENTANO CON LA PROFONDITÀ.

E' stata rilevata, durante le prove in sito una falda episuperficiale a carattere stagionale presente ad una quota media di -7,00 m. dal p.c.

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. Tamaro, 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 idrogeologico, non sono presenti sul territorio grosse idrostrutture carbonatiche; in tale contesto, infatti, i litotipi argilloso-marnosi fungono da "impermeabile relativo" per piccoli corpi idrici.

Nel complesso, comunque, tale circolazione appare piuttosto limitata e può dar vita solo a piccole insorgenze con portate spesso solo stagionali e talora poste a quote diverse per il loro carattere di falde sospese.

Dal punto di vista della permeabilità è possibile individuare due orizzonti così definibili:

**PRIMO ORIZZONTE (DA - 1.50 M. A - 7.50 M.):** SABBIA CON LIMO DI COLORAZIONE GIALLASTRO CON LIVELLI ARGILLOSI.

**GRADO DI PERMEABILITA' MEDIO-BASSO;**

**SECONDO ORIZZONTE (DA - 7.50 M. A - 20.00 M.):** ALTERNANZA DI ARGILLE LIMOSE E MARNE DI COLORE VARIABILE DAL GRIGIO AZZURRO AL GRIGIO VERDASTRO. SI RISCONTRA LA PRESENZA DI LIVELLI LITOIDI DI NATURA CALCARENITICA BIANCASTRI (SPESSORE 10 - 30 cm) E LIVELLI MARNOSI VERDASTRI. TALI LIVELLI AUMENTANO CON LA PROFONDITÀ.

**GRADO DI PERMEABILITA' BASSO.**

Il territorio comunale di Morcone è caratterizzato da una morfologia tipicamente collinare, dove le caratteristiche clivometriche dei versanti

sono strettamente correlate con l'erodibilità 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 M2 e qualche piccolo tratto del cavidotto ricadono in aree perimetrata 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 ed 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 sulla 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